รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ

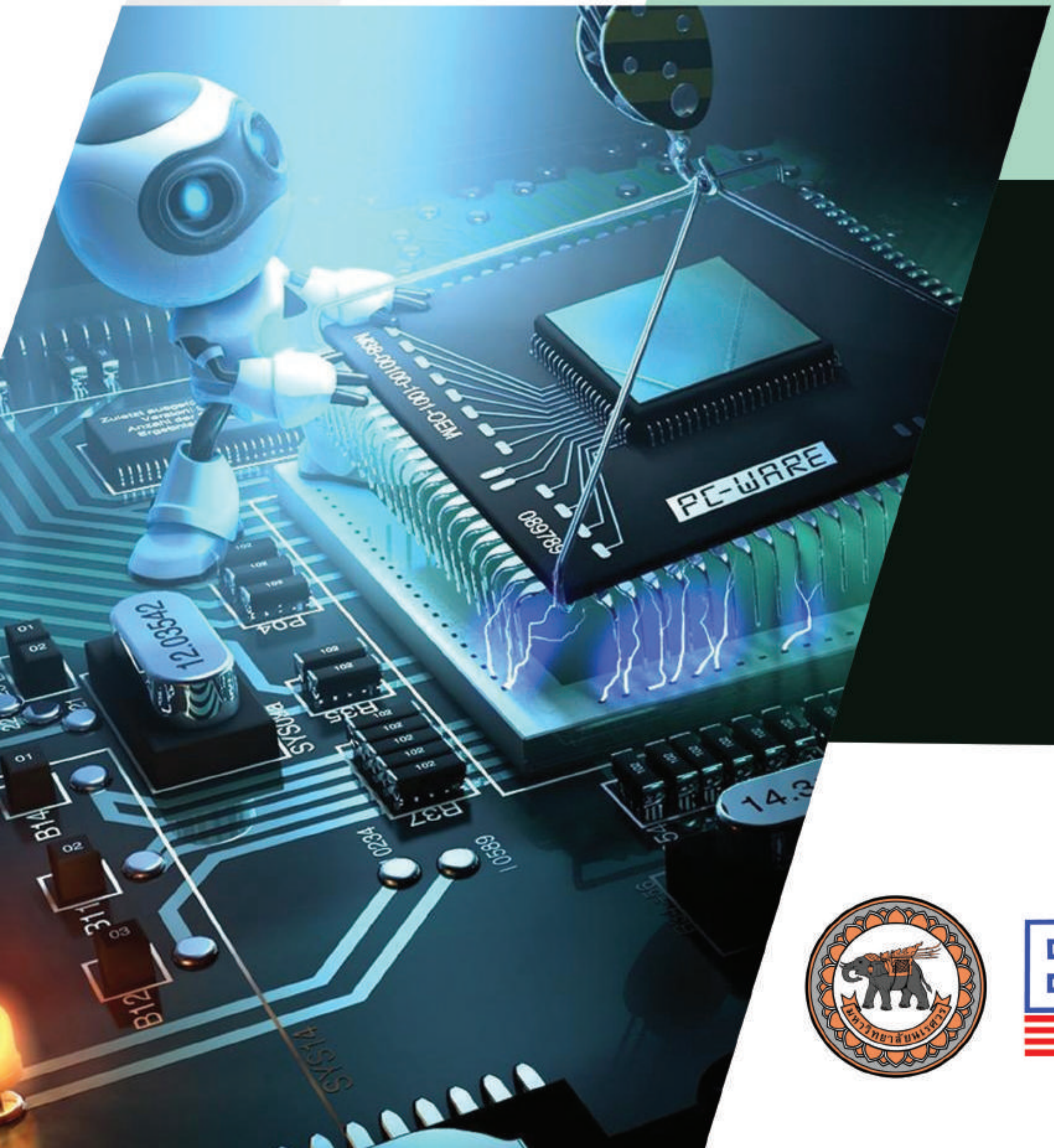
Conference Proceedings

ECTI-CARD 2018

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ ริเวอร์วิว จ.พิษณุโลก

26 - 29 มิถุนายน 2561



ECTI Association

NIMT

ECTI-CARD 2018

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0

วันที่ 26-29 มิถุนายน 2561

ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ริเวอร์วิว

จังหวัดพิษณุโลก

จัดโดย

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สถาบันมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย

© 2018 ลิขสิทธิ์นี้เป็นของ
สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

Conference Organizer

สาส์นจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีปณิธานที่มุ่งกระจายโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษาให้กับประชาชน ผลิตบัณฑิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในสาขาต่าง ๆ ให้มีคุณภาพเพื่อเกื้อหนุนต่อการพัฒนาประเทศ สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้อย่างยั่งยืน รวมถึงมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ มหาวิทยาลัยนเรศวรมีเป้าหมายจะเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและนวัตกรรมที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ มีการบริหารและการจัดการการศึกษาในรูปแบบสร้างเครือข่ายและการเป็นหุ้นส่วน เพื่อให้เกิดความร่วมมือของภาคส่วนต่างๆ ในกระบวนการผลิตบัณฑิต ผลงานวิจัย และการบริการวิชาการเพื่อให้มีความสอดคล้องกับความต้องการและเกิดประโยชน์ทางสังคมและเศรษฐกิจอย่างแท้จริง

ณ โอกาสนี้ มหาวิทยาลัยนเรศวรได้ร่วมมือกับสมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ ประเทศไทย และสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จัดประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10 หรือ ECTI-CARD 2018 ภายใต้หัวข้อ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0” ระหว่างวันที่ 26 – 29 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ ศูนย์วัฒนธรรม ภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ริเวอร์วิว จังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นจึงนับเป็นโอกาสที่ดีที่จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการร่วมกันระหว่างนักวิจัย ผู้พัฒนา ผู้ใช้งาน และหน่วยงานต่างๆ ตลอดจนนิสิตนักศึกษาจากสถาบันการศึกษาทั่วประเทศ

ในนามของมหาวิทยาลัยนเรศวร ขอขอบคุณคณะกรรมการที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดการประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10 หรือ ECTI-CARD 2018 ในครั้งนี้ และขออวยพรให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี มีนวัตกรรมและงานวิจัยเชิงประยุกต์ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทางวิชาการ การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย มหาวิทยาลัยนเรศวรหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนที่ดีในโอกาสต่อไป

ศาสตราจารย์พิเศษ ดร. กาญจนา เงารังษี
อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร

สาส์นจากนายกสมาคม ECTI

ขอต้อนรับทุกท่านสู่การประชุม ECTI-CARD 2018 ที่จังหวัดพิษณุโลก

การประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018 ซึ่งเป็นการประชุมระดับชาติที่จัดเป็นครั้งที่ 10 โดยผลัดเปลี่ยนกันจัดในแต่ละภูมิภาคในประเทศไทยมาเป็นเวลา 10 ปี ในปีพ.ศ.2561 นี้ มหาวิทยาลัยนเรศวร นำโดย อ.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา และ อ.ชัยรัตน์ พินทอง ร่วมกับสมาคม ECTI (สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศแห่งประเทศไทย) ได้จัดงานในปีนี้ขึ้นที่โรงแรมวังจันทน์ริเวอร์วิว ซึ่งตั้งอยู่กลางเมืองพิษณุโลก ระหว่างวันที่ 26-29 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ภายใต้หัวข้อ "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0"

ในการประชุม ECTI-CARD 2018 นี้ เราได้รับเกียรติจาก ดร.ทีปานิส ชาชิโย (มน) ดร.อดิศร เตือนตรานนท์ (NECTEC) และ รศ.ดร.นรเศรษฐ พัฒนเดช (สจล) มาเป็นผู้บรรยายกิติมศักดิ์ และได้รับเกียรติจาก ผศ.ดร.ธนา อุดมศรีไพบูลย์ (มพ) และ ผศ.ดร.สาคร โพธิ์งาม มาเป็นผู้บรรยายรับเชิญ นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอผลงานวิจัยจากนักวิจัย อาจารย์ และนักศึกษาจากหลายสถาบันการศึกษาในประเทศไทยจำนวนกว่า 200 บทความ การแข่งขันการวัดทางไฟฟ้าซึ่งจัดโดยสถาบันมาตรวิทยา และกิจกรรมอื่นๆ นับว่า มีทั้งการนำเสนอและพูดคุยในวงวิชาการ และกิจกรรมที่เพิ่มพูนความรู้ให้ทันสมัยแก่ นักศึกษา นักวิจัย และอาจารย์ที่มาร่วมงาน

ในนามของสมาคม ECTI กระผมมีความยินดีที่ได้มีส่วนร่วมในการจัดงานครั้งนี้ และขอแสดงความขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านจากใจจริง ตั้งแต่กรรมการผู้จัดงาน นักวิจัย และนักศึกษาซึ่งเป็นผู้แต่งบทความวิจัย และทุกท่านที่ช่วยกันจัดงานในครั้งนี้ กระผมหวังว่า ผู้ร่วมงานทุกท่านจะสนุกกับการเรียนรู้เทคโนโลยีชั้นนำ เจอเพื่อนเก่า สร้างเพื่อนใหม่ ซึ่งจะทำให้ทุกท่านได้ประโยชน์จากงานนี้สูงสุด และขออวยพรให้งาน ECTI-CARD 2018 ดำเนินไปอย่างเรียบร้อยและประสพความสำเร็จทุกประการ

ศาสตราจารย์ ดร. โกสินทร์ จำนงไทย (มจธ)
นายกสมาคม ECTI

Conference Committee

Advisory Chairs

ศาสตราจารย์(พิเศษ) ดร. กาญจนา เงารังษี	อธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Steering Committee

รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุมช่วย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

General Chairs

ศาสตราจารย์ ดร. โกสินทร์ จำนงไทย	ECTI
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. สินชัย กมลภิวงศ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Technical Program Committee

ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ชัยรัตน์ พินทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ไพศาล มุณีสว่าง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.พรชัย พฤกษ์ภัทรานนท์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.ดร.เอกรัฐ บุญเชียง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.พีระยศ แสนโภชน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.วินัย ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ชานนท์ วริสาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ.ดร.ศุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร.ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ศริญญา ปะสะกวี	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

Local Arrangement Chairs

ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Registration Chair

ผศ.ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Finance Chairs

ไพริน แก้วกวย	ECTI
สารินทร์ เติมสุทา	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Publication Chairs

ภาณุพงศ์ สอนคม	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Secretary

เศรษฐา ตั้งค้าวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ดร.พัฒพล เหรียญโมรา	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วิธวัช ตั้งตรงไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ถิระภัทร จริยะนรวิชช์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.กาญจนพันธุ์ สุขวิชชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ณัฐวุฒิ ชินธเนศ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สุชัยศรี ไลออน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วีรวุฒิ กนกบรรณกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.เชาวลิต มิตรสันติสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.วิทิต ฉัตรรัตนกุลชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ชัยรัตน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.กฤษณะ ไวยมัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ดุลย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เสนีย์ ตั้งสถิตย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.มิติ รุจานุรักษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ผศ.ดร.ศราวุธ จักรเป็ง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.ชญาดา สุระวนิชกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.สุดชาย บุญโต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.เบญจมาศ พนมรัตนรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.วิทวัส สิฎฐกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.พิสิทธิ วิสุทธิเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.ชูพันธุ์ รัตนโภคา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.กฤษฎา มามาตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร.วิทวัส ผ่องญาติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.เชิดพงษ์ ดีเลิศไพบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.ณัฐพล ประยงค์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.โอภาส ศิริครรชิตถาวร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.ยุพิน สรรพคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.สมมาตร แสงเงิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผศ.ดร.สายชล ชุดเจือจีน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.วิภารัตน์ บุษยาตรัส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.นรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ พันธนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผศ.ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.คมกฤช บุญยิ่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผศ.ศุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ดร.พลกฤษณ์ ทุนคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ผศ.ดร.อุเทน คาน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ดร.นพดล มีเทียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
รศ.โกศล โอฬารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ เคลือบวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
ดร.ชาญยุทธ์ กาญนพิบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
ผศ.ดร.ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ธนาฒน์ สุกนวล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ไมตรี ธรรมมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผศ.วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผศ.ดร.ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ศราวุฑ คงลำพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.นิติพัฒน์ พิสุทธิพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.อดิเรก จันตะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.สมใจ อารยวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
รศ.ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ธรา อั๋งสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ.ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ณัฐธนนท์ หงส์วริทธิ์ธร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.ประภาพร รัตนธำรง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.วนิดา พฤทธิวิทยา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
นุชชากร งามเสาวรส	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.วิรัตน์ จารีวงศ์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดนุพัฒน์ ดวงมาลัย	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.พงษ์พัทธ์ มังคละคีรี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
เศรษฐา ตั้งค้าวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ชัยรัตน์ พินทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนัส นัถฤทธิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ภาณุพงศ์ สอนคม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
แสงชัย มังกรทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ศิริพร เดชะศิลารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนมขวัญ ริยมงคล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รัฐภูมิ วรานุสาสน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.พิสุทธิ์ อภิชยกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
จิราพร พุกสุข	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.นรรัตน์ วัฒนมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.เฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.ธนาทิพย์ จันทร์คง	มหาวิทยาลัยพะเยา
วาสนา นากุ	มหาวิทยาลัยพะเยา
กรวิน สุวรรณภักดิ์	มหาวิทยาลัยพะเยา

ศราวุธ แต้โอสถ	มหาวิทยาลัยพะเยา
รศ.ดร.อภินันท์ อุรโสภณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.สุรโชค ธนพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
โกศล พิทักษ์สัตยพรต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผศ.ดร.สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผศ.วาสนา เกษมสินธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
รณยุทธ นนพละ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญา รจนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผศ.รชต บุญยะยุต	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
นนทรัฐ บำรุงเกียรติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ดร.สัญญา ควรคิด	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร.ธวัชชัย ทองเหลี่ยม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร.สันติ กูลการขาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รศ.ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ดร.ธัชชัย พุ่มพวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร.กริช สมกันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ปองพล แสนสอน	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร.คณิศร จี้กระโทก	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.วิไลพร กุลตังวัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ไชยยันต์ ชนะพรมมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ดร.ชนันท์กรณ์ จันแดง	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผศ.ดร.ชาญไชย ไทยเจียม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.จิรัฏฐ์ เหมือนชู	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร.จิรวัฒน์ แท่นทอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อัมรินทร์ ดีมะการ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ธัชชัย เอ้งฉ้วน	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร.ณัฏฐา จินดาเพ็ชร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ชัชวิน นามมั่น	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร.รัศมิทัต แผนสมบูรณ์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ดร.บัญชา เหลือแดง	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ภาสกร ทิวัฑฒานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ผศ.ดร.อิทธิเศก นิลกำแหง	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร
ผศ.ดร.ชานนท์ วริสาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สิทธิชัย เด่นตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.ศรวัฒน์ ชิวปรีชา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.วินัย ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.อมรชัย ชัยชนะ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.สุชิน อาจหาญ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คเณศ พุกกะพันธุ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พิชชานันท์ วงศ์ศิริธร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.จตุพร ทองศรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อานนท์ สกลคณาพงษ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.รัฐพงษ์ สุวลักษณ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
ดร.ศริญญา ปะสะกวี	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.นฤดม นวลขาว	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ชัชวาล คุรุภากรณ์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ปิยพัฒน์ พูลทอง	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ทยาทิพย์ ทองตัน	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ธัญญา คชวัฒน์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
เนตรนพิศ คุ้มทุกทิศ	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
เทพบดินทร์ บริรักษ์อราวินท์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.กรภัสร์สิษฐ์ พรมอาสา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

สรุปจำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018

จำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมฯ มีทั้งสิ้น	277	บทความ
ผ่านการพิจารณา	212	บทความ
นำเสนอแบบบรรยาย	195	บทความ
นำเสนอแบบโปสเตอร์	17	บทความ
ไม่ผ่านการพิจารณา	65	บทความ

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณา

กลุ่มที่	1	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร	24	บทความ
กลุ่มที่	2	เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ การกีฬา	8	บทความ
กลุ่มที่	3	การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงาน บ้านอัตโนมัติ	0	บทความ
กลุ่มที่	4	การเรียนการสอนทางไกล การศึกษาบันเทิง คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน	0	บทความ
กลุ่มที่	5	การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์	9	บทความ
กลุ่มที่	6	การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้าน เครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย	18	บทความ
กลุ่มที่	7	การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม	0	บทความ
กลุ่มที่	8	ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม	0	บทความ
กลุ่มที่	9	ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึง การยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ	10	บทความ
กลุ่มที่	10	มาตรวิทยา การวัดและควบคุม	9	บทความ
กลุ่มที่	11	วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	27	บทความ
กลุ่มที่	12	STEM เทคโนโลยีการศึกษา	10	บทความ
กลุ่มที่	13	หัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	18	บทความ
กลุ่มที่	14	Special Sessions	79	บทความ
		การประยุกต์ใช้งานทางแม่เหล็กไฟฟ้า	8	บทความ
		การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการใช้งาน IoT	8	บทความ
		เทคโนโลยีการวัดสำหรับอุตสาหกรรมศักยภาพ S-Curve	7	บทความ
		เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	8	บทความ
		นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในเชิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	28	บทความ
		การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ากับภาคอุตสาหกรรม	7	บทความ
		การประยุกต์วิทยากาหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์	7	บทความ
		การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงประยุกต์	5	บทความ
		นวัตกรรมสำหรับการต่อสู้อาชญากรรม	1	บทความ

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณาแยกตามหน่วยงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	30	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	16	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น	16	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	12	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	12	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	11	บทความ
มหาวิทยาลัยนเรศวร	10	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	9	บทความ
มหาวิทยาลัยบูรพา	8	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	8	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	7	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	7	บทความ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	7	บทความ
มหาวิทยาลัยนครพนม	7	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	6	บทความ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	6	บทความ
การทางพิเศษแห่งประเทศไทย	5	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	4	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	4	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	4	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	4	บทความ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	3	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ	2	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตเชียงราย	2	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง	2	บทความ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	2	บทความ
มหาวิทยาลัยพะเยา	2	บทความ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	2	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	2	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	2	บทความ

วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา	2	บทความ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	2	บทความ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	บทความ
บริษัท เคซีอินโฟเทค จำกัด	1	บทความ
บริษัท เบสแล็บ จำกัด	1	บทความ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล บางพระ	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตน่าน	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยรังสิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	1	บทความ
โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	1	บทความ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	1	บทความ

กำหนดการจัดงานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018

วันอังคารที่ 26 มิถุนายน 2561		
เวลา	รายการ	สถานที่
9:00 – 16:30	- จัดเตรียมสถานที่	ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือ ตอนล่าง วังจันทน์ ริเวอร์วิว
วันพุธที่ 27 มิถุนายน 2561		
11:00 – 16:30	- ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน	หน้าห้อง Convention
13:00 – 15:00	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย	ห้องนำเสนอผลงาน 5 ห้อง
15:00 – 15:15	- เบรก	ด้านข้างห้อง Convention
15:15 – 17:15	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย	ห้องนำเสนอผลงาน 5 ห้อง
18:00 – 20:30	- งานเลี้ยง Welcome Party	ลานหน้าห้องอาหารชั้น 2 โรงแรมวังจันทน์ ริเวอร์วิว
วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561		
8:00 – 16:30	- ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน	หน้าห้อง Convention
8:00 – 10:00	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย	ห้องนำเสนอผลงาน 5 ห้อง
10:00 – 10:15	- เบรก	ด้านข้างห้อง Convention
10:15 – 12:15	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย - การอบรมและแข่งขันการวัดทางไฟฟ้า	ห้องนำเสนอผลงาน 4 ห้อง ห้องกรณิกา 3
12:00 – 13:00	- รับประทานอาหารเที่ยง	ห้องอาหารชั้น 2 (ทั้งสองฝั่ง) โรงแรมวังจันทน์ ริเวอร์วิว
13:00 – 13:15	- พิธีเปิดงาน - ตัวแทนเจ้าภาพขึ้นกล่าวรายงานกับประธานในพิธี - เชิญประธานในพิธี (ท่านอธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร) ขึ้นกล่าวเปิดการประชุม - เชิญ TPC Chair กล่าวเกี่ยวกับสถิติในการส่งบทความ - ถ่ายรูปร่วมกัน	ห้อง Convention
13:15 – 13:45	- นายกสมาคม ECTI ขึ้นกล่าวแสดงความยินดี และประชาสัมพันธ์สมาคม ECTI	

13:45 – 14:20	- การบรรยาย Keynote Speaker (ดร.ทีปานิส ชาชิโย)	
14:20 – 14:55	- การบรรยาย Keynote Speaker (ดร.อดิศร เตือนตรานนท์)	
14:55 – 15:10	- เบรก	ด้านข้างห้อง Convention
15:10 – 16:00	- การเสวนา (วิทยากรร่วม 5 คน)	ห้อง Convention
16:00 – 16:35	- การบรรยาย Keynote Speaker (รศ.ดร.นรเศรษฐ พัฒนเดช)	
16:35 – 18:00	- การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ - แต่ละบทความนำเสนอไม่เกิน 2 นาที (บนเวที)	ห้อง Convention
18:30 – 21:30	- งานเลี้ยง Banquet - กล่าวต้อนรับเข้าร่วมงาน Banquet โดย นายกสมาคม ECTI - TPC chair ประกาศ Best Papers และผู้ชนะในการแข่งขันการวัดทางไฟฟ้า และมอบประกาศนียบัตรโดยนายกสมาคม ECTI - ตัวแทน ม.นเรศวร กล่าวขอบคุณผู้เข้าร่วมงาน และกล่าวขอบคุณผู้สนับสนุน และทีมงานต่างๆ - ตัวแทน ม.ราชภัฏอุบลราชธานี ประชาสัมพันธ์การจัดงาน ECTI-CARD 2019	ลานดอกบัว (ด้านนอกของห้อง Convention ติดริมแม่น้ำน่าน)
วันศุกร์ที่ 29 มิถุนายน 2561		
ช่วงเช้า	- ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน	หน้าห้อง Convention
9:00 – 11:00	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย	ห้องนำเสนอผลงาน 5 ห้อง
11:00 – 11:15	- เบรก	ด้านข้างห้อง Convention
11:15 – 12:30	- นำเสนอผลงานแบบบรรยาย	ห้องนำเสนอผลงาน 5 ห้อง
12:30 – 13:30	- รับประทานอาหารเที่ยง	ห้องอาหารชั้น 2 (ทั้งสองฝั่ง) โรงแรมวังจันทน์ ริเวอร์วิว

หมายเหตุ: ห้องนำเสนอผลงานจำนวน 5 ห้อง ได้แก่ (1) ห้องปางอุบล (2) ห้องนิลบล (3) ห้องกรณิกา 1 (4) ห้องกรณิกา 2 และ (5) ห้องกรณิกา 3

ตารางการนำเสนอบทความ

วันพุธที่ 27 มิถุนายน 2561 เวลา 13.00 – 15.00 น.

Section 11-A	ห้องปางอุบล	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร (1)							
	ประธาน	ผศ.ดร.พงษ์พันธ์ กิจสนาโยธิน (ม.นเรศวร)							
	รองประธาน								
	บทความ	1007	1009	1010	1011	1014	1021	1031	1043

Section 11-B	ห้องนิลบล	การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้าน เครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย (1)							
	ประธาน	ดร.สมมาตร แสงเงิน (ม.มหานคร)							
	รองประธาน	อ.ศราวุฑ คงลำพันธ์ (มทร.อีสาน)							
	บทความ	1152	1029	1036	1101	1109	1110	1119	1135

Section 11-C	ห้องกรณิกา 1	เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา							
	ประธาน	ดร.ชัยรัตน์ พินทอง (ม.นเรศวร)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1026	1117	1153	1165	1176	1226	1008	1058

Section 11-D	ห้องกรณิกา 2	มาตรวิทยา การวัดและควบคุม							
	ประธาน	ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ (มทร.พระนคร)							
	รองประธาน	ดร.สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1045	1070	1097	1127	1162	1180	1194	1003

Section 11-E	ห้องกรณิกา 3	(Special Session) การประยุกต์ใช้งานทางแม่เหล็กไฟฟ้า							
	ประธาน	ดร.ภาณุวัฒน์ จันทร์ภักดี (จุฬาฯ)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.วินัย ใจกล้า (สจล.)							
	บทความ	1027	1056	1060	1064	1066	1072	1049	1059

วันพุธที่ 27 มิถุนายน 2561 เวลา 15.15 – 17.15 น.

Section 12-A	ห้องปางอุบล	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร (2)							
	ประธาน	ผศ.ดร.ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ (ม.นเรศวร)							
	รองประธาน								
	บทความ	1051	1068	1073	1089	1090	1098	1114	1120

Section 12-B	ห้องนิลบล	การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้าน เครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย (2)							
	ประธาน	ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ (มทร.พระนคร)							
	รองประธาน								
	บทความ	1158	1178	1182	1193	1276	1052	1192	1149

Section 12-C	ห้องกรณิกา 1	ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึง การยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ							
	ประธาน	อ.รัฐภูมิ วรานุสาสน์ (ม.นเรศวร)							
	รองประธาน	อ.ศราวุฑ คงลำพันธ์ (มทร.อีสาน)							
	บทความ	1096	1181	1219	1069	1083	1156	1216	1275

Section 12-D	ห้องกรณิกา 2	วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (1)							
	ประธาน	ดร.สมมาตร แสงเงิน (ม.มหานคร)							
	รองประธาน	ดร.สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1005	1006	1020	1023	1033	1038	1040	1050

Section 12-E	ห้องกรณิกา 3	(Special Session) การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการใช้งาน IoT							
	ประธาน	ผศ.ดร.วินัย ใจกล้า (สจล.)							
	รองประธาน								
	บทความ	1074	1108	1111	1118	1125	1185	1186	1187

วันพุธที่ 27 มิถุนายน 2561 เวลา 18.00 – 20.30 น.

งานเลี้ยง Welcome ณ ลานหน้าห้องอาหารชั้น 2 โรงแรมวังจันทน์ ริเวอร์วิว

วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561 เวลา 8.00 – 10.00 น.

Section 21-A	ห้องปางอุบล	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร (3)							
	ประธาน	รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม (มก.)							
	รองประธาน	ผศ.ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1141	1157	1171	1184	1206	1017	1205	1208

Section 21-B	ห้องนิลบล	STEM เทคโนโลยีการศึกษา (1)							
	ประธาน	ผศ.ดร.สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์ (มรภ.สกลนคร)							
	รองประธาน	ผศ. วาสนา เกษมสินธุ์ (มรภ.สกลนคร)							
	บทความ	1018	1028	1102	1123	1134	1143	1159	1175

Section 21-C	ห้องกรณิกา 1	เทคโนโลยีสมัยใหม่กับชีวิตประจำวัน (1)							
	ประธาน	ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง (มก.)							
	รองประธาน	ดร.วนิดา พฤทธิวิทยา (มธ.)							
	บทความ	1042	1047	1126	1130	1142	1161	1172	1173

Section 21-D	ห้องกรณิกา 2	วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (2)							
	ประธาน	ผศ.ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล (ม.นเรศวร)							
	รองประธาน	อ.วัจนา ขาวฟ้า (ม.สวนดุสิต)							
	บทความ	1057	1084	1087	1088	1092	1100	1104	1122

Section 21-E	ห้องกรณิกา 3	(Special Session) เทคโนโลยีการวัดสำหรับอุตสาหกรรมศักยภาพ S-Curve							
	ประธาน	ดร.ศริญญา ปะสะกวี (สถาบันมาตรวัดวิทยาแห่งชาติ)							
	รองประธาน								
	บทความ	1177	1209	1054	1055	1061	1151	1265	

วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561 เวลา 10.15 – 12.15 น.

Section 22-A	ห้องปางอุบล	การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์							
	ประธาน	ผศ.ดร. พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์ (มก.)							
	รองประธาน	อ.อรศิริ ศิลาสัย (ม.สวนดุสิต)							
	บทความ	1025	1065	1103	1112	1190	1207	1217	1224

Section 22-B	ห้องนิลบล	(Special Session) เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน							
	ประธาน	รศ.ดร.ชานนท์ วริสาร (สจล.)							
	รองประธาน	ผศ.ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1154	1160	1164	1166	1167	1169	1170	1225

Section 22-C	ห้องกรณิกา 1	เทคโนโลยีสมัยใหม่กับชีวิตประจำวัน (2)							
	ประธาน	ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว (มก.)							
	รองประธาน	อ.วัจนา ขาวฟ้า (ม.สวนดุสิต)							
	บทความ	1189	1195	1203	1210	1212	1213	1222	1254

Section 22-D	ห้องกรณิกา 2	วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (3)							
	ประธาน	ดร.วนิดา พฤทธิวิทยา (มธ.)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์ (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1124	1168	1174	1191	1197	1215	1218	1223

Section 22-E	ห้องกรณิกา 3	การอบรมและแข่งขันการวัดทางไฟฟ้า
		การวัดค่าความถูกต้องของฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ด้วยดิจิตอลมัลติมิเตอร์
		ดำเนินรายการโดย คุณกองศักดิ์ ทองบุญ และ ผศ.ดร.วิทวัส สิฎฐิกุล
		ดร.กรภัสร์สิษฐ์ พรมอาสา (ผู้ช่วยภาคปฏิบัติ)

วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561 เวลา 13.00 – 16.35 น.

ห้อง Convention

13.00 – 13.15 น.	พิธีเปิดการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018
13.15 – 13.45 น.	ประชาสัมพันธ์สมาคม ECTI
13.45 – 14.20 น.	Keynote Speaker: ดร.ทีปานิส ชาชิโย (ม.นเรศวร)
14.20 – 14.55 น.	Keynote Speaker: ดร.อดิศร เตือนตรานนท์ (NECTEC)
14.55 - 15.10 น.	เบรก
15.10 – 16.00 น.	เสวนาหัวข้อ “มาตรวิทยาและการประยุกต์ใช้งานเพื่อรองรับการใช้งานอุตสาหกรรม 4.0”
16.00 – 16.35 น.	Keynote Speaker: รศ.ดร.นรเศรษฐ พัฒนเดช (สจล.)

วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561 เวลา 16.35 – 18.00 น.

Section 23	ห้อง Convention							
	การนำเสนอแบบโปสเตอร์							
ประธาน	รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม (มก.)							
รองประธาน	ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง (มก.)							
บทความ	1022	1024	1036	1076	1131	1132	1163	1183
	1196	1198	1199	1214	1220	1239	1241	1250
	1277							

วันพฤหัสบดีที่ 28 มิถุนายน 2561 เวลา 18.30 – 21.30 น.

ลานดอกบัว (ด้านนอกห้อง Convention ติดริมแม่น้ำน่าน)

งานเลี้ยง Banquet

กล่าวต้อนรับเข้าร่วมงานเลี้ยง Banquet โดย นายกสมาคม ECTI

ประกาศ Best Papers และผู้ชนะในการแข่งขันการวัดทางไฟฟ้า

ขอบคุณผู้เข้าร่วมงาน ผู้สนับสนุน และทีมงานต่าง ๆ

ประชาสัมพันธ์การจัดงาน ECTI-CARD 2019 โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

วันศุกร์ที่ 29 มิถุนายน 2561 เวลา 9.00 – 11.00 น.

Section 31-A	ห้องปางอุบล	(Special Session) นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในเชิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (1)							
	ประธาน	รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ (ม.มหาสารคาม)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.ชัยวัฒน์ สากุล (มทร.ศรีวิชัย)							
	บทความ	1227	1228	1229	1230	1232	1233	1234	1235

Section 31-B	ห้องนิลบล	(Special Session) นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในเชิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2)							
	ประธาน	ผศ.ดร.ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ (มทร.อีสาน)							
	รองประธาน	ผศ. ปองพล แสนสอน (มรภ.อุดรธานี)							
	บทความ	1236	1238	1240	1242	1243	1245	1246	1247

Section 31-C	ห้องกรณิกา 1	(Special Session) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ากับภาคอุตสาหกรรม							
	ประธาน	ผศ.ดร.ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว (มทร.พระนคร)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์ (มก.)							
	บทความ	1115	1062	1067	1077	1078	1148	1273	

Section 31-D	ห้องกรณิกา 2	(Special Session) การประยุกต์วิทยาการหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์							
	ประธาน	รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล (สจล.)							
	รองประธาน	รศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น (ม.นเรศวร)							
	บทความ	1155	1258	1259	1260	1261	1262	1264	

Section 31-E	ห้องกรณิกา 3	(Special Session) การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงประยุกต์							
	ประธาน	เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร (การทางพิเศษแห่งประเทศไทย)							
	รองประธาน	เอกรินทร์ เหลืองวิลัย (การทางพิเศษแห่งประเทศไทย)							
	บทความ	1266	1267	1268	1269	1271			

วันศุกร์ที่ 29 มิถุนายน 2561 เวลา 11.15 – 12.30 น.

Section	ห้องปางอุบล	(Special Session) นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในเชิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (3)							
32-A	ประธาน	ผศ.ดร.พุฒิพงศ์ เกิดพิพัฒน์ (มทร.กรุงเทพ)							
	รองประธาน	ผศ.วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ (มทร.อีสาน)							
	บทความ	1248	1249	1251	1255	1133			

Section	ห้องนิลบล	(Special Session) นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในเชิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (4)							
32-B	ประธาน	ผศ.ดร.สาคร โพธิ์งาม (มจธ.)							
	รองประธาน	ผศ.ดร.สายชล ชุดเจือจีน (มทร.กรุงเทพ)							
	บทความ	1257	1263	1270	1272				

Keynote Speakers

ดร.ทีปานิส ชาชิโย

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ผู้สร้าง “สูตรชาชิโย” ชื่อคนไทยในสูตรฟิสิกส์ระดับโลก

เป็นคนแรกของประเทศไทยที่มีชื่อกำกับอยู่กับสูตรฟิสิกส์ เรียกว่า สูตรชาชิโย หรือ Chachiyo’s Formula ต่อมาปรากฏเป็นเนื้อหาในตำราวิชาฟิสิกส์เชิงคำนวณ (Oxford University Press) เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หรือ ถูกนำมาใช้ในงานวิจัย

หัวข้อ: กรอบลวงตา

ดร.อดิศร เตือนตรานนท์

ผู้อำนวยการศูนย์นวัตกรรมการพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์และอิเล็กทรอนิกส์อินทรีย์ (TOPIC)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

เจ้าของรางวัล 2015 TRF-OHEC-Scopus Researcher Awardจากผลงาน ห้องปฏิบัติการบนชิป หรือ Lab-on-a-chip ที่งานการประชุม นักวิจัยรุ่นใหม่พบเมธีวิจัยอาวุโส สกว. ครั้งที่ 15 เมื่อวันอังคารที่ 6 มกราคม 2559

หัวข้อ: Graphene/3D Carbon Materials and Its Applications

รศ.ดร. นรเศรษฐ พัฒนเดช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

งานวิจัยทางด้านการประยุกต์ใช้วัสดุฉนวนในงานวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง การตรวจสอบ ทดสอบ เฝ้าติดตาม วินิจฉัยปัญหาสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ฟ้าผ่าและการป้องกัน

หัวข้อ: ไฟฟ้าแรงสูง เรื่องใกล้ตัวที่ควรรู้

สารบัญ

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1003	ระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติ	1
1005	การออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท สำหรับวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ สำหรับเซลส์พลังงานแสงอาทิตย์	5
1006	อุปกรณ์ตรวจสอบรถรับส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์	9
1007	ระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต	13
1008	ระบบประมาณเวลารถไฟฟ้ารองรับการแสดงสื่อมัลติมิเดียอัจฉริยะ	17
1009	การตรวจสอบความสมบูรณ์ต้นข้าวในแปลงนาโดยใช้โดรน	21
1010	ระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช	25
1011	การประยุกต์ใช้โดรนเพื่อสำรวจแหล่งหญ้าทะเล	29
1014	เกษตรอัจฉริยะเพื่อควบคุมการให้น้ำแบบฉีดฝอยสำหรับแปลงผัก	33
1017	เตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก	37
1018	ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย	41
1020	เครื่องวัดสถานะแบตเตอรี่แบบไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต	45
1021	การระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติโดยการประมวลผลภาพดิจิทัล	49
1022	ระบบตรวจจับอุบัติเหตุทางรถยนต์อัตโนมัติเพื่อประสานการให้ความช่วยเหลือ	53
1023	ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์	57
1024	ระบบตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนอัตโนมัติ	61
1025	Geographic Information System (GIS) with Crowdsourcing as a Service	65
1026	การออกแบบสร้างชุด Lower Limb Exoskeleton เพื่อช่วยเดินโดยใช้การควบคุมแบบ PID และกลไกแบบ Four Bar Linkages	69
1027	การวัดสัญญาณเรโซแนนซ์แม่เหล็กในนิวเคลียสความละเอียดสูงโดยใช้ตัวปล่อยแสงเชิงควอนตัมในของแข็ง	73
1028	การถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยชุมชนมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมบูรณาการ การเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาจากโครงงานเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือก	77
1029	ชุดวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอที สำหรับการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง	81
1031	การเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกน	85
1033	วงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้เพื่อลดการเกิดรีเวิร์สอินเตอร์มอดูเลชันในการกระจายเสียงระบบเอฟเอ็ม	89
1035	ระบบตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกสำหรับห้องเรียนกลับทาง	93
1036	การแปลภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยเทคนิคการสร้างกฎ	97
1038	เครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้	101

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1040	การตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำนมดิบ โดยใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตัล คาปาซิเตอร์	105
1042	เครื่องให้อาหารกุ้งสวยงามแบบอัตโนมัติโดยอาดุยโน่	109
1043	ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	113
1045	เครื่องตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า	117
1047	แอปพลิเคชันคาดการณ์พลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์	121
1049	ระบบตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง	123
1050	การจำแนกความชื้นข้าวเปลือกมาตรฐานด้วยโพรบย่านไมโครเวฟอย่างง่ายโดยโหมดการวัดคลื่นสะท้อนกลับ	127
1051	นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก	131
1052	นวัตกรรมดิจิตอลการละเล่นพื้นบ้านไทยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา	135
1054	ระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IoT	139
1055	ชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงที่ความยาวคลื่น 850 1310 และ1550 นาโนเมตร โดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น	143
1056	เครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือแบบไร้สายสำหรับรถยนต์	147
1057	การออกแบบและสร้างเครื่องวัดน้ำหนักน้ำนม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งเพื่อใช้ในฟาร์มโคนม	151
1058	การพัฒนาแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมพีไอดี	155
1059	การควบคุมเครื่องส่องไฟแอลอีดีสำหรับรักษาภาวะทารกตัวเหลืองด้วยระบบสื่อสารระหว่างสรรพสิ่ง	159
1060	เครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์	163
1061	ชุดสาธิตการส่งสัญญาณแสงโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา	167
1062	เครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้	171
1064	การพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ	175
1065	หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด	179
1066	การประยุกต์ใช้วัสดุชีวภาพย่อยสลายได้สำหรับออกแบบสายอากาศในระบบการสื่อสารไร้สายยุคใหม่	183
1067	การทดสอบความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 50 MVA ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลตอบสนองความถี่	187
1068	การพัฒนาต้นแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการทำเกษตรแม่นยำในเรือนเพาะปลูก	191
1069	ความปลอดภัยของไอโอทีบลูทูธสำหรับระบบตรวจวัดตัวบ่งชี้สุขภาพโดยใช้ไอซีเข้ารหัส: การออกแบบและการใช้งานจริง	195
1070	เครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย	199
1072	การจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี	203
1073	ระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง กรณีศึกษา : ไร่เบอร์รี่ บริษัทนิลี่เบอร์รี่จำกัด ตำบลหนองแดง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน	207

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1074	วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานโดยใช้ VDGA เพียง 1 ตัวและการประยุกต์ใช้งาน	211
1076	การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชโดยใช้เซนเซอร์ SHT11	215
1077	หลักการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์	219
1078	วงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัดแรงดัน 50 kV	223
1083	ระบบติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องเพื่อแจ้งเตือนเด็กติดอยู่ภายในรถโรงเรียน	227
1084	เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ	231
1087	เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ	235
1088	ระบบการแจ้งเตือนระดับน้ำมันหล่อเย็นของเครื่องจักรกลอัตโนมัติผ่านข้อความไลน์	239
1089	ระบบเว็บจัดการฟาร์มกุ้ง	243
1090	เครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ดโดยใช้ระบบนิวเมติกร่วมกับอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	247
1092	ชุดสมองกลฝังตัวควบคุมคันเร่งของรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ	251
1096	การออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง	255
1097	ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า	259
1098	เครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	263
1100	AU Inverted Pendulum	267
1101	ระบบศูนย์กลางการซื้อขายแลกเปลี่ยนขยะรีไซเคิล	271
1102	การพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ตามกระบวนการแบบสะเต็มศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม	275
1103	ชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่	279
1104	หุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดยพีแอลซี	283
1108	การวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล	287
1109	การพัฒนาเครื่องเพาะปลูกอัจฉริยะร่วมกับระบบผู้ช่วย และแอปพลิเคชันที่เชื่อมโยงความรู้สึกจำลองของพืชและมนุษย์	291
1110	ชุดอุปกรณ์ช่วยติดตั้งเสาสัญญาณเครือข่ายไร้สายระยะไกล	295
1111	วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่ควบคุมได้ด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ VDTA	299
1112	ระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัติ	303
1114	ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	307
1115	บล็อกเชนสำหรับหลักฐานสื่อผสมแบบกระจาย	311
1117	ระบบจัดการการทดสอบความสามารถการประสานสัมพันธ์กลไกการเคลื่อนไหวทางการกีฬา	315
1118	วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ควอเดรเจอร์ 4 เฟส โดยใช้ CDCTAs ที่ควบคุมด้วยกระแส	319
1119	ระบบการส่งวีดิทัศน์ระยะไกลผ่านช่องสัญญาณที่มีขนาดจำกัด	323
1120	การศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจจับการทำงานที่ผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มน้ำไร้แปรงถ่าน และเซนเซอร์สามเฟสกระแสตรงแบบจุ่มที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร	327

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1122	การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์	331
1123	การประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา	335
1124	พัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย	339
1125	การสังเคราะห์วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมดด้วย CCCCTA	343
1126	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการดึงความรู้จากข้อมูลที่เกิดจากการบันทึกไม่แน่นอน	347
1127	การพัฒนาระบบสอบเทียบอาร์เอฟเพาเวอร์มิเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEW	351
1130	ระบบอาร์เอฟไอดีต้นทุนต่ำโดยอาศัยอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับการแข่งวิ่งมินิมาราธอน	355
1131	การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	359
1132	การออกแบบ และพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ ในกระบวนการผลิตกาแฟ	363
1133	การพัฒนาชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยบอร์ดไมโครบิต	367
1134	การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สะเต็มศึกษา	371
1135	บ้านอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT และ Amazon Cloud	375
1141	The Automatic Control system for Plant nursery under LED Light Using Microcontroller	379
1142	การแบ่งชั้นในภาพชั้นวางหนังสือด้วยทิศทางของเกรเดียนต์	383
1148	การปรับปรุงเครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิคสำหรับชุดทันตกรรมเคลื่อนที่	387
1149	แบบจำลองโมบายแอพพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์ กรณีศึกษา สถานที่ท่องเที่ยวใน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	391
1151	การปรับปรุงประสิทธิภาพกรผลิตการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการผลิตทองคำเปลวในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	395
1152	การสื่อสารด้วยบีม อนาคตแห่งการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 (5G) (Invited)	399
1153	เครื่องถ่ายภาพยาในสภาวะแวดล้อมแบบปิดเพื่อเก็บคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะ	403
1154	ระบบวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัติโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมการประมงน้ำจืดขนาดเล็ก	407
1155	การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงดิจิตอลไร้สาย	411
1156	ระบบควบคุมการเข้าออกสำหรับองค์กรด้วยบอร์ดราสเบอรี่พาย	415
1157	ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ โรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวผ่านเว็บบราวเซอร์	419
1158	Conthea: ระบบช่วยสื่อสารในทีมงานละครเวที	423
1159	ระบบจัดตารางสอนบนเว็บไซต์สำหรับโรงเรียน	427
1160	กลยุทธ์การอ่านข้อมูลหลายแทร็กด้วยหัวอ่านเดียวในระบบการบันทึก ข้อมูลเชิงแม่เหล็กบิตแพทเทิร์นมีเดีย	431
1161	การจำแนกเสียงวรรณยุกต์ด้วยสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์	435

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1162	การพัฒนาระบบการวัดเพื่อหาขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์	438
1163	การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและการส่งเสริมพัฒนาการเด็กวัยแรกเกิดถึงห้าปี	442
1164	การจำลองและการตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนในแท่งความร้อนสำหรับโรงงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	446
1165	การศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมแบบป้อนกลับมุมเลี้ยวสำหรับรถเข็นผู้พิการไฟฟ้า ขับเคลื่อนล้อเดี่ยวด้วยตัววัดมุมแบบ absolute rotary encoder	450
1166	การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเกษตรกรรม	454
1167	ชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band	458
1168	ระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติ	462
1169	การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม LabVIEW ในการสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล	466
1170	ชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์	470
1171	ระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูปด้วยการประมวลผลภาพ	474
1172	การตรวจจับป้ายบังคับจราจรแบบวงกลม โดยใช้การแยกสีและการแปลงฮัฟวงกลม	478
1173	ระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือ	482
1174	รถขนส่งสื่อสารทุกสรรพสิ่ง	486
1175	การพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งความถี่สูงสำหรับการทดสอบระบบสื่อสาร	490
1176	การพัฒนาระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล	494
1177	การสอนด้านวิศวกรรมโดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA สำหรับการศึกษาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า	498
1178	แอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเอง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	502
1180	การออกแบบและพัฒนาระบบสอบเทียบเครื่องวัดกำลังคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ เพื่อการแพทย์และอุตสาหกรรมในประเทศไทย	506
1181	การศึกษาทัศนคติด้านความปลอดภัยของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี	510
1182	การออกแบบระบบให้บริการเครือข่ายเสมือนที่ขยายได้สำหรับรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเข้าสู่ศูนย์ข้อมูล	513
1183	ระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ควบคุมกลางแจ้ง	517
1184	ตู้ฟักไข่อัตโนมัติ	521
1185	ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุและระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์	525
1186	รถเข็นคนพิการควบคุมอัตโนมัติสำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนบนลงมา	529
1187	อุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ	533
1189	การพัฒนาเทคนิคเจอเนอรัลไลฟ์ทรานส์ฟอร์มแบบใหม่ด้วยเทรชโฮลด์ปรับค่าได้สำหรับแครี่เพต	537

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1190	การเปรียบเทียบตัวแบบของเครือข่ายประสาทเทียม อารีมา และการแปลงเวฟเล็ต สำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าระยะสั้น	541
1191	การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์	545
1192	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาลด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานความจริง	549
1193	การศึกษากระบวนการหาเส้นทางใหม่ของโพรโทคอล RPL สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย	553
1194	การศึกษาการนำเอาตัวเก็บประจุยิ่งยวดมาใช้เก็บพลังงาน	557
1195	การตรวจสอบแบบวิทัศน์ชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจกในรถยนต์	561
1196	ระบบรู้จำเสียงชื่อเพลงไทย โดย ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม และ ระบบโครงข่ายประสาทเทียม	565
1197	ระบบตรวจจับการล้ม/จำแนกอิริยาบถพร้อมทั้งระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีซิกบี	569
1198	การออกแบบและสร้างท่ออิมพีแดนซ์ สำหรับการวัดการดูดซับของวัสดุทางเสียง	573
1199	การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์รับส่งข้อมูลบนมาตรฐาน TETRA	577
1203	อุปกรณ์สำหรับติดตามและระบุตำแหน่งบุคคล	581
1205	ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ	585
1206	โรงเรือนปลูกผักสวนครัวด้วยแสงแอลอีดีผ่านระบบเครือข่าย	589
1207	การตรวจสอบการเกิดอัคคีภัยจากพฤติกรรมการใช้กระแสไฟฟ้า	593
1208	หลอดไฟ LED สำหรับแปลงปลูกไม้ดอกพืชวันสั้นโดยใช้เทคนิคการปรับความส่องสว่างของแสงสีแดง	597
1209	ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนผ่าน Smart Phone	601
1210	ระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)	605
1212	ระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)	603
1213	ระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)	613
1214	การตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์โดยระบบคลาวด์	617
1215	ระบบนับเม็ดยาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	621
1216	ระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กโดยใช้อุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัว	625
1217	อุปกรณ์แจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บริเวณบ้านของเด็ก	629
1218	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารและการจัดการร้านขายยา	632
1219	อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อช่วยคนพิการทางสายตาข้ามถนน	636
1222	ตัวกรองสัญญาณแสงแบบครอปปรับค่าได้สำหรับการสื่อสารบนโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM	639
1223	การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อกระบวนการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2.	643
1224	การศึกษาการจัดวางส่วนประกอบในการสร้างคับเปลอร์แบบโพลีเมอร์ชนิด 2x2	647

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1225	การลดผลกระทบของการอ่านไม่ตรงแทร็กแบบไม่คงที่บนพื้นฐานสัญญาณอ่านกลับในระบบบิตแพตเทิร์นมีเดีย	651
1226	อุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)	655
1227	เครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย	659
1228	เครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB	663
1229	การสร้างตัวควบคุม SPI โดยใช้ FPGA และประยุกต์ใช้สำหรับ F-RAM	667
1230	การสร้างตัวควบคุม I^2C โดยใช้ FPGA และนำไปประยุกต์ใช้สำหรับ RTC	671
1232	ระบบปั๊มน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประยุกต์ใช้งานเกษตรกรรม	675
1233	การออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1สำหรับระบบควบคุมความเร็ว	679
1234	การออกแบบระบบควบคุมสำหรับรถเข็นคนพิการ	683
1235	การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง	687
1236	อุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตา	691
1238	ระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์	695
1239	รถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย	699
1240	เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลในจังหวัดสกลนคร	703
1241	โซลิดสเตทรีเลย์สำหรับการเปลี่ยนแทนรีเลย์ A/C ของรถยนต์	707
1242	ไฟส่องสว่างถนนอัตโนมัติพลังงานแสงอาทิตย์	710
1243	การจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้า	714
1245	ระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที (IOT)	718
1246	เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบใช้มือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก	722
1247	การออกแบบและสร้างระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์	726
1248	ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์	730
1249	การแจ้งเตือนขยะผ่านแอพพลิเคชันไลน์	734
1251	เครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน	738
1254	การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์	742
1255	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศเพื่อแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้ง : กรณีศึกษาทางโค้งถนนสาย 4046 ช่วงสะพานข้ามคลองสองแพรก อ.สิเกา จ.ตรัง	746
1258	ระบบสารสนเทศเพื่อการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นรถไฟ	750
1259	โมดูลหุ่นรถสำรวจควบคุมผ่านระบบแอนดรอยด์	754
1260	ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อสื่อการสอนออนไลน์	758
1261	ระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและรักษาความปลอดภัยด้วย IoT บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์	762
1262	ระบบสารสนเทศ ECU ฝังตัวกับการประมวลผล AI เพื่อการแสดงสถานะเครื่องยนต์	766

PID	เรื่อง/ผู้แต่ง	หน้า
1263	กระดาษหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์	770
1264	วงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้าควบคุมแบบจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้สำหรับการใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์	774
1265	การพัฒนาการสอบเทียบที่อุณหภูมิสูงกว่า 1500 °C โดยวิธีลวดเกลียวของแพลเลเดียม	777
1266	การพัฒนาระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษตามแนวทาง Write Once, Run Anywhere	781
1267	การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บเมื่อเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยใช้การถดถอยโลจิสติกส์	785
1268	การพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass	789
1269	การพัฒนาการแสดงตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือสำหรับ Mobile Application บนทางพิเศษ	793
1270	ระบบอัตโนมัติสำหรับเฝ้าดูค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด–ด่างและค่าอุณหภูมิในการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์	797
1271	พฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น “EXAT Traffic” เพื่อการตรวจสอบสภาพจราจรบนทางพิเศษ	801
1272	อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะในศีรษะจำลอง ขณะถูกคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่จากโทรศัพท์เคลื่อนที่	805
1273	การป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน: กรณีเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียว	809
1275	โปรโตคอลสำหรับเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย	813
1276	การปรับปรุงขั้นตอนวิธีระบุตำแหน่งภายในอาคารจากจุดเซ็นทรอยด์บนแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์	817

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติ
Automatic Control Farming System in Flowerpot

ปิยะพล เรืองทิพย์[1] รวีโรจน์ รัตนเดชานาคินทร์[1] จารุวัฒน์ พัฒน์มณี[1] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[1] ชัยรัตน์ พินทอง[1] และ สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964357 E-mail: surachetka@nu.ac.th

บทคัดย่อ
การปลูกต้นไม้ภายในอาคารจะช่วยสร้างความผ่อนคลายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ แต่การปลูกต้นไม้นั้นจะต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอ Arduino ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นสมาร์ทดีไวซ์ต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงจะทำการพัฒนาระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติโดยอาศัย Arduino UNO R3 ซึ่งระบบนี้จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้แสงและน้ำแก่ต้นไม้ได้เป็นเวลา 7 วัน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของต้นไม้และยังสามารถควบคุมการให้แสงและน้ำได้เองผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ซึ่งจากผลการทดลองใช้งานระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติพบว่า ต้นเบญจมาศที่ถูกใช้ในการทดลองยังคงมีลักษณะที่ไม่แตกต่างไปจากก่อนที่จะถูกทำการทดลอง และจากการทดลองควบคุมระบบการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันพบว่า ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของต้นไม้และควบคุมการให้แสงและน้ำผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติมาใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: Arduino UNO R3, แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน, สมาร์ทโฟน

Abstract
Growing indoor plants will help to relax and increase the efficiency of your work. But planting trees must be taken care of regularly. Arduino has been developed as a smart device, so in this research will develop a control system for planting trees in the pot by using Arduino UNO R3. The system is equipped with a 7-day light and water system that allows users to monitor the status of the tree and control it via an Android app. From the results, the control system of tree planting in the automatic tree was found. The chrysanthemum that is used in the experiment is still no different from before being experimented. And from the experiments that control the system of tree planting within the automatic tree pots through the Android application, it was found. Users can track tree status and control lighting and water through Android apps. This shows that the automatic control planting system can be used in the real life.

Keywords: Arduino UNO R3, Android Application, Smart phone

1. บทนำ
การสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับผู้อยู่อาศัยในบ้านหรือผู้ปฏิบัติงานในอาคารสำนักงานนั้น จะช่วยสร้างความผ่อนคลายและช่วยส่งเสริมให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพที่เพิ่มสูงขึ้น การปลูกต้นไม้ภายในอาคารนั้นเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งจะช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับบ้านหรืออาคารสำนักงานได้ แต่การปลูกต้นไม้ภายในอาคารนั้นจำเป็นที่จะต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอโดยมีปัจจัยที่จะต้องคำนึงถึงอยู่หลัก ๆ 3 ปัจจัย ได้แก่ แสง อุณหภูมิ และการให้น้ำ ซึ่งหากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งมีปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ต้นไม้ตายลงในที่สุด จะพบว่าการดูแลต้นไม้นั้นเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและความเอาใจใส่พอสมควร แต่ในปัจจุบันนั้นเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น อินเตอร์เน็ต สมาร์ทโฟน หรือ สมาร์ทดีไวซ์เป็นต้น Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาพัฒนาเป็นสมาร์ทดีไวซ์ต่าง ๆ เช่น ระบบเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติให้กับสัตว์เลี้ยง ระบบสมาร์ทโฮม เป็นต้น [1-2] ซึ่งหากสามารถนำเทคโนโลยี Arduino มาประยุกต์ใช้งานกับการดูแลรักษาต้นไม้ภายในอาคารได้แล้ว ก็จะสามาช่วยลดเวลาในการดูแลรักษาต้นไม้ลงได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ทำการสร้างระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino และเทคโนโลยีทางด้านโครงข่ายไร้สายร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำการให้แสงแก่ต้นไม้ และยังสามารถติดตาม แจ้งเตือนสถานะของตัวอุปกรณ์ผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันได้อีกด้วย โดยจะทำการทดลองระบบเป็นเวลา 7 วัน ซึ่งต้นไม้ที่จะถูกใช้ในการทดลองนี้คือต้นเบญจมาศ

2. ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system)

ระบบสมองกลฝังตัวคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลในลักษณะของการประมวลผลสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพที่ไม่เทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์แต่ก็มีข้อดีคือมีขนาดที่เล็กและสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้

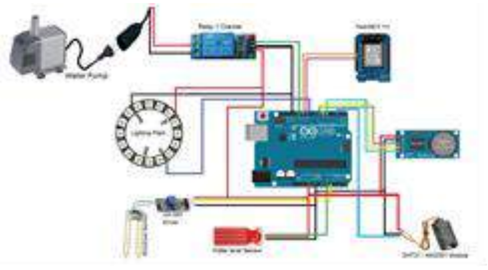
2.1 Arduino UNO R3

ในงานวิจัยนี้จะอาศัยวงจร Arduino รุ่น UNO R3 [3] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติ เนื่องจากวงจร Arduino รุ่น UNO R3 นี้สามารถใช้ภาษา C++ ในการพัฒนาโปรแกรมได้ โดยมีไลเบอร์รี่ (Library) ที่รองรับกับการรับค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ หรือการสั่งเปิดปิดรีเลย์ และยังสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ผ่านสาย Universal Serial Bus (USB) สามารถจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่หรือจากสาย USB ได้โดยตรง จึงทำให้มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาอุปกรณ์ โดยวงจร Arduino รุ่น UNO R3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 Arduino UNO R3

2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

วงจรของระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัตินั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น บอร์ด Arduino รุ่น UNO R3 บอร์ด ESP8266 [4] และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เป็นต้น โดยระบบจะสามารถทำงานได้โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังรูปที่ 2

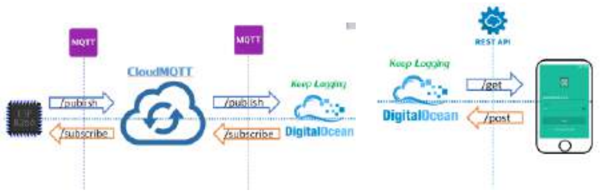


รูปที่ 2 วงจรควบคุมระบบดูแลต้นไม้อัตโนมัติ

จากรูปที่ 2 การทำงานจะเริ่มจากการเก็บค่าสถานะต่าง ๆ จากเซ็นเซอร์ ซึ่งค่าถานะที่ถูกจัดเก็บจะมีดังนี้ ค่าความชื้นในดินซึ่งจะถูกวัดค่าด้วยเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน ค่าปริมาณน้ำในที่กักเก็บจะถูกวัดค่าโดยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ ค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศจะถูกวัดค่าโดยเซ็นเซอร์วัดความชื้นโมดูล DHT21/AM2301 ซึ่งในขณะที่ทำการจัดเก็บค่าสถานะต่าง ๆ นั้นจะมีการบันทึกเวลาโดยใช้โมดูลนาฬิกาในการเก็บข้อมูล หลังจากเก็บค่าสถานะต่าง ๆ พร้อมกับเวลาแล้ว จะทำการส่งข้อมูลไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์ผ่านทางการทำงานของบอร์ด ESP8266 เพื่อรอรับคำสั่งที่จะถูกส่งมาจากแอนดรอยด์แอปพลิชันต่อไป

2.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กับสมาร์ทโฟน

ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติกับสมาร์ทโฟนนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยจะมีตัวกลางในการส่งข้อมูลคือเซิร์ฟเวอร์ซึ่งจะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3



(ก) (ข)

รูปที่ 3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติกับสมาร์ทโฟน

จากรูปที่ 3(ก) จะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด ESP8266 กับเซิร์ฟเวอร์ โดยบอร์ด ESP8266 จะส่งค่าสถานะต่าง ๆ พร้อมกับรับคำสั่งที่ส่งมาจาก Cloud MQTT โดยผ่านโปรโตคอล MQTT [5] จากนั้น Cloud MQTT จะส่งคำสั่งที่ได้รับมาไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์ ในขณะเดียวกันเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งคำสั่งการทำงานกลับไปที่ Cloud MQTT และจะนำข้อมูลที่ได้รับมาไปแสดงที่บนสมาร์ทโฟนต่อไป

จากรูปที่ 3(ข) จะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับสมาร์ทโฟน โดยจะมีการดำเนินงานอยู่ 2 อย่าง คือ การดึงค่าที่เก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์มาแสดงบนแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน [7-8] และการสั่งการเปิด-ปิดไฟ Light Emitting Diode (LED) กับปั๊มน้ำที่ใช้ในการดูแลต้นไม้โดยจะทำงานผ่าน RESTful API Web Service ด้วยภาษา PHP

3. แผนผังการดำเนินงานวิจัย

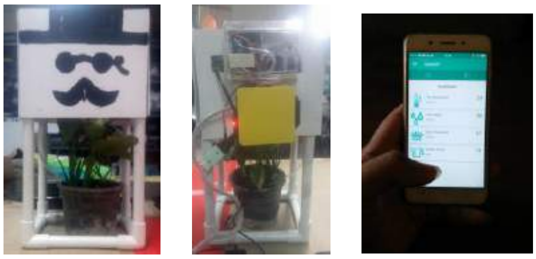
จากการศึกษาอุปกรณ์และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในวงจรควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติในส่วนที่ 2 แล้ว จะสามารถทำการแสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัยได้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 5 เมื่อผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบแล้ว เซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งค่าที่ได้รับจากการลงชื่อเข้าใช้งานไปตรวจสอบและยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน จากนั้นระบบจะทำการส่งค่าอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสงที่ได้จากการวัดค่าด้วยเซนเซอร์ต่าง ๆ บนบอร์ด Arduino UNO R3 และจะใช้บอร์ด ESP8266 ในการส่งค่าที่วัดได้ให้กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำค่าที่ได้ไปแสดงผลและรับคำสั่งจากผู้ใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน เมื่อผู้ใช้งานทำการส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติแล้ว ชุดคำสั่งจะถูกส่งไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งคำสั่งที่ได้รับมายังที่บอร์ด ESP8266 เพื่อทำการส่งคำสั่งต่อไปยังที่บอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อทำการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและหลอดไฟ LED ที่อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

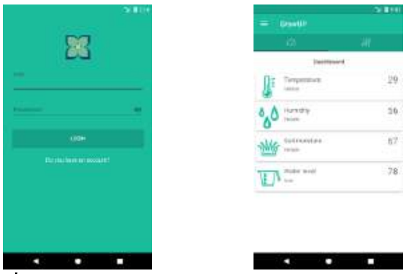
ในการทดลองของงานวิจัยนี้จะทำการทดลองใช้งานระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติเป็นเวลา 7 วัน โดยระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6



(ก) (ข) (ค)

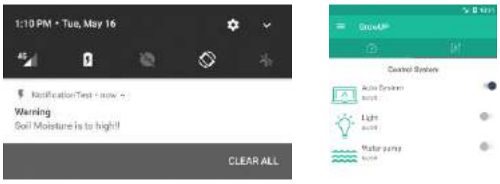
รูปที่ 6 อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ และแอปพลิเคชันสำหรับควบคุม

จากรูปที่ 6(ก) และ 6(ข) เป็นการแสดงอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติด้านหน้าและด้านหลังตามลำดับ โดยอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติดังแสดงในรูปนั้นจะสามารถทำการวัดอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์ สามารถวัดค่าความชื้นในดินของกระถางต้นไม้ และสามารถวัดระดับน้ำคงเหลือของอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำการติดตามค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์ ค่าความชื้นในดินของกระถางต้นไม้ และระดับน้ำคงเหลือของอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติได้จากการเข้าใช้งานระบบจากแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนดังแสดงในรูปที่ 6(ค) ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานทำการเข้าระบบจากแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแล้วจะพบหน้าจอที่แสดงข้อมูลสภาวะแวดล้อมของต้นไม้ซึ่งทำการวัดค่ามาจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จากอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอแสดงข้อมูลสภาวะแวดล้อมของต้นไม้

จากรูปที่ 7 จะพบว่าอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัตินั้นจะสามารถทำการแสดงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์ ค่าความชื้นในดินของกระถางต้นไม้ และระดับน้ำคงเหลือของอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติได้ตามลำดับ และเมื่ออุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติพบความผิดปกติจากการวัดค่าด้วยเซ็นเซอร์ต่าง ๆ แล้ว จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนดังรูปที่ 8



(ก) (ข)

รูปที่ 8 หน้าจอแสดงข้อมูลสภาวะแวดล้อมของต้นไม้

จากรูปที่ 8(ก) เมื่ออุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติพบว่าค่าความชื้นในดินของกระถางต้นไม้ที่วัดได้มีค่าที่สูงเกินไป ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติจะทำการส่งค่าจากเซ็นเซอร์ที่วัดได้ไปยังคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ เพื่อส่งค่าที่ได้ต่อไปยัง API เพื่อทำการคำนวณสถานะและจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำการลดค่าความชื้นในดินได้โดยการเปิดไฟ LED ที่ติดอยู่กับ

อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติให้กับต้นไม้ หรือหยุดการรดน้ำต้นไม้ได้ด้วยการเปิด-ปิดสวิตช์บนแอนดรอยด์แอปพลิเคชันดังแสดงในรูปที่ 8(ข) อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้ระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติทำงานได้อย่างอัตโนมัติโดยเปิดสวิตช์ Auto-system และเมื่อทำการทดลองใช้งานระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติในโหมด Auto-system ดูแลต้นเบญจมาศเป็นเวลา 7 วันแล้วจะสามารถแสดงผลการทดลองได้ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 ผลการทดลองใช้งานอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ

จากรูปที่ 9 จะพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 7 วันต้นเบญจมาศยังคงมีลักษณะที่ไม่แตกต่างไปจากก่อนที่จะถูกทำการทดลองด้วยอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติมาใช้งานได้จริง ดังนั้นในส่วนต่อไปจะทำการเปรียบเทียบอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติกับอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างง่าย (อุปกรณ์สามารถหาซื้อได้ทั่วไป) ในงบประมาณที่เท่ากัน โดยสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติกับอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างง่าย

รายการ	อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ	อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างง่าย
1. วัดค่าอุณหภูมิ	✓	-
2. วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	✓	-
3. วัดค่าความชื้นในดิน	✓	-
4. วัดระดับน้ำคงเหลือของอุปกรณ์	✓	-
5. สามารถแสดงสถานะของต้นไม้ผ่านสมาร์ทโฟน	✓	-
6. สามารถควบคุมการรดน้ำและให้แสงผ่านสมาร์ทโฟน	✓	-

จากตารางที่ 1 จะพบว่าในงบประมาณที่เท่ากัน อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติจะสามารถวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ ความชื้นในกระถางต้นไม้ สามารถแสดงค่าที่วัดได้ผ่านแอนด์ดรอยแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน และผู้ใช้งานยังสามารถทำการควบคุมการให้น้ำและแสงผ่านสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย ซึ่งการทำงานดังกล่าวนี้อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างง่ายไม่สามารถทำงานได้ แสดงให้เห็นอุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติมีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

5. สรุป

ระบบควบคุมการเพาะปลูกต้นไม้ภายในกระถางต้นไม้แบบอัตโนมัติสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้จริงเป็นเวลา 7 วัน โดยผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของต้นไม้ได้จากแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน และยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดการให้แสงและน้ำกับต้นไม้ได้ด้วยตนเองอีกด้วย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานประหยัดเวลาในการดูแลต้นไม้และสามารถดูแลรักษาต้นไม้ได้แม้ว่าจะอยู่ต่างสถานที่อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] A. V. Deshmukh., "Microcontrollers Theory and Applications," Tata Mc Graw-Hill., Delhi, 2005.

[2] B. Craft., "Arduino Projects For Dummies," John Wiley & Sons., United Kingdom, 2013.

[3] AIAA OC Rocketry., "Arduino UNO Revision 3 Board," Internet: http://aiaaocrocketry.org/AIAAOCRocketryDocs/SPARC2014/Arduino%20Uno%20Overview.pdf, Apr. 29, 2014 [Sep. 9, 2017).

[4] Espressif Systems., "ESP8266EX Datasheet.," Internet: https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf, Jun. 1, 2015 [Sep. 9, 2017).

[5] F. Azzola., "MQTT Protocol Tutorial: Step by step guide.," Internet: https://www.survivingwithandroid.com/2016/10/mqttprotocol-tutorial.html, Jun. 1, 2015 [Sep. 9, 2017).

[6] M. Reddy., "API Design for C++," Morgan Kaufmann., United State, 2011.

[7] L. Darcey and S. Conder., "Android™ Wireless Application Development Volume I: Android Essentials," 3rd ed., Addison-Wesley, United State, 2012.

[8] R. Meier., "PROFESSIONAL Android™ 4 Application Development," John Wiley & Sons., United State, 2012.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุทสำหรับวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ สำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

The Multiple Winding Planar Transformer Design of Half Bridge Converter for PV Application

ไพโรจน์ แสงอำไพ [1] กุสุมาลย์ เฉลิมยานนท์[2] สันติ การีสันต์[3]

[1,3]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

99 หมู่ 4 ต.ท้องเนียน อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราชโทรศัพท์: 075-754024 E-mail: Pairote.s@rmutsv.ac.th

[2]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

15 ถ.กาญจนวณิชย์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โทรศัพท์: 074-252659 E-mail: kusumal.s@psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์การออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวดในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์สำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการวิเคราะห์ปริมาณสนามแม่เหล็กในตัวหม้อแปลงโดยใช้วิธีไฟไนท์อิลิเมนต์ เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้มสนามแม่เหล็กของหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวดจากรูปแบบการวางชั้นขดลวด ซึ่งผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบจากการแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสนามแม่เหล็กของหม้อแปลงในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ สามารถนำไปสู่แนวทางการออกแบบเพื่อการลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ชนิดหลายเอาท์พุทสำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

คำสำคัญ: หม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท, ความเข้มสนามแม่เหล็กฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์, ไฟไนท์อิลิเมนต์

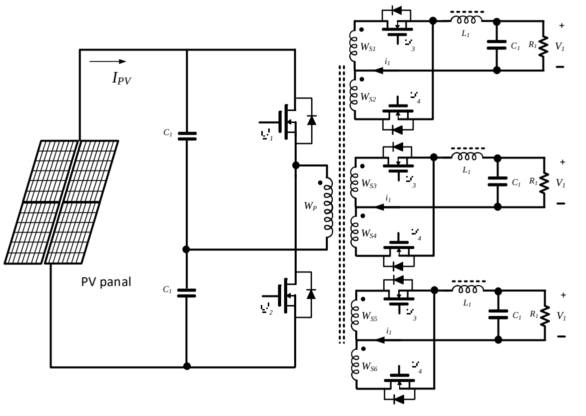
Abstract

The paper presents the analysis of multi-winding planar transformers of half bridge converter for solar cell applications. The analyzing the amount of magnetic field in planar transformer using the finite element method and compare the magnetic field intensity variation of the multi-winding planar transformer design. The comparative results from the analysis illustrate the magnetic field changes in the planar transformer of half bridge converter. The results lead to design guidelines and reduction of the losses in the multi-output half bridge converter circuit for PV Applications.

Keywords: Multi-Winding, Planar Transformer, Half Bridge Converter, Finite Element, Magnetic file intensity,

1. บทนำ

ปัจจุบันวงจรสวิตชิงเพาว์เวอร์ซัพพลายถูกนิยมนำมาใช้งานกับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ อีกทั้งสามารถนำมาใช้กับแหล่งจ่ายพลังงานให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องมือสื่อสารในชนบทหรือที่ห่างไกล และมีแนวโน้มการใช้งานยิ่งสูงขึ้น[1] วงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรหนึ่งที่นิยมถูกนำมาพัฒนาและใช้งานที่พิกัดกำลังสูง อีกทั้งสามารถขยายจำนวนเอาท์พุทของวงจร เพื่อใช้งานกับระดับพิกัดแรงดันที่ต้องการได้ ดังรูปที่1



รูปที่1 วงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ชนิดหลายเอาท์พุทสำหรับเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

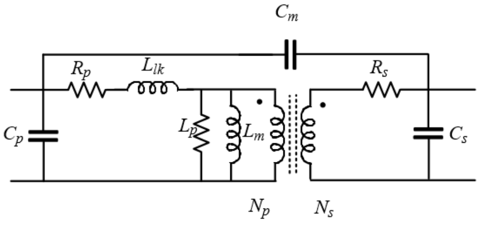
โดยทั่วไปการออกแบบหม้อแปลงในวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายจะมีค่าเหนี่ยวนำรั่วเกิดขึ้นในตัวหม้อแปลง ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ชนิดหลายเอาท์พุทจะมีค่าความเหนี่ยวนำรั่วที่เกิดในตัวหม้อแปลงจากการออกแบบหม้อแปลงที่เกิดจากนำกระแสของมอสเฟส และส่งผลต่อการสูญเสียในตัวหม้อแปลง [2] และเมื่อมีการเพิ่มจำนวนเอาท์พุทมากขึ้นจะยิ่งส่งผลกระทบสูงขึ้น ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการควบคุมสนามแม่เหล็กในตัวหม้อแปลงและออกแบบ

หม้อแปลงที่เหมาะสม วิธีการดังกล่าวสามารถใช้แกนหม้อแปลงพลานาร์หรือหม้อแปลงระนาบ มีคุณลักษณะทางโครงสร้างที่เกิดค่าความเหนียวนำรั่วที่ต่ำ [3] ,[4] และสามารถออกแบบการวางชั้นขดลวดในตัวหม้อแปลงเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กและค่าความเหนียวนำรั่วในตัวหม้อแปลงชนิดหลายเอาท์พุทได้

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการเปรียบเทียบและวิเคราะห์รูปแบบการออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์ชนิดหลายเอาท์พุทด้วยหม้อแปลงพาร์นาร์โดยใช้วิธีการไฟไนท์อิลิเมนต์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กของหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวด ที่เกิดขึ้นในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์ชนิดหลายเอาท์พุท

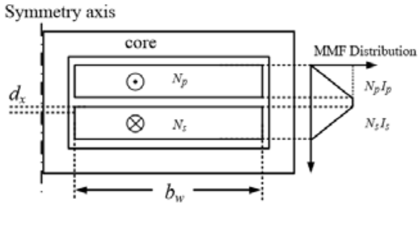
2. สนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์

วงจรสมมูลหม้อแปลงพลานาร์ซึ่งมีองค์ประกอบทางกายภาพที่ประกอบด้วยแกนเฟอร์ไรท์และชั้นขดลวดแผ่น PCB ที่วางซ้อนกัน ข้อดีของหม้อแปลงพลานาร์มีสมบัติการสูญเสียทางไฟฟ้าและค่าความเหนียวนำรั่วน้อยกว่าแกนหม้อแปลงรูปแบบอื่นๆ และมีขนาดเล็กประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรสมมูลตัวหม้อแปลงพลานาร์

การวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในตัวหม้อแปลงสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมจากค่าความเข้มสนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กที่สะสมเกิดขึ้นในหม้อแปลง จากรูปแบบการวางขดขดลวดเพื่อพิจารณาปริมาณสนามแม่เหล็กในพื้นที่การพันขดลวดของหม้อแปลงพลานาร์ สามารถประมาณค่าได้ดังในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความเข้มสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในตัวหม้อแปลงพลานาร์

พลังงานแม่เหล็กสะสมและค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในตัวหม้อแปลง ขึ้นอยู่ตำแหน่งการวางขดลวดและจำนวนชั้นการพันขดลวดที่มีกระแสไหลผ่าน ดังสมการที่ 1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของแกนหม้อแปลงและตำแหน่งวางตำแหน่งขดลวดในตัวหม้อแปลง

$$E_{energy} = \frac{1}{2}\int_{total} B \cdot H \cdot dV = \frac{1}{2} \cdot L_{lk} \cdot I_p^2 \qquad (1)$$

$$E_{energy} = \frac{\mu_o}{2}\sum\int_0^h H^2 \cdot l_w \cdot b_w \cdot dx \qquad (2)$$

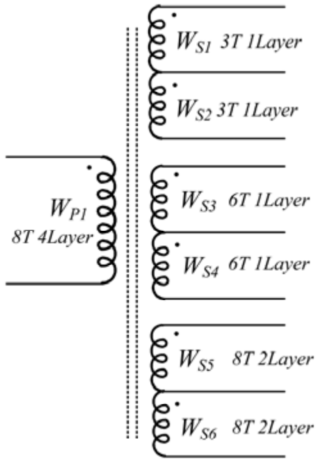
หม้อแปลงพลานาร์สำหรับวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์สามารถออกแบบโดยให้มีขนาดแกนที่เหมาะสมกับพิกัดกำลังและปริมาณความหนาแน่นสนามแม่เหล็กในตัวหม้อแปลงโดยสามารถหาขนาดแกนเฟอร์ไรท์ ดังในสมการที่ 3

$$A_p = \frac{P_n}{K_j K_u B_m J f} 10^4 \qquad (3)$$

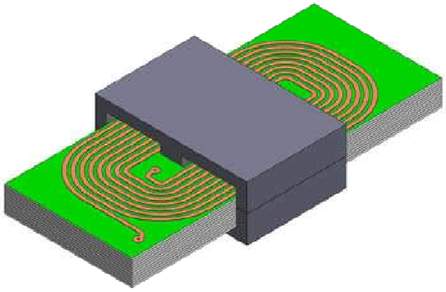
3. การออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท

3.1 หม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท

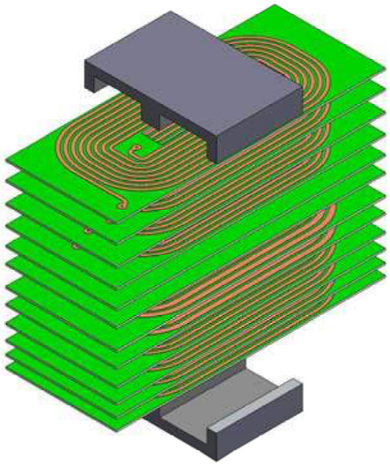
การออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเข้มสนามแม่เหล็กในแกนหม้อแปลง โดยมีแรงดันอินพุท 48V แรงดันเอาท์พุทหลัก(Main Output :W_2) 5V(12A) แรงดันเอาท์พุทย่อย (Auxiliary Output:W_3,W_4) ที่ 12V(10A) และ 24V(12A) ที่ความถี่ 100KHz ด้วยแกนเฟอร์ไรท์ Planar E58/11/38 ชนิด 3C8 โดยมีจำนวนรอบและจำนวนชั้นแผ่น PCB ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หม้อแปลงพลานาร์ชนิด 3 เอาท์พุท



รูปที่ 5 หม้อแปลงพลานาร์ในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์

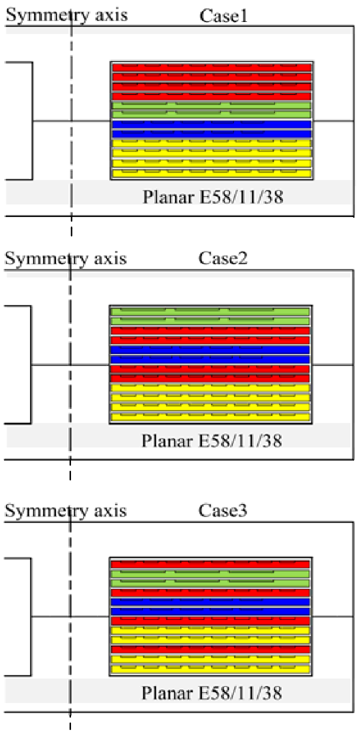


รูปที่ 6 การจัดวางชั้นขดลวดหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวดในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์

ตารางที่1 ตำแหน่งการแผ่นชั้นขดลวดในหม้อแปลงพลานาร์

PCB Layer	Case1	Case2	Case3
Layer 1	Wp1	Ws1	Wp1
Layer 2	Wp1	Ws2	Ws1
Layer 3	Wp1	Wp1	Ws2
Layer 4	Wp1	Wp1	Wp1
Layer 5	Ws1	Ws3	Ws3
Layer 6	Ws2	Ws4	Ws4
Layer7	Ws3	Wp1	Wp1
Layer8	Ws4	Wp1	Wp5
Layer9	Ws5	Ws5	Wp5
Layer 10	Ws5	Ws5	Wp1
Layer 11	Ws6	Ws6	Wp6
Layer 12	Ws6	Ws6	Wp6

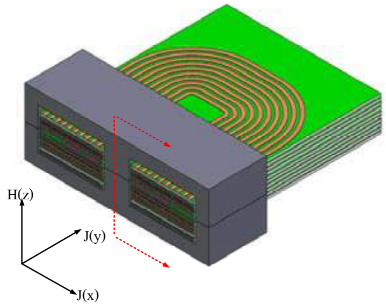
การออกแบบการวางชั้นขดลวดด้วยแผ่น PCB หนา 0.8mm วางตำแหน่งขดลวดในตัวหม้อแปลงของวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งการทำงานในวงจรฮาล์ฟบริดจ์ มอสเฟส Q_1 และ Q_2 จะสลับกันนำกระแสโดยออกแบบแบ่งกลุ่มจัดชั้นขดลวดแผ่น PCB ใน 3 กรณี ดังรูปที่ 7 เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น



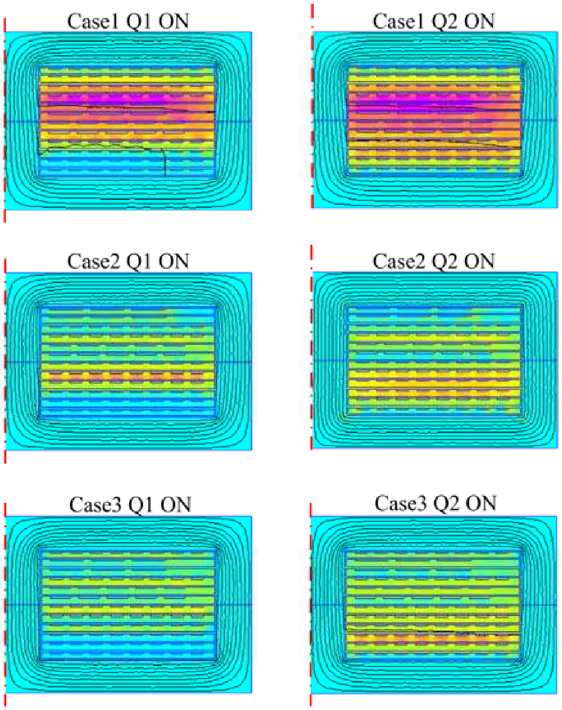
รูปที่ 7 ตำแหน่งขดลวดหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวด

3.2 การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กด้วย Finite Element Magnetics Method

การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มสนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุท เพื่อศึกษาปริมาณและการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากรูปแบบการวางชั้นขดลวด โดยวิธีไฟไนท์อิลิเมนต์ (FEMM 4.0) ดังรูปที่ 8

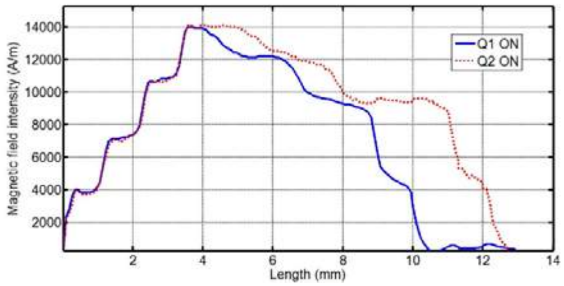


รูปที่ 8 ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์



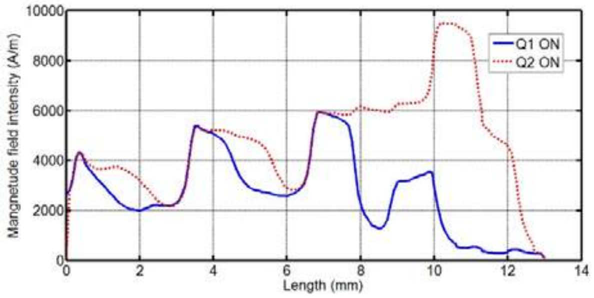
รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงความเข้มสนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายขดลวดในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์

การเปรียบเทียบพฤติกรรมความเข้มสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในตัวหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุทในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ เมื่อกระแสไหลผ่านในขดลวดหม้อแปลงพลานาร์ จะเห็นว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในปริมาณและตำแหน่งชั้นขดลวดที่ต่างกัน เมื่อ Q1และQ2 สลับกันนำกระแส ดังเปรียบเทียบดังรูปที่ 10 และ รูปที่ 11



รูปที่10 ความเข้มสนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์ Case1

ปริมาณความเข้มสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในแกนหม้อแปลงพื้นที่ชั้นวางขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกัน ในการวางรูปแบบที่1 ที่จัดชุดกลุ่มจะมีปริมาณความเข้มที่สูง



รูปที่11 ความเข้มสนามแม่เหล็กในหม้อแปลงพลานาร์ Case3

ในขณะที่รูปแบบที่ 2 จัดชุดขดลวดโดยแบ่งขดลวดอินพุท เป็น 2 กลุ่มและในรูปแบบที่ 3 แบ่งชุดขดลวดโดยนำอินพุทแบ่งแทรกระหว่างชั้นขดลวด การเปลี่ยนแปลงที่ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในพื้นที่ขดลวดของหม้อแปลงพลานาร์จะมีปริมาณ ใกล้เคียงกันทั้งแกนหม้อแปลง ซึ่งผลส่งผลให้ค่าพลังงานสะสมในหม้อแปลงจะมีค่าใกล้เคียงกันทั้งแกนหม้อแปลงพลานาร์

5. สรุป

ปริมาณความเข้มสนามแม่เหล็กในการออกแบบหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุทในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดวางตำแหน่งขดลวดที่เหมาะสม จะควบคุมปริมาณการเกิดความเข้มสนามแม่เหล็กในตัวหม้อแปลงพลานาร์ ซึ่งรูปแบบพันขดลวดที่จัดชั้นขดลวดแบบกระจาย ชั้นขดลวดจะช่วยลดปริมาณความเข้มสนามแม่หล็กซึ่งจะนำไปสู่การควบคุมค่าความเหนียวนำรั่วในและลดการสูญเสียในหม้อแปลงพลานาร์ชนิดหลายเอาท์พุทในวงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์สำหรับสำหรับเซลส์พลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

[1] European Renewable Energy Council, "Renewable Energy Scenario to 2040 - Half of Global Energy Supply," EREC, 2004, p. 16.

[2] D. Linde, C.A.M. Boon, J.B. Klaassens, "Design of a high frequency planar power transformer in multilayer technologies", IEEE Transactions on Industrial Electronic, April 1991.

[3] S. Stegen and J. Lu, "Structure comparison of high-frequency planar power integrated magnetic circuits", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 47, no. 10, pp. 4425-4428, Oct. 2011.

[4] S. Djuric, G. Stojanovic, M. Damnjanovic, M. Radovanovic, and E. Laboure, "Design, modeling, and analysis of a compact planar transformer", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 48, no. 11, pp.4135-4138, Nov. 2012.

อุปกรณ์ตรวจสอบรถรับส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์

An Online School Shuttle Checking Instrument

กฤษฎา สักแก้ว[1] พีระยุทธ ศรีวิเศษ[1] จารุวัฒน์ พัฒน์มณี[1] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[1] ชัยรัตน์ พินทอง[1] และ สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964357 E-mail: surachetka@nu.ac.th

บทคัดย่อ

จากสภาวะการจราจรที่คับคั่งในปัจจุบันส่งผลให้ครอบครัวที่มีบุตรหลานต้องใช้เวลาบนท้องถนนมากยิ่งขึ้น รถรับ-ส่งนักเรียนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดเวลาที่ต้องใช้บนท้องถนนได้ แต่การอาศัยรถรับ-ส่งนั้นก็อาจทำให้ผู้ปกครองเกิดความรู้สึกกังวลใจในความปลอดภัยของบุตรหลานได้เช่นกัน Raspberry เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสามารถเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงจะทำการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์โดยอาศัย Raspberry Pi 3 ซึ่งอุปกรณ์ที่ได้ทำการพัฒนานั้นจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคืออุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนรถรับ-ส่งนักเรียนซึ่งมีหน้าที่ในการสแกนลายนิ้วมือของเด็กนักเรียน ตรวจสอบอุณหภูมิและตำแหน่งของรถ และส่วนของเว็บแอปพลิเคชันซึ่งจะทำการแสดงสถานะต่าง ๆ ที่ได้จากรับมาอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนรถ ซึ่งจากการทดลองใช้งานอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์จะพบว่าสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้จริง ซึ่งจะสามารถช่วยลดความกังวลใจของผู้ปกครองลงได้

คำสำคัญ: Raspberry Pi 3, เว็บแอปพลิเคชัน, สมาร์ทโฟน

Abstract

From the current traffic conditions, families with children have to spend more time on the road. School shuttle is an option that can help reduce the time it takes on the road. Anyway, it can make parents feel anxious about the safety of their children. Raspberry is an electronic device that is comparable to a small computer. So, in this research, we will develop a device to monitor the delivery of children online by using Raspberry Pi 3. The development is divided into two parts, first a device that is installed on the student bus, which is responsible for fingerprint scanning of the student. Check the temperature and position of the car. And the second part is web applications that displays the status of the received data from the device installed on the car. By the experiment by using this system, it is found that, the device can detect student's fingerprints. And the parents can access their student status information and school shuttle locations through the web application. This will reduce the parent's anxiety.

Keywords: Arduino UNO R3, Android Application, Smart phone

1. บทนำ

จากสภาพแวดล้อมการจราจรในปัจจุบันทำให้การเดินทางไปทำงานต้องใช้เวลาที่มากพอสมควร ซึ่งสำหรับครอบครัวที่ต้องดูแลรับ-ส่งบุตรหลานไปยังโรงเรียนแล้วด้วยนั้น ยิ่งทำให้ต้องใช้เวลาในการเดินทางบนท้องถนนที่มากยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจแก้ไขได้โดยการเผื่อเวลาในการเดินทาง แต่ในบางครอบครัวนั้นอาจไม่สามารถทำได้ ดังนั้นการอาศัยรถรับ-ส่งนักเรียนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้ แต่ในการอาศัยรถรับ-ส่งนั้นก็อาจทำให้ผู้ปกครองเกิดความรู้สึกกังวลใจในความปลอดภัยของบุตรหลานได้เช่นกัน ซึ่งหากมีระบบที่จะสามารถช่วยให้ผู้ปกครองสามารถทราบได้ว่าบุตรหลานของตนนั้นได้เดินทางถึงโรงเรียนหรือเดินทางกลับบ้านได้อย่างปลอดภัยแล้วก็จะช่วยให้ผู้ปกครองเกิดความรู้สึกสบายใจและสามารถทำงานของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นเช่น สมาร์ทโฟน อินเตอร์เน็ต อุปกรณ์ที่เป็นสมาร์ทดีไวซ์ต่าง ๆ เป็นต้น Raspberry เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีความสามารถเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ดังนั้น Raspberry จึงได้รับความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้งานในสร้างเป็นอุปกรณ์สมาร์ทดีไวซ์ต่าง ๆ มากมายเช่น อุปกรณ์ดูแลต้นไม้อัตโนมัติ ระบบสมาร์ทโฮม เป็นต้น

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงจะทำการพัฒนาอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการตรวจสอบสถานะของเด็กนักเรียนบนรถรับ-ส่ง ซึ่งจะอาศัยการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry โดยในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของเด็กนักเรียนบนรถรับ-ส่งนี้นั้นจะยังมีความสามารถในการตรวจสอบสถานะและแสดงผลผ่านเว็ปแอปพลิเคชันได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะทำการศึกษาอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์

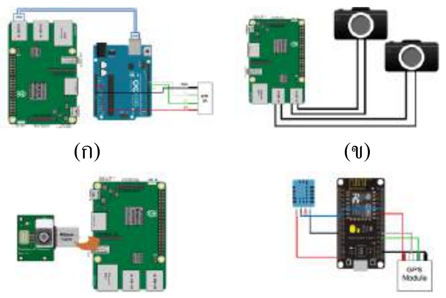
2.1 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 [1] เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถเหมือนกับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยการทำงานของพอร์ต GPIO (General Purpose Input/output) Raspberry Pi 3 จะสามารถเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดและเมาส์ผ่านพอร์ต USB ได้ ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi 3 นั้นจะอาศัยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python [2-4] ซึ่งจะมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Debian ที่ถูกติดตั้งอยู่บน Raspberry Pi 3

รูปที่ 1 Raspberry Pi 3

2.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

จากรูปที่ 2 เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์ ซึ่งจากรูปที่ 2(ก) เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi3 กับบอร์ด Arduino UNO R3 [5] เพื่อใช้งานอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ ZFM-20 โดยที่บอร์ด Arduino UNO R3 จะทำหน้าที่เป็นตัวจัดคำสั่ง ได้แก่คำสั่ง "Register" คือการลงทะเบียนลายนิ้วมือและ "Searching" คือการค้นหาลายนิ้วมือ จากรูปที่ 2(ข) เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi3 กับกล้องวีดีโอที่จะถูกใช้ในการสตรีมมิ่งแบบ m-jpeg ซึ่งจะสามารถทำการสตรีมมิ่งได้ภายใน WLAN ทำให้คนขับรถสามารถทำการตรวจสอบเด็กนักเรียนภายในรถได้อย่างรวดเร็ว จากรูปที่ 2(ค) เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi3 กับกล้องโมดูลเพื่อทำหน้าที่ในการสตรีมมิ่งวีดีโอในรูปแบบไฟล์ h264 ซึ่งการสตรีมมิ่งไฟล์แบบ h264 นั้นจะสามารถทำการสตรีมมิ่งผ่าน YouTube ได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปกครองสามารถเข้าเว็บไซต์เพื่อดูเหตุการณ์ต่าง ๆ ในรถได้ และรูปที่ 2(ง) เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง Node MCU กับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DTH11 และโมดูล GPS โดยจะเชื่อมต่อกับขา Analog ของ Node MCU ด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DTH11 และโมดูล GPS จะใช้การเชื่อมต่อแบบ UART หรือพอร์ตอนุกรมด้วย Rx และ Tx

3. แผนผังการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในส่วนที่ 2 จะสามารถทำการแสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัยได้ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 2 เป็นการแผนผังแสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์ ซึ่งเมื่อเด็กนักเรียนทำการสแกนลายนิ้วมือผ่านอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนรถรับ-ส่งนักเรียนแล้วนั้นระบบจะทำการจะส่งข้อมูลลายนิ้วมือที่ได้ไปยัง Raspberry Pi 3 เพื่อทำการถอดรหัสลายนิ้วมือ จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการตรวจสอบและยืนยันตัวตนของเด็กนักเรียนผ่านฐานข้อมูล ในขณะเดียวกันนั้นกล้องเว็บแคมที่ถูกติดตั้งไว้จะทำการสตรีมมิ่งวิดีโอภายในรถรับ-ส่งนักเรียน และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในรถและ GPS บอกตำแหน่งของรถรับ-ส่งนักเรียนก็จะทำการวัดค่าและส่งข้อมูลที่ได้ไปยังเซิร์ฟเวอร์โดยอาศัยโปรโตคอล MQTT [6] จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ทั้งหมดผ่านเซิร์ฟเวอร์โดยอาศัยเว็บ API [7] เพื่อทำการแสดงสถานะการขึ้นและลงรถของเด็กนักเรียนผ่านเว็ปแอปพลิเคชัน ซึ่งผู้ปกครองและคนขับรถรับ-ส่งนักเรียนสามารถทำการเข้าสู่ระบบผ่านเว็ปแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบสถานะของเด็กนักเรียนและรถ-รับส่งนักเรียนได้ตลอดเวลา

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

สำหรับผลการทดลองของการใช้งานอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการทดลองบน Raspberry Pi 3

การทำงานบน Raspberry Pi 3 จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ การสแกนลายนิ้วมือและการสตรีมมิ่งวีดีโอ โดยการสแกนลายนิ้วมือจะประกอบไปด้วย 2 คำสั่ง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการสแกนลายนิ้วมือสำหรับคำสั่ง Register

ค่า return	เสียงตอบรับ	ความหมาย
"ok"	เสียงดังเป็นจังหวะ	สามารถบันทึกลายนิ้วมือได้
"fail"	เสียงดัง 2 ครั้ง	ไม่สามารถอ่านลายนิ้วมือได้ หรือหมดเวลาในการอ่านลายนิ้วมือ
-	เสียงดัง 1 ครั้ง	รอการสแกนลายนิ้วมืออีกครั้ง

ตารางที่ 2 ผลการสแกนลายนิ้วมือสำหรับคำสั่ง Searching

ค่า return	เสียงตอบรับ	ความหมาย
<position> (0-255)	เสียงดัง 1 ครั้ง	สามารถอ่านลายนิ้วมือได้
"fail"	เสียงดัง 2 ครั้ง	ไม่สามารถอ่านลายนิ้วมือได้ หรือหมดเวลาในการอ่านลายนิ้วมือ

จากตารางที่ 1 เป็นการลงทะเบียนลายนิ้วมือด้วยคำสั่ง "Register" โดยจะสามารถลงทะเบียนลายนิ้วมือได้ 0-255 ตำแหน่ง ซึ่งการบันทึกลายนิ้วมือนั้นจะต้องทำการสแกนลายนิ้วมือสองครั้ง โดยผลการสแกนจะถูกบันทึกลงบัฟเฟอร์ 1 และบัฟเฟอร์ 2 ตามลำดับ จากนั้นจะทำการรวมข้อมูลบัฟเฟอร์ โดยตรวจสอบความคล้ายคลึงของข้อมูล และทำการรวมข้อมูลลายนิ้วมือเข้าด้วยกัน พร้อมกับเก็บข้อมูลลายนิ้วมือลงในฐานข้อมูลบนบอร์ด Arduino UNO R3

จากตารางที่ 2 เป็นการสแกนลายนิ้วมือด้วยคำสั่ง "Searching" ซึ่งหากสามารถแสกนและค้นหาลายนิ้วมือได้ Raspberry Pi 3 จะทำการส่งตัวเลขที่เป็นตำแหน่งของบุคคลนั้นมา และถ้าหากลายนิ้วมือนั้นไม่ตรงกับฐานข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ จะส่งค่า "fail" กลับมาแทน

ในส่วนต่อมาเป็นผลการสตรีมมิ่งวีดีโอบน Raspberry Pi 3 โดยการสตรีมมิ่งวีดีโอนั้นจะถูกสตรีมมิ่งเป็น 2 ไฟล์วีดีโอ ซึ่งจะสามารถแสดงข้อแตกต่างของไฟล์ทั้ง 2 ประเภทได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบไฟล์ m-jpeg กับไฟล์ h264

m-jpeg	h264
มีความคมชัดเหมาะสม สามารถแยกแยะวัตถุได้ชัดเจน	มีความคมชัดสูงมาก สามารถแยกแยะวัตถุได้ชัดเจน
สามารถสตรีมมิ่งได้ใน WLAN แต่ไม่สามารถสตรีมมิ่งผ่าน Youtube หรือ Facebook ได้	สามารถสตรีมมิ่งผ่าน Youtube หรือ Facebook ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากตารางที่ 3 จะพบว่าการสตรีมมิ่งแบบ m-jpeg นั้นจะได้ภาพที่มีความคมชัด แต่จะสตรีมมิ่งได้ภายใน WLAN เท่านั้น ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการใช้งานกับอุปกรณ์ภายในรถรับ-ส่งนักเรียน โดยจะทำให้คนขับรถสามารถทำการตรวจสอบเด็กนักเรียนภายในรถได้อย่างรวดเร็ว และการสตรีมมิ่งวีดีโอในรูปแบบไฟล์ h264 นั้นก็จะได้ภาพที่มีความคมชัดเช่นเดียวกัน แต่การสตรีมมิ่งไฟล์แบบ h264 นั้นจะสามารถสตรีมมิ่งผ่าน YouTube ได้ จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถเข้าเว็บไซต์เพื่อดูเหตุการณ์ต่าง ๆ ในรถได้

4.2 ผลการทดลองบน Node MCU

การทำงานบน Node MCU จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือการทำงานของโมดูล GPS และการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DTH11 โดยการทำงานของโมดูล GPS จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

(ก) (ข)

รูปที่ 4 การทำงานของโมดูล GPS บน Node MCU

จากรูปที่ 4(ก) เป็นการแสดงผลการทำงานของโมดูล GPS บน Node MCU โดย Node MCU จะทำการแบ่งค่าสตริงที่ได้รับมาจากโมดูล GPS และทำการคำนวณค่าใหม่เพื่อหาค่าละติจูดและลองจิจูดของบริเวณที่โมดูล GPS ได้ทำการติดตั้งอยู่ โดยเมื่อทำการตรวจสอบความแม่นยำของโมดูล GPS โดยอาศัยการนำละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากรูปที่ 4(ก) ไปตรวจสอบด้วย Google maps ดังแสดงในรูปที่ 4(ข) จะพบว่าค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากโมดูล GPS นั้นมีความสอดคล้องกันกับบริเวณที่โมดูล GPS ได้ทำการติดตั้งอยู่

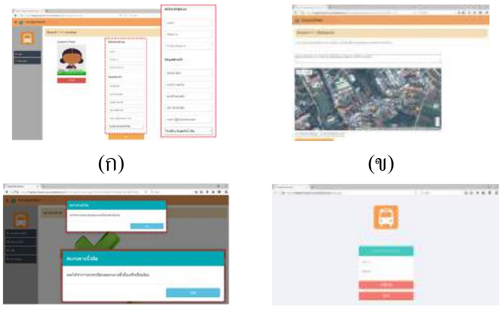
ในส่วนต่อมาเป็นผลการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11 โดยผลการทดลองใช้งานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 การทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11 บน Node MCU

จากรูปที่ 5 จะพบว่าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11 จะสามารถทำการวัดอุณหภูมิภายในห้องที่ทำการทดลองได้เป็น 31 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันกับการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์

4.3 ผลการทดลองของเว็บแอปพลิเคชัน

สำหรับการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันนั้นจะประกอบไปด้วยการทำงานสองส่วนคือ การสมัครสมาชิกและการแสดงผลในส่วนใช้งานสำหรับผู้ปกครอง โดยในส่วนของการสมัครสมาชิกสำหรับผู้ปกครองนั้นจะสามารถทำได้โดยการกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวของเด็กนักเรียนและผู้ปกครอง ที่อยู่ปัจจุบัน และการลงทะเบียนลายนิ้วมือของเด็กนักเรียน โดยจะสามารถแสดงหน้าเว็บแอปพลิเคชันของการสมัครสมาชิกได้ดังรูปที่ 6



(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันของการสมัครสมาชิกสำหรับผู้ปกครอง

จากรูปที่ 6(ก) เป็นหน้าเว็ปแอปพลิเคชันในส่วนของการกรอกข้อมูลประวัติส่วนตัว โดยผู้ปกครองจะเป็นผู้กรอกข้อมูลประวัติส่วนตัวของเด็กนักเรียนเช่น เลขประจำตัว ชื่อของเด็กนักเรียน ชื่อผู้ปกครอง เบอร์โทรศัพท์ติดต่อและอีเมล์ เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนของเด็กนักเรียน ต่อมารูปที่ 6(ข) เป็นหน้าเว็ปแอปพลิเคชันในส่วนของการเพิ่มที่อยู่ปัจจุบัน โดยสามารถทำการเพิ่มที่อยู่ได้โดยอาศัย Google maps ต่อมารูปที่ 6(ค) เป็นหน้าเว็ปแอปพลิเคชันในส่วนของการลงทะเบียนลายนิ้วมือของเด็กนักเรียน โดยเด็กนักเรียนจะสามารถทำการลงทะเบียนลายนิ้วมือได้ผ่านอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับ-ส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์ที่ติดตั้งอยู่บนรถรับ-ส่งนักเรียน และรูปที่ 6(ง) เป็นหน้าเว็ปแอปพลิเคชันสำหรับการล็อกอินเข้าใช้งานระบบของผู้ปกครอง โดยเมื่อผู้ปกครองทำการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแล้วจะสามารถแสกงหน้าเว็บแอปพลิเคชันได้ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลสำหรับผู้ปกครอง

จากรูปที่ 7 เป็นหน้าเว็ปแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงข้อมูลของเด็กนักเรียนสำหรับผู้ปกครอง โดยจากซ้ายไปขวาจะสามารถแสดงข้อมูลส่วนตัวของเด็กนักเรียน แสดงสถานะการสแกนลายนิ้วมือขึ้น-ลงรถของเด็กนักเรียน แสดงอุณหภูมิภายในรถรับ-ส่งนักเรียน แสดงวีดีโอภายในรถรับ-ส่งนักเรียนด้วยการสตรีมมิ่งผ่าน YouTube และสุดท้ายเป็นการแสดงตำแหน่ง GPS ของรถรับ-ส่งนักเรียน

5. สรุป

อุปกรณ์ตรวจสอบรถรับส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์นี้นั้นจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือส่วนของอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนรถรับ-ส่งนักเรียนและส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนรถนั้นจะทำหน้าที่ในการสแกนลายนิ้วมือของเด็กนักเรียน การตรวจสอบอุณหภูมิและตำแหน่งของรถ และในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันนั้นจะทำการแสดงสถานะต่าง ๆ ที่ได้จากรับมาอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนรถ ซึ่งจากการทดลองใช้งานอุปกรณ์ตรวจสอบรถรับส่งเด็กนักเรียนแบบออนไลน์จะพบว่าสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้จริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] Raspberry Pi Foundation., "Compute Module Datasheet" Internet: https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/RPI-CM-DATASHEET-V1_0.pdf,Oct.,2016 [May. 5, 2017).

[2] H. P. Langtangen., "Python Scripting for Computational Science," Berlin: Springer, 2010.

[3] M. Summerfield, "Rapid GUI Programming with Python and Qt," Michigan: Prentice-Hall, 2010.

[4] S. Monk, "Programming the Raspberry Pi Getting Started with Python," United State of America: Mc Graw Hill, 2016.

[5] B. Craft., "Arduino Projects For Dummies," United Kingdom: John Wiley & Sons, 2013.

[6] F. Azzola., "MQTT Protocol Tutorial: Step by step guide.," Internet: https://www.survivingwithandroid.com/2016/10/mqttprotocol-tutorial.html, Jun. 1, 2015 [Sep. 9, 2017).

[7] M. Reddy., "API Design for C++," United State of America: Morgan Kaufmann, 2011.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต

Eggs incubator system controlled over the Internet

จักราวุฒิ กันทะคำ[1] ณัฐชัย อรุณประภารัตน์[2] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[3] สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[4]
[1-4]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373
E-mail: chakkrawutk56@email.nu.ac.th[1], natthachaia56@email.nu.ac.th[2], setthat@nu.co.th[3], surachetka@nu.ac.th[4]

บทคัดย่อ

ระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตนี้เป็นระบบที่จะควบคุมปัจจัยหลักในการฟักไข่แทนการกกไข่ของแม่ไก่ตามธรรมชาติ ซึ่งจะประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการกลับไข่ เครื่องช่วยฟักไข่นี้ทำการควบคุมอุณหภูมิด้วยหลอดไฟ ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยพัดลมและควบคุมการกลับไข่ด้วยมอเตอร์ และสามารถแสดงค่าสถานะต่าง ๆ ภายในเครื่องฟัก และวันที่ฟักผ่านหน้าเครื่องและแอปพลิเคชันได้ โดยระบบจะส่งข้อมูลไปยังแอนดรอยด์แอปพลิเคชันผ่านทางเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและควบคุมอุปกรณ์ในการตั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และเวลาในการกลับไข่ได้ในระยะไกล

คำสำคัญ: เครื่องฟักไข่ไก่, แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน, อินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Abstract

The Egg Incubator system controlled over the Internet is the system that controls the main factors of hatching eggs process instead of hatching by a hen, consist of temperature, relative humidity, and egg reversal. This Egg Incubator has a light bulb to control temperature, a fan to control humidity and motor to reverse eggs. It can show status of the eggs. This system will send the information to an Android application through a server, so users can check and control the temperature, or check the relative humidity and the reverse time from faraway.

keyword: egg incubator, android application, Internet of Things

1. บทนำ

การเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพที่ทำกันอย่างแพร่หลายและกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย สัตว์เศรษฐกิจที่มีแนวโน้มในการเลี้ยงเพิ่มสูงขึ้น คือ ไก่ [1] เพราะสามารถนำมาแปรรูปได้ในหลายลักษณะ ด้วยเหตุนี้เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมเลี้ยงไก่ เนื่องจากมีราคาถูก เลี้ยงง่าย ซึ่งโดยปกติแล้วไก่นั้นจะฟักไข่และกกไข่เองตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากอากาศที่ร้อนและภัยแล้งที่คุกคามประเทศไทย จึงทำให้ไข่ไก่เกิดความเสียหาย อัตราการฟักออกของไข่ลดลง [2] จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต โดยจะใช้ Arduino UNO R3 เป็นตัวควบคุม เนื่องด้วยมีความสามารถในการประมวลที่ค่อนข้างสูง [3]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการฟักไข่

ปกติการฟักไข่นั้นแม่ไก่จะกกไข่เอง ซึ่งแม่ไก่บางตัวจะฟักไข่ที่อุณหภูมิประมาณ 95 – 105 องศาฟาเรนไฮต์ (35 – 40.5 องศาเซลเซียส) [4] ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่ตัวอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด จากการศึกษาทำให้รู้ว่าตัวอ่อนต้องการอุณหภูมิในช่วง 18 วันแรกของการฟักค่อนข้างสูงกว่าช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟัก โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฟักในช่วง 18 วันแรก และช่วง 2 วันสุดท้ายจะแสดงได้ดังตารางที่ 1

ไข่ฟักนั้นจะต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ และในช่วง 2 วันสุดท้ายของการฟักไข่ฟักต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ

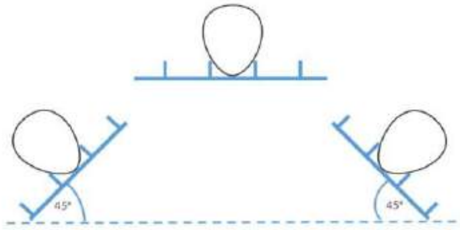
70 - 75 เปอร์เซ็นต์ [4] ทั้งนี้เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเข้าไปในช่องอากาศได้สะดวกและช่วยให้ขนฟูหลังจากฟักแล้ว ถ้าหากปริมาณความชื้นต่ำเกินไปในช่วง 18 วันแรกจะส่งผลให้ลูกไก่ที่ฟักออกมาตัวเล็กแกร็น หน้าแข้งลีบและฟักออกช้ากว่ากำหนด แต่ถ้าระดับความชื้นสูงเกินไปจะทำให้ลูกไก่ตัวโต นิ่ม สะดือไม่เข้าที่และฟักออกเร็วกว่าปกติ

ตารางที่ 1 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่ [4]

วันที่ฟัก (วัน)	องศาฟาเรน-ไฮต์ (°F)	องศาเซลเซียส (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
1-18	99.5	37.5	50 – 60
19-21	98 - 99	36.4 - 37.2	70 - 75

2.3 การวางไข่และการกลับไข่

ไข่ฟักจำเป็นต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และต้องมีการกลับไข่ทุกวัน ในช่วง 1-18 วันของการฟัก ไข่ที่นำมาฟักควรวางเอาด้านป้านขึ้นและเอาด้านแหลมลง [5] การฟักไข่ตามธรรมชาติของแม่ไก่จะกลับไข่วันละหลายๆ ครั้ง ส่วนการฟักไข่ที่ใช้ตู้ฟักจะวางไข่เอาด้านป้านขึ้นข้างบนและมีการกลับไข่โดยหมุนกลับไปกลับมาตามแนวนอน การกลับไข่ส่วนมากจะทำให้อยู่ในตำแหน่งประมาณ 45 องศาจากด้านที่ตั้งตรง [6] และเมื่อกลับอีกครั้งก็จะไปอยู่ตำแหน่งที่ตรงกันข้ามกับตำแหน่งเดิม ดังรูปที่ 2 ปกติแล้วการกลับไข่ที่ทำให้ได้ผลการฟักดีที่สุดคือมุม 45 องศา ซึ่งการกลับไข่น้อยกว่า 45 องศา จะทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกมาไม่ค่อยดี [6]



รูปที่ 2 ตำแหน่งการวางไข่ทำมุม 45 องศา

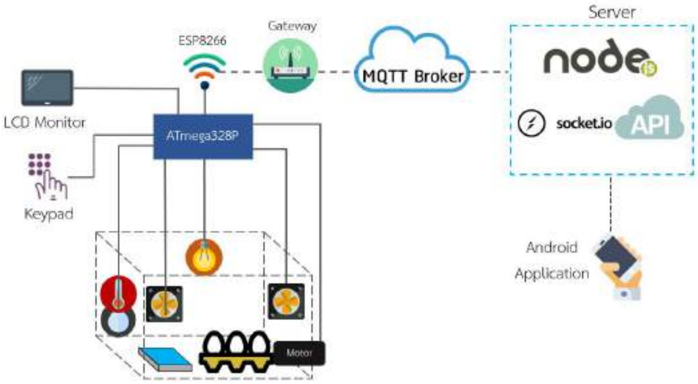
2.5 ESP8266 ESP-07

ESP8266 คือ โมดูลไวไฟที่มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานน้อยและรองรับการใช้งานได้หลากหลายรูปแบบทั้ง Client, Access Point และ Client+AP ESP8266 ใช้การเชื่อมต่อด้วยการสื่อสารแบบอนุกรม (UART 3.3V) จึงทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และยังมีรูปแบบคำสั่งแบบ AT Command ทำให้เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อได้สะดวกยิ่งขึ้น [7] แสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ESP8266 ESP-07[7]

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบภาพรวมของระบบ



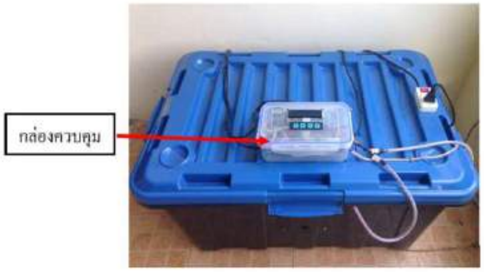
รูปที่ 4 ภาพรวมระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต

ระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งอุปกรณ์และฝั่งแอปพลิเคชัน โดยฝั่งอุปกรณ์นั้นจะทำหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในเครื่องฟักไข่ ได้แก่ พัดลม มอเตอร์สำหรับกลับไข่ และเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น และมี Keypad พร้อมกับ หน้าจอ LCD สำหรับรับการตั้งค่าจากผู้ใช้งานผ่านหน้าเครื่อง โดยมี ATmega328P เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมด และจะส่งค่าต่างๆ ไปยัง MQTT Broker โดยใช้โมดูลไวไฟ ESP8266 ส่วนฝั่งแอปพลิเคชันก็จะมีเซิร์ฟเวอร์ในการรับค่ามาแสดงผลยังแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4

3.2 ลักษณะของเครื่องฟักไข่

ลักษณะภายนอกของเครื่องช่วยฟักไข่นั้นใช้กล่องพลาสติกกว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 64 เซนติเมตร และสูง 36 เซนติเมตร ดังรูปที่ 5 ส่วนภายในเครื่องช่วยฟักไข่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- **ถาดวางไข่ฟัก** เป็นพลาสติก กว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 43 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร มีจำนวน 7 แถว แถวละ 8 ฟอง (รวม 56 ฟอง) ส่วนช่องวางไข่นั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร
- **ถาดน้ำ** เป็นพลาสติกขนาดกว้าง 11 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร และสูง 3 เซนติเมตร
- **ช่องระบายอากาศ** จะอยู่บริเวณด้านข้าง มีทั้งหมด 4 ช่อง มีลักษณะเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร 3 ช่อง 2 เซนติเมตร 1 ช่อง
- **หลอดไฟ** ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 หลอด
- **มอเตอร์กระแสสลับ** ขนาด 220 โวลต์, 4 วัตต์



รูปที่ 5 ลักษณะภายนอกเครื่องช่วยฟักไข่

รูปที่ 6 ลักษณะภายในเครื่องช่วยฟักไข่

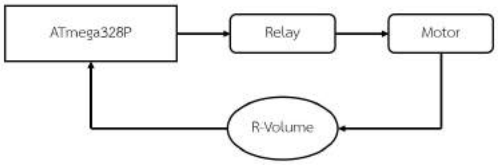
จากรูปที่ 6 คือลักษณะภายในของเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งภายในเครื่องฟักนั้นจะมีหลอดไฟให้ความร้อน เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ช่องระบายอากาศ พัดลม มอเตอร์กลับไข่ เป็นต้น

3.3 การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นั้น ระบบจะทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากเซนเซอร์และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ตั้งไว้ ถ้าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ไม่ได้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้ จะสั่งการควบคุมอุปกรณ์เพื่อปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้

3.4 การควบคุมการกลับไข่

การควบคุมการกลับไข่นั้นจะใช้มอเตอร์กระแสสลับ ขนาด 220 โวลต์ และจะใช้ R-Volume ในการจับการหมุนของมอเตอร์เพื่อสั่งให้หยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่รีเลย์เมื่อมอเตอร์หมุนไปที่ตำแหน่งที่เหมาะสม โดยจะมี ATmega328P เป็นตัวควบคุมดังรูปที่ 7

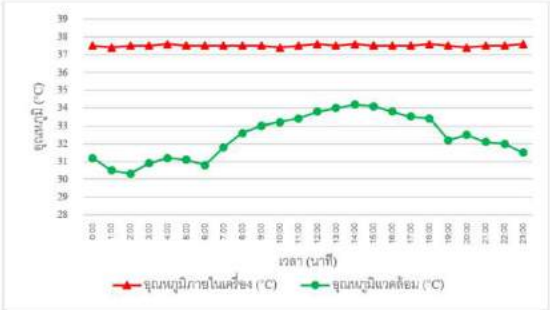


รูปที่ 7 แสดงลักษณะการควบคุมมอเตอร์

4. ผลการทดลอง

ในที่นี้จะกล่าวถึงผลการทดลองในส่วนการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องฟักไข่ ผลการรับส่งข้อมูลทั้งผ่านหน้าเครื่องและผ่านแอปพลิเคชัน และสุดท้ายจะเป็นผลการวิเคราะห์การฟักออกของลูกไก่ โดยได้ทดลองจากการฟักไข่ทั้งสิ้น 20 ฟอง

4.1 ผลการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการฟัก (วันที่10 ของการฟัก)



รูปที่ 8 กราฟแสดงการควบคุมอุณหภูมิของวันที่ 10

จากรูปที่ 8 นั้นคือกราฟแสดงการควบคุมอุณหภูมิในช่วงกลางของการฟัก ซึ่งได้ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 37.5 องศาเซลเซียส โดยจะเห็นว่าอุณหภูมิแวดล้อมถึงแม้จะอยู่ที่ 30 – 34 องศาเซลเซียส แต่ภายในเครื่องฟักก็สามารถ

ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้โดยมีค่าความต่าง ± ไม่เกิน 0.2 องศาเซลเซียส

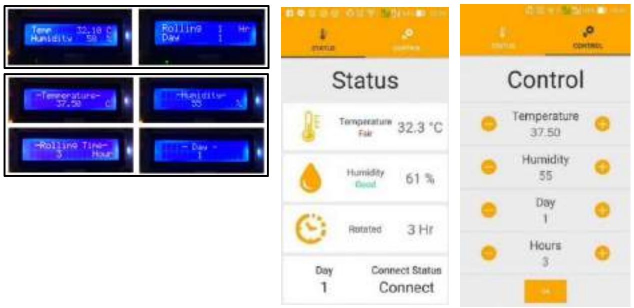
4.2 ผลการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการฟัก (วันที่ 10 ของการฟัก)

จากรูปที่ 9 นั้นคือกราฟแสดงการควบคุมความชื้นในช่วงวันที่ 10 ของการฟัก ซึ่งได้ตั้งความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่ 55 เปอร์เซ็นต์ โดยจะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์แวดล้อมจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่ภายในเครื่องฟักก็สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้ได้ตลอดเวลา

รูปที่ 9 กราฟแสดงการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของวันที่ 10

4.3 การรับและส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังแอปพลิเคชัน

ในการส่งข้อมูลจะทดสอบการส่ง 2 ส่วน คือการส่งสถานะต่างๆ ภายในเครื่องฟักไข่ผ่านทางหัวข้อ SEND และการส่งข้อมูลการตั้งค่าเมื่อผู้ใช้ตั้งค่าผ่านหน้าเครื่องผ่านหัวข้อ SETDEVICE ดังรูปที่ 10 จะเห็นว่าแอปพลิเคชันนั้นจะมี 2 หน้าสำหรับการแสดงผล โดยหน้าแรกนั้นจะแสดงสถานะต่างๆ ที่อุปกรณ์ส่งมาผ่านหัวข้อ SEND ส่วนอีกหน้าจะเป็นหน้าควบคุมที่รับค่ามาจากหัวข้อ SETDEVICE



รูปที่ 10 แสดงการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังแอปพลิเคชัน

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองได้ผลว่าระบบเครื่องช่วยฟักไข่ควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตสามารถควบคุมปัจจัยหลักในการฟักไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการกลับไข่ โดยในการควบคุมอุณหภูมินั้นจะเห็นว่าอุณหภูมิภายในเครื่องฟักไข่นั้นจะคงที่ ± ไม่เกิน 0.2 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ในส่วนของการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะเห็นว่าระบบสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องฟักนั้นอยู่ในช่วง ± ไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ตั้งไว้เช่นกัน และส่วนการรับส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันโดยผ่านเซิร์ฟเวอร์ (MQTT Broker) นั้น ระบบสามารถส่งข้อมูลสถานะต่างๆ ของเครื่องและการตั้งค่าผ่านหน้าเครื่องไปยังแอปพลิเคชันได้และผู้ใช้งานตั้งค่าผ่านแอปพลิเคชันได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] ฐานเศรษฐกิจ. **ส่งออกไก่ยันปีนี้9.1หมื่นล้าน 4 เดือนแรกพุ่งทั้งปริมาณ-มูลค่า** สืบค้นจาก http://www.thansettakij.com/2016/06/24/64418

[2] สมาคมผู้ผลิต ผู้ค้า และส่งออกไข่ไก่. **สมาคมไก่ไข่ฯ เผยภัยแล้ง-อากาศร้อนกระทบไข่ไก่ลด 15%.**

สืบค้นจากwww.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1463647807

[3] Ruiyan Cai. **Principles and applications of Arduino [J].** Electronic Design Engineering

[4] นายมานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. (2543). **เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์**

[5] สุรเชษฐ์ บำรุงคีรี. (2538). **การฟักไข่และการจัดการโรงฟัก** .ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้

[6] สุรเชษฐ์ บำรุงคีรี. (2543). **เครื่องฟักไข่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์.**

[7] Ravi Kishore Kodali and SreeRamya Soratkal. **“MQTT based Home Automation System UsingESP8266.”** IEEE Xplore Digital Library.

ระบบประมาณเวลารถไฟฟ้ารองรับการแสดงสื่อมัลติมิเดียอัจฉริยะ

EV Arrival Time Prediction with Smart Multimedia Displaying

อัศนี ศักดิ์ศิริทานตะวัน[1] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[2] สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[3]
[1-3]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373
E-mail: assanees55@nu.ac.th [1], setthat@nu.co.th[2], surachetka@nu.ac.th[3]

บทคัดย่อ

ระบบประมาณเวลารถไฟฟ้ารองรับการแสดงสื่อมัลติมิเดียอัจฉริยะ เป็นระบบอำนวยความสะดวกในการเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชน ซึ่งทางมหาวิทยาลัยนเรศวรนำเข้ามาใช้งานเพื่อช่วยให้การเดินทางของนิสิต และบุคคลกรมีความสะดวกสบายมากขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็นระบบย่อยๆ คือ ระบบประมาณเวลาและแสดงสื่อมัลติมีเดียสำหรับป้ายรถไฟฟ้า ระบบประมาณเวลาสำหรับแอพพลิเคชันแอนดรอยด์ ระบบควบคุมและสั่งงานสำหรับผู้ดูแลระบบประมาณเวลารถไฟฟ้า และระบบบันทึกพิกัดของรถไฟฟ้า การสื่อสารทั้งหมดจะทำผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี โดยมีเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางของการสื่อสาร นอกจากนี้ในโครงงานนี้ได้มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ในการทำนายความเร็วของรถไฟฟ้า และลดปริมาณการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์เพื่อร้องขอข้อมูลการเดินทางของรถไฟฟ้า

คำสำคัญ: ระบบประมาณเวลาเดินรถไฟฟ้า, มัลติมีเดีย, แอพพลิเคชันแอนดรอยด์ , โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

Electric vehicles Arrival Time Prediction with Smart Multimedia Display is a project for predicting the arrival times of busses on the Naresuan University campus. The working system estimates the arrival time of electric vehicles when they will arrive on the parking area. There are many types of system; for example, arrival time prediction and multimedia displays for bus stops, arrival time prediction for android application, control and command for system administrators and a register to coordinate the operation and deployment of electric vehicles. This project has been applied in the neural network to predict the speed of electric vehicles, and reduce the number of connections to the server to request information.

keyword: EV arrival time estimation system, multumedia, android application, artificial neural network

1. บทนำ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ให้บริการระบบขนส่งมวลชนเพื่อใช้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรแก่นิสิตและ บุคลากร แต่เนื่องจากเวลาก็เป็นตัวแปรหนึ่งที่กำหนดการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน และมหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว้างขวาง ทำให้ไม่สามารถคาดเดาได้ว่ารถไฟฟ้าจะมาถึงป้ายจอดรถไฟฟ้าตอนไหน ทำให้ไม่สามารถกำหนดตารางเวลาในการเดินทางได้

ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะ ทำป้ายรถไฟฟ้าอัจฉริยะ เพื่อแสดงเวลาที่รถไฟฟ้าจะมาถึงป้ายจอดรถไฟฟ้าเพื่อให้นิสิตและบุคลากรที่ใช้รถไฟฟ้าสามารถรู้ได้ว่าเวลาอีกเท่าไหร่รถไฟฟ้าจะมาถึง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันนั้นได้มีนักวิจัยหลายกลุ่ม พยายามที่จะระบุตำแหน่งและประมาณเวลาการเดินทางของรถโดยสารประจำทางโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ เช่น การระบุตำแหน่งโดย GPS (Global Positioning System) [1] ซึ่งเป็นการระบุตำแหน่งโดยดาวเทียม การระบุตำแหน่งโดย K-NN (K-Nearest Neighbor Algorithm) [2] ซึ่งเป็นการหาจุดที่ใกล้ที่สุด โดยรับส่งสัญญาณจาก ZB (Zigbee) [3] เพื่อวัดระยะที่ใกล้ที่สุด การระบุตำแหน่งโดย RFID (Radio

Frequency Identification) [4] เพื่อบอกตำแหน่งจากการส่งสัญญาณของ RFID หรือการประมาณเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) [5]

2.2 การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สะสม (Cumulative Moving Average : CMA) [6]

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะช่วยกระจาย ความผิดปกติออกไปจากข้อมูลที่ทำการบันทึก ดังนั้นเพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูล การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จึงเป็นวิธีที่ดีสำหรับการลดความผิดพลาดของข้อมูล การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ n หาได้จากสมการที่ 1

$$CMA_n = \frac{x_1 + \ldots + x_n}{n} \tag{1}$$

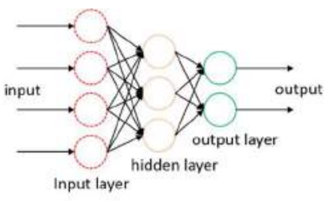
เมื่อ x_1 คือ ลำดับของข้อมูลที่ 1
x_n คือ ลำดับของข้อมูลที่ n
n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ $n+1$ หาได้จากสมการ

$$CMA_{n+1} = \frac{x_{n+1} + n \cdot CMA_n}{n+1} \tag{2}$$

เมื่อ x_{n+1} คือลำดับของข้อมูลที่ $n+1$
n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN) [7,8]



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม ถูกสร้างขึ้นเพื่อเรียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ มีการทำงานแบบขนานจำนวนมาก ในโครงงานนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอนหลายชั้น (Multilayer Neural Network : MLP) หรือโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบต้องมีผู้สอน (Supervised Learning) แสดงดังรูปที่ 1

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

- จำนวนชั้น โครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยชั้นต่างๆ คือ ชั้นอินพุต (Input layer) ชั้นเอาต์พุต (Output layer) และชั้นซ่อน (Hidden layer) ซึ่งจะอยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต

- การเชื่อมต่อระหว่างชั้น การเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่างๆ นั้น ทุกๆ โหนดในชั้นอินพุตจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นแรก และทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นแรกจะส่งสัญญาณ ไปยังทุกๆ โหนดในชั้นถัดไป จนในที่สุดทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นสุดท้าย จะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นเอาต์พุต

- การทำงานของชั้น ชั้นอินพุตไม่มีการประมวลผลทำหน้าที่รับ

การคำนวณเอาต์พุตแบบไปข้างหน้า มีสมการดังนี้

$$S_m = \sum_{n-1}^{N} X_n \times W_{nm} \tag{3}$$

เมื่อ S_m คือ ค่าเอาต์พุตก่อนทำการปรับค่า
W_{nm} คือ ค่าน้ำหนักระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียม
X_n คือ ค่าอินพุต
N คือ จำนวนอินพุตทั้งหมด

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ในโครงงานนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบต้องมีผู้สอน จากข้อมูลที่ผู้ทำโครงงานได้ทำการบันทึกการเดินทางของรถไฟฟ้านั้น สามารถนำมาจัดสกัดรูปแบบของข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 รูปแบบตัวแปรชั้นอินพุต (Input layer) ที่ใช้ในการจดจำโดยโครงข่ายประสาทเทียม

- Cumulative moving average คือ ค่าความเร็วเฉลี่ยเคลื่อนที่สะสม ที่เกิด ณ ตำแหน่งใดๆบนเส้นทางการเดินทางของรถไฟฟ้า

- Flow คือ เส้นทางการเดินทางของรถไฟฟ้า แต่เนื่องจากเส้นทางการเดินทางของรถไฟฟ้านั้นไม่สามารถนำมาคำนวณได้จึงต้อง Quantization ค่าให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

- State คือ ค่าที่เกิดจากการกำหนดช่วงให้กับเส้นทางการเดินทางของรถไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็นช่วงละ 100 เมตร จากข้อมูลเส้นทางที่ผู้ทำโครงงานได้เก็บบันทึกสามารถแบ่ง State ออกเป็นช่วงย่อยๆ ได้ 20 ช่วง

- Distance คือ ระยะทางที่รถไฟฟ้าออกห่างจากจุดเริ่มต้น

3.1.2 การออกแบบชั้นซ่อน (Hidden layer) ที่ใช้ในการจดจำโดยโครงข่ายประสาทเทียม

Hidden layer แบ่งออกแบบเป็น 2 ชั้นคือ

- Hidden layer 1 แบ่งออกเป็น 10 โหนด

- Hidden layer 2 แบ่งออกเป็น 10 โหนด

Hidden layer จะใช้ logsig ในการปรับค่าให้อยู่ระหว่าง [0,1]

3.1.3 รูปแบบตัวแปรชั้นเอาต์พุต (Output layer) ที่ใช้ในการจดจำโดยโครงข่ายประสาทเทียม

- Velocity offset

คือ ค่าความเร็วของผลต่างระหว่าง ค่าความเร็วเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่เกิด ณ ตำแหน่งใดๆบนเส้นทางการเดินทางของรถไฟฟ้า กับ ค่าความเร็วเฉลี่ยเคลื่อนที่ ของทุกรอบการเดินทางของรถไฟฟ้าที่นำมาออกแบบ

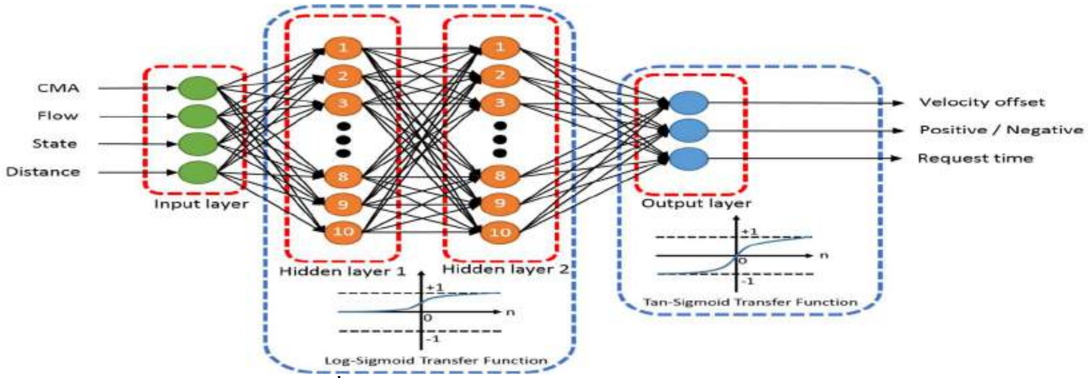
- Positive / Negative

คือ ค่าที่บ่งบอกว่าควรปรับค่าความเร็วเฉลี่ยของค่าความเร็วเฉลี่ยเคลื่อนที่สะสมของรถไฟฟ้า ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง

- Request time

คือ ช่วงระยะเวลาที่จะต้องดึงข้อมูลของรถไฟฟ้าอีกครั้ง

สำหรับ Output layer จะใช้ tansig ในการปรับค่าให้อยู่ระหว่าง [-1,1] เมื่อนำทั้ง ชั้นอินพุต ชั้นเอาต์พุต และชั้นซ่อน มารวมกันเป็นโครงข่ายประสาทเทียม จะได้ดังรูปที่ 2

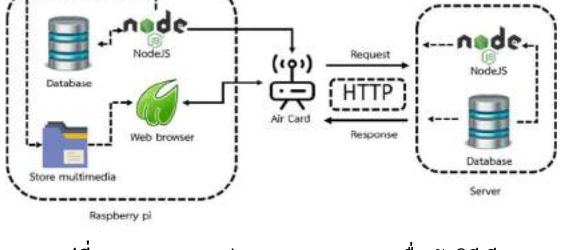


รูปที่ 2 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมหลังจากออกแบบ

3.2 การออกแบบระบบแสดงสื่อมัลติมีเดีย

การแสดงสื่อมัลติมีเดียนั้น ด้วยประสิทธิภาพการทำงานของ Raspberry Pi ในขณะทำโครงงานนี้ นั้นยังไม่พอสำหรับการประมวลผลการแสดงสื่อมัลติมีเดียความละเอียดสูง (High Definition : HD) ได้ดังนั้น ผู้ทำโครงงานจึงเลือกความละเอียดของสื่อมัลติมีเดียคือ 640 x 340 pixelซึ่งเป็นความละเอียดที่ Raspberry Pi สามารถที่จะประมวลผลการแสดงสื่อมัลติมีเดียได้

เนื่องจากในการดำเนินงานของ Raspberry Pi นั้น การแสดงสื่อมัลติมีเดียจะต้องใช้ แบนด์วิดท์ (*Bandwidth)* ในการดาวน์โหลดข้อมูลของสื่อมัลติมีเดียสูงมาก และเมื่อมีการแสดงสื่อมัลติมีเดียซ้ำๆ วนไปเรื่อยๆ จึงทำให้การดาวน์โหลดข้อมูลนั้นเปล่าประโยชน์



รูปที่ 3 กระบวนการประมวลผลการแสดงสื่อมัลติมีเดีย

ดังนั้นเพื่อให้การดาวน์โหลดสื่อมัลติมีเดียนั้นทำเพียงครั้งเดียว แต่สามารถใช้ได้ซ้ำๆ จึงต้อง NodeJS เพื่อทำการดาวน์โหลดสื่อมัลติมีเดียมาไว้ใน Raspberry Pi ก่อนดังรูปที่ 3

4. ผลการทดลอง

รูปที่ 4 แสดงการประมาณเวลาของป้ายรถไฟฟ้า

รูปที่ 5 แสดงสื่อมัลติมีเดียของป้ายรถไฟฟ้า

ป้ายรถไฟฟ้าจะทำหน้าที่ 2 ส่วนคือ การประมาณเวลาที่รถไฟฟ้าจะมาถึงป้ายดังรูปที่ 4 จากข้อมูลการเดินรถที่ดึงจาก เซิร์ฟเวอร์ โดยหน้าจอจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแสดงเวลารถไฟฟ้าที่กำลังจะมาถึงทางฝั่งขวามือ เช่นข้อมูลในรูปที่ 4 แสดงถึง รถไฟฟ้าสายสีแดงกำลังจะมาถึงในเวลา 7.30 นาที และสายสีเหลืองกำลังจะมาถึงในเวลา 13.23 นาที สำหรับฝั่งซ้ายมือของหน้าจอจะแสดงเส้นทางการเดินรถแบบเวลาจริง และส่วนการแสดงสื่อมัลติมีเดียก็จะแสดงที่ฝั่งซ้ายมือของหน้าจอนี้เช่นกัน โดยป้ายรถไฟฟ้าจะดาวน์โหลดสื่อมัลติมีเดียมาเก็บไว้ก่อนแล้วจึงจะแสดง ดังรูปที่ 5 ซึ่งอาจจะเป็นการประชาสัมพันธ์หรือโฆษณาโดยที่เวลารถไฟฟ้าที่จะมาถึงทางฝั่งขวามือก็ยังสามารถแสดงได้อย่างต่อเนื่อง

5. สรุปผล

จากผลการทดลองได้ผลว่าเอพีไอสามารถทำงานตามที่ต้องการได้ ผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี โดยมี เซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่าง ไคลเอนต์กับ เซิร์ฟเวอร์รวมถึงการประมาณเวลารถไฟฟ้าของป้ายรถไฟฟ้า ซึ่งสามารถประมาณเวลากับแสดงสื่อมัลติมีเดีย และการประมาณเวลารถไฟฟ้าของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ การประมวลผลของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถทำงานร่วมกับระบบประมาณเวลารถไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะประมวลผลเมื่อระบบบันทึกพิกัดส่งข้อมูลรถไฟฟ้าขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ ทุกระบบการทำงานสามารถทำงานรวมกันได้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจในการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] Hu Niu, Wei Guan and Jihui Ma, "Design and Implementation of Bus Monitoring System Based on GPS for Beijing Olympics," Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress on (Volume:7), March 31 - April 2, 2009, Los Angeles, California USA.

[2] Tao Liu, Jihui Ma, Wei Guan, Yue Song, and Hu Niu, "Bus Arrival Time Prediction Based on the k-Nearest Neighbor Method," Computational Sciences and Optimization (CSO), 2012 Fifth International Joint Conference, Harbin, Heilongjiang, China, 23-26 June 2012.

[3] He Feng, "Bus Monitoring System Based On ZigBee And GPRS," Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM), 2012 International Conference, Zhangjiajie, Hunan, China, 5-6 March 2012.

[4] Mustapha A.M., Hannan, M.A., Hussain A., and Basri H. "UKM Campus Bus Identification and Monitoring Using RFID and GIS,"Research and Development (SCOReD), 2009 IEEE Student Conference, Serdang, Malaysia, 16 – 18 November 2009.

[5] Ranhee Jeong, and Laurence R. Rilett, "Bus Arrival Time Prediction Using Artificial Neural Network Model," 2004 IEEE Intelligent Transporlatlon Systems Conference Washington, D.C., USA, October 3-6, 2004.

[6] Clif Droke. (2001). Moving Averages Simplified. Marketplace Books.

[7] Mark Smart. (2017). Neural Networks for Complete Beginners: Introduction for Neural Network Programming. Create Space Independent Publishing Platform.

[8] Anil Menon, Kishan Mehrotra Chiluk.uri Mohan, and Sanjay Ranka. "Characterization of a Class of Sigmoid Functions with Applications to Neural Networks," School of Computer and Information Science Syracuse University, November 1994.

การตรวจสอบความสมบูรณ์ต้นข้าวในแปลงนาโดยใช้โดรน

Investigation of rice fertility using drone

อริญชัย ค้าไป[1] อานนท์ อรุณเดช[2] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[3] สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[4]
[1-4]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373
E-mail: arinchaik56@email.nu.ac.th[1], arnona56@email.nu.ac.th[2], setthat@nu.co.th[3], surachetka@nu.ac.th[4]

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอถึงระบบการตรวจสอบความสมบูรณ์ต้นข้าวในแปลงนาโดยใช้รูปภาพจากโดรน ซึ่งได้นำหลักการประมวลผลภาพหาค่าดรรชนี NDVI ชี้วัดความสมบูรณ์ในพืช และการหาพื้นที่ของต้นข้าวในแปลงนาด้วย Hough Transform อัลกอริทึมเพื่อแบ่งแยกพื้นที่ที่มีต้นข้าวสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ แสดงให้เห็นพื้นที่ต้นข้าวในส่วนใดที่มีความไม่สมบูรณ์ ทำให้เกษตรสามารถปรับปรุงและแก้ไขสภาพดินรวมไปถึงการเพิ่มปุ๋ยหรือการกำจัดวัชพืช เร่งการเจริญเติบโตของต้นข้าว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและคุ้มค่าแก่เกษตรมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ, การประมวลผลภาพดิจิตอล, ดรรชนีชี้วัดความสมบูรณ์ในพืช, การแปลงฮอฟห์

Abstract

This project presents a system for checking the integrity of head rice in rice fields using pictures from drones. Image processing was used to find the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) index value and finding areas of head rice in rice fields with Hough line transformed to assist farmers in image analysis after processing for soil, watering, fertilization, and other factors managements that affect the growth of rice.

keyword: UAV, digital image processing, NDVI, Hough transform

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและประชากรส่วนใหญ่ของประเทศมีอาชีพเป็นเกษตรกร มีการสืบทอดพัฒนาวิธีการปลูกและการดูแลพืชแต่ละชนิดมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน แต่ในปัจจุบันเกษตรกรมองข้ามเรื่องของการเกษตรกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ทั้งที่เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกันและไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เพราะการดูแลพืชเพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตด้วยการบริหารจัดการทรัพยากร ดิน น้ำ ปุ๋ย และปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ล้วนต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องประกอบกับเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการบริหารจัดการทรัพยากร จึงทำให้การทำการเกษตรกรรมในปัจจุบันไม่เข้มแข็งและทำให้ผลผลิตที่ได้มาเป็นผลผลิตที่ยังไม่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด คณะผู้จัดทำจึงเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในเรื่องการเกษตรของไทย ด้วยการใช้ทฤษฎีการประมวลผลภาพ [1] ทฤษฎีของ Hough อัลกอริทึม [2] ทฤษฎีของการหาขอบภาพ [3] และการประยุกต์ใช้งานของกล้องถ่ายภาพดิจิตอลกับ DIY plant analysis filter เพื่อประมวลผลหาค่า NDVI [4] เพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในเรื่องของการบริหารจัดการทรัพยากร ดิน น้ำ ปุ๋ยและปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะต่างๆ [5]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีของค่าดรรชนีชี้วัดพรรณพืช (NDVI)

เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิว ระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง [4] มาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ ทำให้ NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง 1 โดยมีสูตรการคำนวณดัง สมการที่ 1

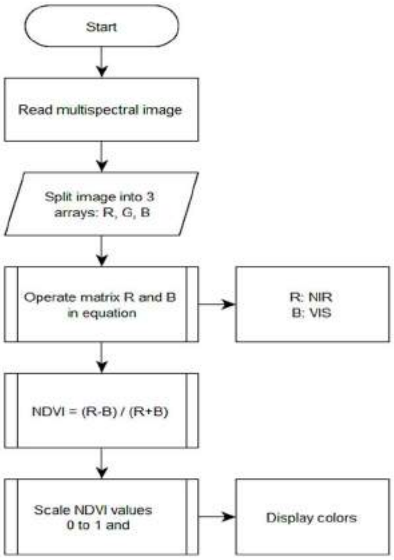
$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (1)$$

จาก ตารางที่ 1 ค่าดรรชนี NDVI ที่บอกความสมบูรณ์ของพืชจะอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งจะต้องนำค่า NDVI ที่ได้จากการประมวลผลภาพมาเปรียบเทียบและตีความหมายของภาพ

ตารางที่ 1 ค่าความหมายของค่าดรรชนี NDVI

ค่าดรรชนี NDVI	ความหมาย
-1.0 – 0	พื้นที่ที่มีข้าวอยู่น้อยมากหรือไม่มีอยู่เลย เช่น น้ำ ถนน เป็นต้น
0 – 0.049	ต้นข้าวมีความสมบูรณ์น้อย
0.05 – 0.79	ต้นข้าวมีความสมบูรณ์ปานกลาง
0.08 – 0.199	ต้นข้าวมีความสมบูรณ์ดี
0.20 – 0.299	ต้นข้าวมีความสมบูรณ์ดีมาก
0.30 – 1.0	พื้นที่ที่มีพืชพรรณอยู่หนาแน่น เช่น พื้นที่ที่มีต้นไม้ หรือพื้นที่ป่าไม้

2.2 แนวทางการประมวลผลภาพแบบ Multispectral



รูปที่ 1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

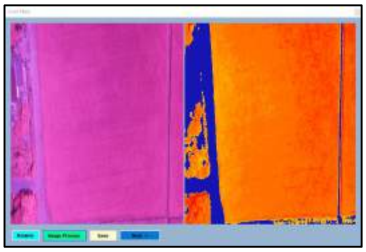
สำหรับการประมวลผลภาพ [1] จะเริ่มจากการอ่านภาพแบบที่อยู่ในรูปแบบของ multispectral จะเป็นภาพที่ผ่านการถ่ายด้วยกล้องที่ติด DIY plant analysis filter kit เข้าไปแทน RGB filter ของกล้องตัวเดิม จากนั้นนำรูปภาพเข้ามาเก็บอยู่ในรูปแบบของอาเรย์ ของโดนเมนสีพื้นฐาน RGB จากนั้นแทนค่าอาเรย์ของ R เป็นตัวแปร NIR และแทนค่าของอาเรย์ B เป็นตัวแปร VIS เพื่อที่จะนำไปแทนในสูตรการคำนวณดัง สมการที่ 1 จากนั้นจะได้ค่าที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ -1 ถึง 1 และนำค่าที่ได้ไปแปลงภาพสีต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 1

2.3 ทฤษฎีของการหาขอบภาพ

การหาขอบภาพเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยในขั้นตอนของ Hough อัลกอริทึม [2] เพื่อที่จะประมวลผลในแต่ละสัดส่วนของพื้นที่ของภาพที่เป็นพื้นที่แปลงนา การหาขอบภาพเป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ ก็จะสามารถคำนวณหาพื้นที่ของวัตถุนั้นได้ โดยในการประมวลผลภาพนี้ได้เลือกใช้อัลกอริทึมของ Canny edge detection ซึ่งจะเหมาะสมกับการนำไปใช้งานกับ Hough อัลกอริทึมที่จะช่วยในการแบ่งพื้นของแปลงนา

3. การทดลอง

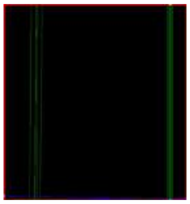
สำหรับการทดลองในการประมวลผลภาพื้นที่แปลงนาจะมีวิธีและขั้นตอนในการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 ประมวลผลภาพหาค่า NDVI

ขั้นตอนแรกจาก รูปที่ 2 จะเป็นการนำรูปถ่ายจากกล้องที่ผ่านการดัดแปลงเรียบร้อยแล้วเข้ามาในโปรแกรม และทำการประมวลผลภาพและหาค่า NDVI เพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 3 (ก)

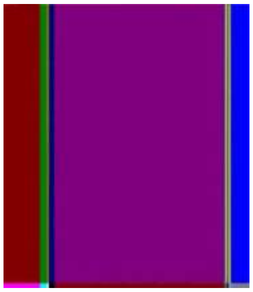


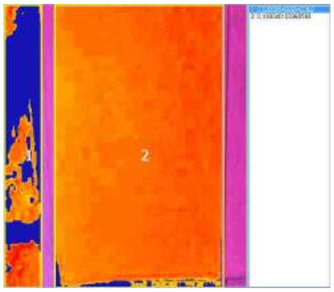
รูปที่ 3 (ข)

รูปที่ 3 (ก) หาขอบภาพโดย Canny edge detect

รูปที่ 3 (ข) หาเส้นตรงโดย Hough algorithm

รูปที่ 3 (ก) คือการนำรูปภาพที่ผ่านการประมวลจาก รูปที่ 2 มาหาขอบภาพเพื่อที่จะนำขอบภาพที่ได้ไปใช้ใน Hough อัลกอริทึมแบ่งส่วนของพื้นที่ การหาเส้นตรงเพื่อที่จะนำเส้นตรงนี้ไปแบ่งส่วนของพื้นที่ของแปลงนา โดยเส้นตรงที่ได้มาจะต้องนำมาต่อให้ยาวเท่ากัน





รูปที่ 4 (ก) **รูปที่ 4 (ข)**

รูปที่ 4 (ก) วาดสี่เหลี่ยมจากจุดตัดของเส้น Hough

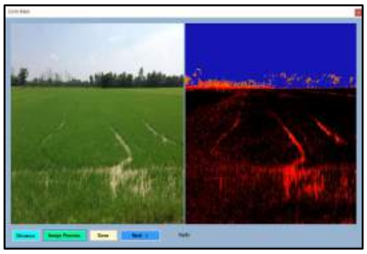
รูปที่ 4 (ข) รูปหลังจากประมวล แบ่งพื้นที่ และคำนวณค่า NDVI

รูปที่ 4 (ก) คือการวาดสี่เหลี่ยมจากจุดตัดของเส้น Hough เพื่อนำพื้นที่ที่แบ่งได้ไปใช้แบ่งในส่วนของพื้นที่แปลงนาของรูปภาพที่ประมวลผล และรูปที่ 4 (ข) แสดงค่า NDVI ที่ประมวลผลได้ในแต่ละพื้นที่เพื่อนำค่า NDVI ไปเปรียบเทียบกับค่าความสมบูรณ์ใน ตารางที่ 1

4. ผลการทดลอง

จากการทดสอบการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมก็จะมีลักษณะขององค์ประกอบภาพที่แตกต่างกันและแสงในแต่ละช่วงเวลามีผลต่อการถ่ายภาพ จึงทำการทดลองและผลการทดลองต่างๆ ที่เป็นข้อมูลใช้เปรียบเทียบต่อไปนี้

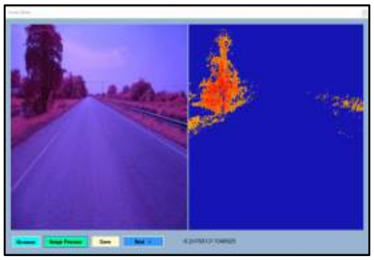
4.1 การนำรูปถ่ายจากกล้องปกติมาประมวลผล



รูปที่ 5 รูปถ่ายจากกล้องปกติ

จาก รูปที่ 5 เมื่อเรานำภาพถ่ายปกติหรือภาพถ่ายที่ยังไม่ได้ติด NGB filter ให้กับกล้องมาประมวลผลภาพจะทำให้ไม่ได้ค่าของ NDVI และทำให้สีของภาพแตกต่างออกไป

4.2 การนำรูปถ่ายอื่นๆ ที่ไม่ใช่แปลงนามาประมวลผล



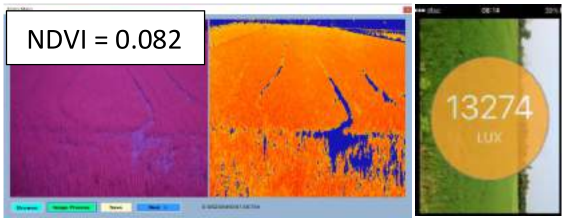
รูปที่ 6 รูปถ่ายภาพถนน

ทดลองโดยการนำ รูปที่ 6 ที่เป็นรูปถนน มาประมวลจะทำให้ค่า NDVI ที่คำนวณได้นั้นติดลบ

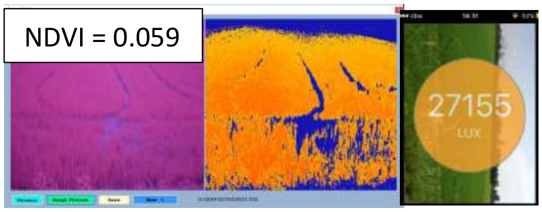
4.3 การนำรูปถ่ายมีค่าความสว่างแสงที่ต่างกันมาประมวลผล

โดยจะใช้ช่วงความสว่างของแสงอยู่ 3 ช่วงด้วยกันคือ ช่วงเช้า ช่วงบ่าย ช่วงเย็น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแสงและภาพที่ได้

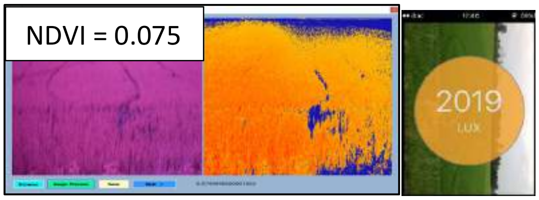
จากการทดลองใน รูปที่ 7, 8 และ 9 จะเห็นได้ว่าค่าแสงในแต่ละช่วงระยะเวลาของวันจะมีผลต่อการถ่ายภาพและการประมวลผลค่า NDVI ที่ได้ออกมา โดยปกติค่าแสงกลางแจ้งมาตรฐานทั่วไปจะอยู่ที่ 10,000 LUX เราควรจะเลือกถ่ายภาพให้อยู่ในช่วงของค่าแสงที่ใกล้เคียง และอีกหนึ่งปัจจัยในการถ่ายภาพคือมุมของพระอาทิตย์ที่ขึ้นหรือแสงที่ส่องกระทบกับใบของต้นข้าวแล้วสะท้อนออกมาก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลให้ค่า NDVI เปลี่ยนแปลง จึงควรเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการประมวลผลเพียงช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่มีค่าแสงที่เหมาะสมและใกล้เคียงกับค่าแสงมาตรฐาน



รูปที่ 7 ภาพถ่ายช่วงเช้า (8.00 ถึง 9.00 น.)



รูปที่ 8 ภาพถ่ายช่วงบ่าย (13.00 ถึง 14.00 น.)



รูปที่ 9 ภาพถ่ายช่วงเย็น (17.00 ถึง 18.00 น.)

4.4 การประมวลผลในตัวอย่างแปลงนาเพิ่มเติม

ตารางที่ 10 ตัวอย่างการทดสอบแปลงนาที่สมบูรณ์

ประมวลผลภาพ	ค่า NDVI	ความหมาย	ค่าความสว่าง (Lux)	การตรวจสอบโดยเกษตรกร
แปลงนาที่ 1	0.101	สมบูรณ์ดี	7,698	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 2	0.086	สมบูรณ์ดี	3,666	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 3	0.081	สมบูรณ์ดี	10,232	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 4	0.097	สมบูรณ์ดี	13,442	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 5	0.077	สมบูรณ์ปานกลาง	9,871	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 6	0.075	สมบูรณ์ปานกลาง	13,552	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 7	0.063	สมบูรณ์ปานกลาง	11,434	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 8	0.082	สมบูรณ์ดี	4,568	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 9	0.066	สมบูรณ์ปานกลาง	5,617	สมบูรณ์
แปลงนาที่ 10	0.092	สมบูรณ์ดี	8,921	สมบูรณ์

ตารางที่ 11 ตัวอย่างการทดสอบแปลงนาที่ไม่สมบูรณ์

ประมวลผลภาพ	ค่า NDVI	ความหมาย	ค่าความสว่าง (LUX)	การตรวจสอบโดยเกษตร
แปลงนาที่ 1	-0.105	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	11,338	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 2	0.004	สมบูรณ์น้อย	12,732	สมบูรณ์น้อย
แปลงนาที่ 3	-0.075	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	6,235	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 4	-0.105	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	9,851	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 5	-0.053	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	4,571	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 6	-0.215	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	12,566	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 7	-0.187	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	14,328	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 8	0.009	สมบูรณ์น้อย	7,891	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 9	-0.078	ไม่สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	10,517	ไม่สมบูรณ์
แปลงนาที่ 10	-0.142	สมบูรณ์(มีต้นข้าวน้อยมาก)	7,412	ไม่สมบูรณ์

จะทดลองนำภาพถ่ายแปลงนาที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มาประมวลผลและให้เกษตรกรเปรียบเทียบความแตกต่างว่าสามารถแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ในภาพและตีความหมายว่าพื้นที่ดังกล่าวนั้นสมบูรณ์หรือไม่สมบูรณ์ ดังตารางที่ 10 และ 11 โดยทำการทดลองนำภาพพื้นที่แปลงนาอื่นๆที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์จำนวน แปลงเข้ามาประมวลผลและหา 10 ค่าNDVI และนำภาพที่ได้ไปให้เกษตรกรช่วยตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการตีความหมายโดย ตารางที่ 1

5. สรุปผลการทดลอง

การประมวลผลภาพเพื่อหาดัชนีชี้วัดความสมบูรณ์พื้นที่แปลงนาโดยใช้โดรนต้องอาศัยทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ การหาขอบภาพ และการดัดแปลงกล้องดิจิตอลเพื่อติด NGB filter เข้ากับตัวกล้องเพื่อที่จะทำให้กล้องสามารถถ่ายภาพและนำภาพนั้นมาประมวลผลในโปรแกรมได้ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงการถ่ายในภาพในช่วงของความสว่างแสงที่เท่ากันในแต่ละรอบ และปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการถ่ายภาพ เมื่อได้ภาพถ่ายและเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลเมื่อเราประมวลผลภาพเสร็จเราสามารถเปรียบเทียบค่าความสมบูรณ์ของพื้นที่แปลงนาดังกล่าวด้วย ตารางที่ 1 เพื่อบอกว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความสมบูรณ์มากน้อยแค่ไหน ข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นประโยชน์ให้กับเกษตรกรเป็นข้อมูลที่จะช่วยในการบริการจัดการทรัพยากรต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] H.J. Trussell, M.J. Vrhel. (2551). “Fundamentals of Digital Imaging.” United States of America by Cambridege University Press: New York

[2] S. Jayaraman, S. Esakkirajan, T. Veerakumar. (2552). “Hough line transform.” India: New delhi

[3] John C.Russ. (2554). “Image Segmentation.” North Carolina

[4] Genesis T. Yengoh, David Dent, Lennart Olsson. (2558). “Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales.” Springer International Publishing

[5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย, ดร.สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์. (2557). “การปลูกข้าว.” ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช

Real-Time Monitoring and Intelligent Control System for Greenhouses

พีระพงศ์ ละมูล[1] พุทธคุณ พจนาภรณ์[2] เศรษฐา ตั้งค้าวานิช[3] สุรเชษฐ์ กานต์ประชา[4]

[1-4]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373

E-mail: phiraphongl56@email.nu.ac.th[1], puttakunp56@email.nu.ac.th[2], setthat@nu.co.th[3], surachetka@nu.ac.th[4]

บทคัดย่อ

ระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืชได้นำอุปกรณ์ด้านการสื่อสารไร้สาย ระบบสมองกลฝังตัว และเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเพาะปลูกพืชและนำเอาข้อมูลที่ได้นั้นไปใช้ประมวลผลด้วยวิธีการตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อสั่งการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้มีค่าระหว่าง 25 – 35 องศาเซลเซียส และ 60-80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยใช้วิธีการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System) ร่วมกับการพ่นหมอก และพัดลมระบายอากาศ ซึ่งค่าการตรวจวัดและการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกส่งขึ้นระบบคลาวด์ โดยมีแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานให้ผู้ใช้ทราบ

คำสำคัญ: โรงเรือนเพาะชำ, แอปพลิเคชันแอนดรอยด์, อินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Abstract

The project, Real-Time Monitoring and Genius Control System for the greenhouse, applies wireless connection tool, embedded system, and environmental monitoring sensors to monitor the environment in the greenhouse then process the data by Fuzzy Logic. This process will control the temperature, the relative humidity, and the soil humidity in the greenhouse to be between 25 to 35 Celsius and 60 to 80 percent by Evaporative Cooling System with Fog System, and fan. The monitoring status and the process of each tool will be sent to the Cloud System, which shows the result to users via Android application on a smartphone.

keyword: green room, android application, Internet of Things

1. บทนำ

ปัจจุบันคนไทยนิยมหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น โดยรับประทานผักที่ปลอดสารพิษ ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่คนนิยมมากที่สุด โดยผักปลอดสารพิษที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดและห้างสรรพสินค้าในปัจจุบันนั้นมีหลายชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด ในประเทศไทยนั้นจะนิยมปลูกผักตระกูลนี้ไว้ในโรงเรือนเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม แต่การปลูกพืชในโรงเรือนจะมีปัญหาในการดูแลในแต่ละวัน ถ้าโรงเรือนมีขนาดใหญ่ จำนวนหลายโรงเรือน จำเป็นต้องมีระบบการจัดการบริหารที่ดีมากขึ้น เช่นในการจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเรือนทั้งข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

จากปัญญาหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช เพื่อนำอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวและตรรกศาสตร์คลุมเครือมาใช้ในการตรวจวัดและควบคุม

สภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในโรงเรือน อีกทั้งยังใช้ความรู้ในด้านอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) เพื่อให้เจ้าของโรงเรือนสามารถเฝ้าสังเกตการณ์

และควบคุมโรงเรือนเพาะปลูกพืชผ่านทางแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน จากที่ใดก็ได้ที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ทุกเวลา

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาโค้ง (High Tunnel) [1]

เป็นโรงเรือนราคาประหยัด สำหรับป้องกันความเสียหายกับพืชที่ปลูกในฤดูฝน เหมาะกับพืชที่ต้องการคุณภาพของผลผลิตสูง ใช้ระบบ Evaporation ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน

2.2 โพรโทคอล MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) [2] เป็นโพรโทคอลที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักรคุยกัน (machine-to-machine) คือ อุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ ซึ่ง MQTT ถูกคิดค้นโดย ดร.แอนดี้สแตนฟอร์ด คลาค ของ ไอบีเอ็ม และ อเลน นิพเพอร์ ของ Arcom (now Eurotech) ใน ค.ศ. 1999

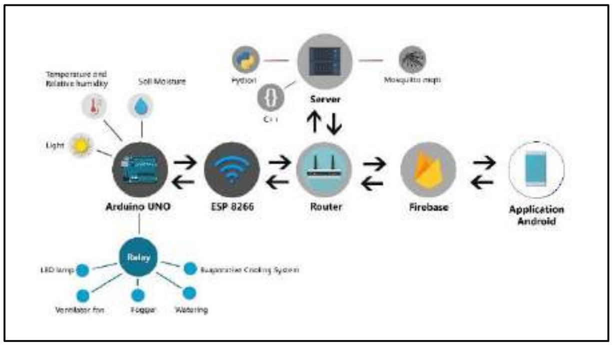
2.3 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ หรือ ฟัซซีลอจิก(fuzzy logic) [3] พัฒนาจากทฤษฎีฟัซซี่เซต(fuzzy set) โดยเป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เหตุผลแบบเด็ดขาดในลักษณะ ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ของตรรกศาสตร์แบบฉบับ (classical logic) ตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้นสามารถถือเป็นการประยุกต์ใช้งานเซตวิภัชนัยเพื่อจำลองการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญต่อปัญหาที่ซับซ้อน และการควบคุมแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นหนึ่งในการวิธีการควบคุมจำนวนมากที่ใช้กับระบบควบคุมปัจจัยทางกายภาพซึ่งบางส่วนเกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบป้อนกลับ[4, 5]

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ในการออกแบบระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืชจะมีรูปแบบคือส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนของเครื่องแม่ข่าย(Server) และระบบคลาวด์ ในที่นี้จะใช้บริการของทาง Firebase และส่วนติดต่อผู้ใช้งานเป็นแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน มีการใช้โพรโทคอลแบบ M2M ผ่านระบบเครือข่ายระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเครื่องแม่ข่ายทำให้แต่ละส่วนสามารถสื่อสารกันได้ดังรูปที่ 1

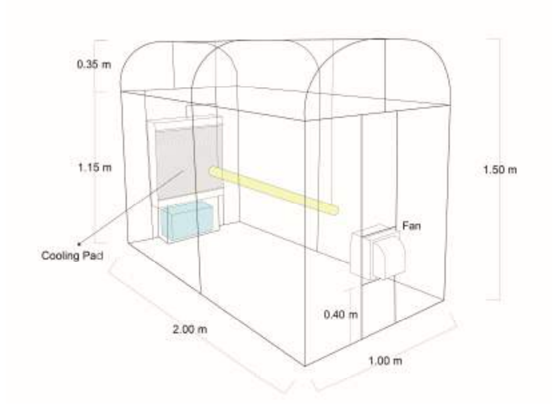


รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช

โดยผู้ใช้จะใช้แอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนเป็นช่องทางสำหรับการติดตามผลตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือนได้ โดยทำงานร่วมกับ Firebase Real-Time Database โดยการรับค่าและส่งค่าขึ้นระบบคลาวด์ ซึ่งเครื่องแม่ข่าย(Server) จะคอยรับค่าจาก Firebase Real-Time Database เพื่อไปสั่งการตัวอุปกรณ์และส่งค่ากลับมาเพื่อแจ้งว่าอุปกรณ์นั้นได้ทำงานจริงนั่นเอง

3.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะปลูกพืช

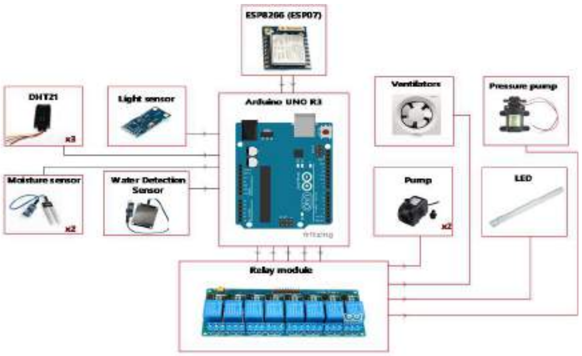
จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบโรงเรือนเพาะปลูกพืชที่มีความกว้าง 1 เมตร ความยาวตัวโรงเรือน 2 เมตร และความสูง 1.5 เมตร โดยมีพลาสติกใสคลุมทั่วทั้งโรงเรือน โดยภายในจะประกอบด้วยอุปกรณ์ได้แก่ พัดลมระบายอากาศ หัวพ่นหมอก หลอดไฟแอลอีดี และแผงรังผึ้ง



รูปที่ 2 Isometric ของโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง

3.3 การออกแบบและหลักการทำงานของระบบสมองกลฝังตัวสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช

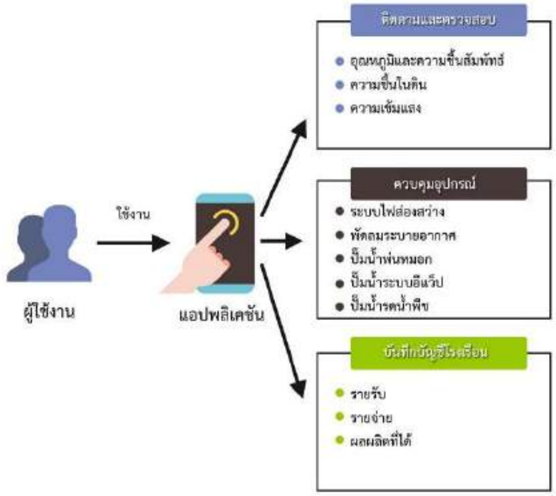
การออกแบบระบบสมองกลฝังตัวได้ใช้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ซึ่งเป็นบอร์ดสำเร็จรูปโดยภายในจะมีวงจรเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ถึงแม้จะมีช่องการเชื่อมต่อไม่มาก แต่ก็สามารถนำมาใช้สำหรับเชื่อมต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ และมีประสิทธิภาพสำหรับการประมวลผลสัญญาณข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์และสามารถเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ซึ่งเป็นบอร์ดที่มีโมดูล Wi-Fi ติดตั้งมาด้วย ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายเพื่อรับส่งข้อมูลผ่านโพรโตคอล MQTT ไปยังเครื่องแม่ข่ายได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืช

3.5 การออกแบบแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน

สำหรับแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 4.2 (Jelly Bean) และ API ระดับ 17 ขึ้นไปนั้นจะทำหน้าที่หลักๆในการแสดงผลข้อมูลและติดตามตรวจสอบข้อมูลที่เซนเซอร์จากโรงเรือนเพาะปลูกพืชตรวจวัดได้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสงและความชื้นในดิน โดยทั้งหมดจะแสดงผลตามเวลาจริง ณ ตำแหน่งที่โรงเรือนเพาะปลูกพืชตั้งอยู่ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงเรือนได้แก่ พัดลมระบายอากาศ ระบบไฟส่องสว่าง ปั๊มน้ำในการพ่นหมอก น้ำระบบอีแว็ปและปั๊มน้ำระบบรดน้ำพืช ดังรูปที่ 4

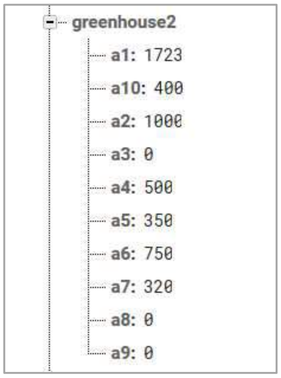


รูปที่ 4 การใช้งานแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน

4. ผลการทดลอง

การแสดงผลรับค่าเซนเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันจาก Firebase Real-Time Database

เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกรายการโรงเรือน จะเข้าสู่หน้าสำหรับการแสดงผลรับค่าเซนเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันจาก Firebase Real-Time Database ดังแสดงในรูปที่ 5 (ก) ของโรงเรือนที่ทำ



5(ก) **5(ข)**

รูปที่ 5 (ก) ค่าจากเซนเซอร์ที่ตรวจวัดได้ของโรงเรือนที่อยู่ใน Firebase Real-Time Database (ข) หน้าการแสดงผลรับค่าเซนเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันจาก Firebase Real-Time Database

การเลือกโดยจะแสดงผลประกอบไปด้วยค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นในดิน ความเข้มแสงภายในโรงเรือน ระดับน้ำในถังเก็บ โดยที่ระดับน้ำในถังเก็บนั้นสามารถแบ่งได้สามระดับคือ ระดับน้ำปกติ(Normal) ระดับน้ำปานกลาง(Medium) และระดับน้ำต่ำสุด(Low) นั่นเอง อีกทั้งแสดงอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน และแสดงข้อมูลทั่วไปของโรงเรือนเพาะปลูกพืชได้แก่ ที่ตั้งและวันที่ทำการสร้างโรงเรือนเพาะปลูกพืช แสดงในรูปที่ 5 (ข)

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการดำเนินงาน จึงสรุปได้ว่าระบบตรวจวัดตามเวลาจริงและควบคุมอัจฉริยะสำหรับโรงเรือนเพาะปลูกพืชนั้นสามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง และความชื้นในดิน ภายในโรงเรือนเพาะปลูกพืช แล้วส่งค่าไปแสดงผลบนแอปพลิเคชัน สมาร์ทโฟนตามเวลาจริงได้ สามารถสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือนผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนจากทางไกลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ และสามารถบันทึกผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องลงเครื่องแม่ข่ายได้ ส่วนการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศโดยใช้การควบคุมแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเนื่องมาจากวิธีการลดอุณหภูมิแบบใช้การระเหยของน้ำมีความเหมาะสมต่อสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การลดอุณหภูมิจึงจะมีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งเมื่อมีการระเหยของน้ำทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในโรงเรือนสูงขึ้นจึงทำให้การควบคุมอุณหภูมิโดยวิธีนี้ส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมาก รวมทั้งสภาพอากาศที่มีฝนตกมากต่อพื้นที่ทำการทดลอง ทำให้เกิดข้อจำกัดในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับการดำเนินงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (ม.ป.ป.). **โรงเรือน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2559, จาก http://agri.wu.ac.th/ msomsak/Soilless /Chapter07/Greenhouse.htm

[2] oasis (December 10, 2015). **MQTT Version 3.1.1 Plus** Errata 01. Retrieved 20 May 2014, จาก http://docs.oasisopen.org/mqtt/ mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html

[3] Von Altrock, Constantin (1995). **Fuzzy logic and NeuroFuzzy applications explained**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR. ISBN 0-13-368465-2.

[4] G.M. Soto-Zarazua, B.A. Romero-Archuleta, A. Mercado-Luna, M. Toledano- Ayala, E. Rico- Garcia, R.R. Peniche-Vera, & G. Herrera-Ruiz, **Trends in automated systems development for greenhouse horticulture**, International Journal of Agricultural Research, Vol.6, No.1, 2011, pp.1-9.

[5] A. Trabelsi, F. Lafont, M. Kamoun, G. Enea, **Identification of nonlinear multivariable systems by adaptive fuzzy Takagi-Sugeno model**, International journal of computational cognition, September, 2004

การประยุกต์ใช้โดรนเพื่อสำรวจแหล่งหญ้าทะเล

Apply Drone for Seagrass Bed Survey

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ[1] พรเทพ วิรัชวงศ์[1] สุรศักดิ์ เกตุบุญนาค[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง [2]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
179 หมู่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150 โทรศัพท์ 075-247064 E-mail: nitiratsuwan@gmail.com

บทคัดย่อ

หญ้าทะเลเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเล การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการจัดการแหล่งหญ้าทะเล โดรนนับว่าเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการสำรวจแหล่งหญ้าทะเล จึงดำเนินการศึกษาแหล่งหญ้าทะเลด้วยโดรนรุ่น Mavic ที่มีความละเอียดภาพ 1.2 ล้านพิกเซล ถ่ายภาพที่ความสูง 80 เมตร บริเวณอ่าวบุญคง อ.สิเกา จ.ตรัง ซึ่งมีหญ้าทะเลและมีกิจกรรมการปลูกเพิ่มเติม พบว่าภาพถ่ายที่ได้สามารถนำมาแปลผลชนิดหญ้าทะเลด้วยสายตาคือ หญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalus acoroides*) ซึ่งมีขนาดใหญ่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่หญ้าทะเลชนิดที่มีขนาดเล็กไม่สามารถประเมินด้วยสายตาได้ หญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงพบกระจายบริเวณปากอ่าวใกล้กับทางเปิดออกสู่ทะเล ซึ่งบริเวณนี้มีความลึกมากกว่าบริเวณอื่นของอ่าว รูปแบบการกระจายมีทั้งแบบเดี่ยว แบบกลุ่มธรรมชาติ และแบบกลุ่มที่มีระเบียบซึ่งเกิดจากการปลูก โดยมีพื้นที่รวม 801.49 ตารางเมตร

คำสำคัญ: โดรน, แหล่งหญ้าทะเล, หญ้าชะเงาใบยาว, จังหวัดตรัง

Abstract

Seagrass beds are important area in the coastal ecosystem. The survey of seagrass beds is essential for obtaining information to be used seagrass management. Drones are another tool that can be used to explore seagrass beds. Seagrass beds investigated with drone model Mavic with 1.2 megapixel resolution. Shoot at a height of 80 meters was in Boonkong bay, Sikao district, Trang province with seagrass and seagrass plating activity. The photos obtained can be used to interpret the seagrasses with the eyes, *Enhalus acoroides* which was large size and clearly visible. But small seagrasses cannot be assessed by sight. *E. acoroides* in the Boonkong bay spread out the estuary near the outlet to the sea. This area is deeper than other areas of the bay. The distribution pattern is single shoot, natural patch and regularity patch form plating. The total area of seagrass beds was 801.49 square meters.

Keywords: drone, seagrass bed, *Enhalus acoroides*, Trang province

1. บทนำ

แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศทางทะเลแหล่งหนึ่งที่มีความสำคัญในด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากแหล่งหญ้าทะเลมีความหลากหลายของชนิด (species diversity) สิ่งมีชีวิตๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลประกอบด้วยกลุ่มพืช ได้แก่ หญ้าทะเล (seagrass) สาหร่ายที่เกาะอยู่บนใบหญ้าทะเล (epiphytic algae) และสาหร่าย (seaweed) ส่วนกลุ่มสัตว์ ได้แก่ โคพีพอด ดอกไม้ทะเล ไส้เดือนทะเล ดาวทะเล ปากกาทะเล อีแปะทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และพะยูน จังหวัดตรังเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีแหล่งหญ้าทะเล แหล่งหญ้าทะเลในเขตอบอุ่นจะมีหญ้าขึ้นเพียงชนิดเดียว (monospecific floras) เป็นผืน แต่แหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรังเป็นแหล่งหญ้าที่มีหญ้าทะเลหลายชนิดขึ้นปะปนกัน (multispecific floras)

การประเมินพื้นที่ของแหล่งหญ้าทะเลมีหลายวิธี เช่น การประเมินด้วยการประมาณค่าในช่วง (interpolation) และการประเมินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม โดยการประเมินพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลด้วยประมาณค่าในช่วง เช่น การประเมินหญ้าทะเลในภาคใต้ของรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยการสุ่มตัวอย่างจำนวน 874 จุด ทำการประมาณค่าในช่วงการกระจายของหญ้าทะเลแต่ละชนิดด้วยวิธี kriging พบว่า หญ้าทะเลชนิด *Thalassia testudinum, Syringodium filiforme, Halodule wrightii* และ *Halophile decipiens* คลอบคลุมพื้นที่ 6,400, 4,400, 3,000 และ 7,500 ตารางกิโลเมตร [1] การประเมินการกระจายของหญ้าทะเลชนิด *Posidonia oceanica* (L.) บริเวณอ่าว Lacco Ameno ประเทศอิตาลี [2] เป็นต้น และการประเมินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เช่น การประเมินหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่ง Spring รัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม WorldView 2 วิเคราะห์พื้นที่หญ้าทะเลด้วยวิธี object-base image analysis (OBIA) และวิธี photo-interpretation [3] การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Lansat TM/ETM+/OLI ประเมินการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าว Cam Ranh ประเทศเวียตนาม พ.ศ.2539 กับ พ.ศ.2558 พบว่าหญ้าทะเลลดร้อยละ 25 จากการพัฒนาชายฝั่งและ

การสร้างสิ่งก่อสร้าง [4] ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีและเสียแตกต่างกันไป เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียมต้องผ่านการประมวลผลก่อนการนำมาใช้ ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้รับใช้เวลานานกว่าจะนำมาใช้ได้ อีกทั้งเวลาที่ดาวเทียมผ่านยังพื้นที่ที่ต้องการอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาประเมินหญ้าทะเล เช่น ผ่านในช่วงเวลาน้ำขึ้น สุดท้ายภาพถ่ายดาวเทียมยังมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง

การใช้เทคโนโลยีถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับหรือโดรนมาประยุกต์ใช้สำรวจแหล่งหญ้าทะเลจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากภาพที่ได้มีรายละเอียดของภาพค่อนข้างสูง หากนำมาปรับใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเลจะส่งผลให้ได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่ของหญ้าที่ทันสมัยเป็นปัจจุบัน อีกทั้งการใช้โดรนยังมีต้นทุนในการดำเนินการที่ต่ำ และใช้ทรัพยากรในการดำเนินการเก็บข้อมูลน้อย เมื่อได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเลแล้วสามารถในมาใช้ในการบริหารจัดการหญ้าทะเล อันจะนำไปสู่การดูแลและฟื้นฟูทรัพยากรหญ้าทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

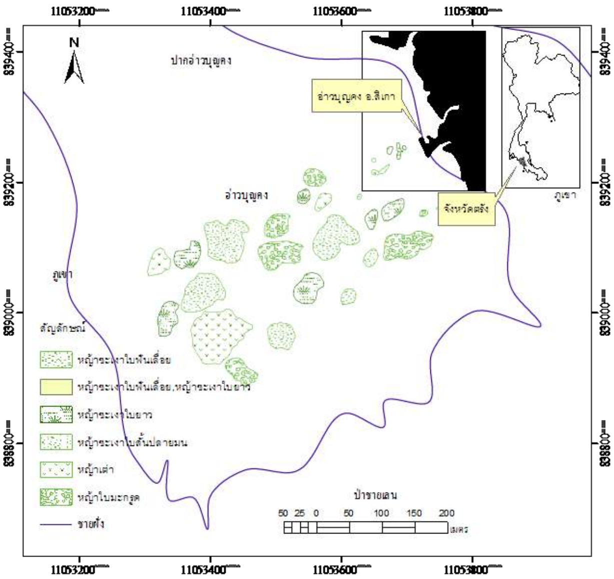
2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษา

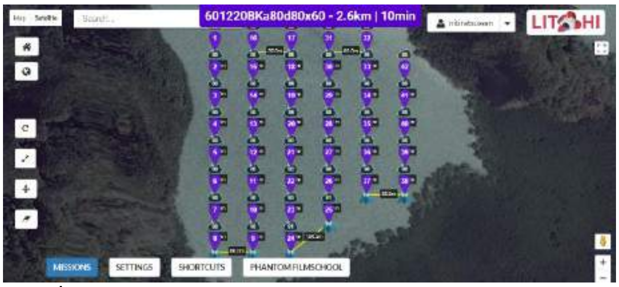
การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในอ่าวบุญคง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยติดกับทะเลอันดามัน โดยก้นอ่าวอยู่ทางทิศใต้ติดกับป่าชายเลนพื้นท้องน้ำบริเวณนี้เป็นโคลน ด้านทิศเหนือเปิดออกสู่ทะเลอันดามัน ทิศตะวันออกและตะวันตกติดกับภูเขา พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่เป็นทรายปนโคลนและมีหญ้าทะเล อ่าวบุญคงเป็นพื้นที่ที่อยู่ในช่วงการขึ้นลงของน้ำ (ความสูง 2 เมตร ถึงระดับน้ำลึก 1 เมตร จากระดับน้ำทะเลที่ลงต่ำสุด) แหล่งหญ้าบริเวณอ่าวบุญคง มีพื้นที่ 0.07 ตารางกิโลเมตร (46 ไร่) หญ้าทะเลมีลักษณะการกระจายของหญ้าชนิดต่างๆ ปะปนกัน ไม่ได้มีลักษณะการแบ่งเป็นแปลงหญ้าที่แตกต่างกัน โดยหญ้าทะเลชนิดที่เด่น คือ หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis* (R. Brown) J.D. Hooker) รองลงมา คือ หญ้าเต่า (*Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Ascherson) และ หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล (*Cymodocea rotundata* Ehrenberg) นอกจากนี้มีหญ้าอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อย ได้แก่ ชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata* (R. Brown) Ascherson), หญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalus acoroides* Royle) (รูปที่ 1) [5]

2.2 การเก็บข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ใช้โดรนรุ่น Mavic ซึ่งมีกล้องถ่ายภาพที่มีความละเอียดของภาพ 1.2 ล้านพิกเซล โดยภาพที่ได้ด้านกว้างและยาวเท่ากับ 40000x3000 พิกเซล กำหนดจุดถ่ายภาพด้วยโปรแกรม Litchi ครอบคลุมพื้นที่อ่าวบุญคงบริเวณหญ้าทะเล 131.25 ไร่ จำนวน 42 จุด กำหนดความสูงของการถ่ายภาพ 80 เมตร ระยะห่างของจุด 80x40 เมตร (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 อ่าวบุญคง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง และการกระจายของหญ้าทะเล [1]



รูปที่ 2 ตำแหน่งการบันทึกข้อมูลภาพจากโดรนด้วยโปรแกรม Litchi

การเก็บข้อมูลในเก็บข้อมูลในช่วงน้ำลงต่ำสุดช่วงเช้าเนื่องจากลมพัดไม่แรง และเป็นวันที่มีระยะเวลาน้ำลงยาวที่สุด ดำเนินการเก็บข้อมูลภาพในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พ.ศ.2560 และเก็บข้อมูลหญ้าทะเลในเดือนมกราคม พ.ศ.2561 ด้วยการสุ่มเก็บข้อมูลภาพหญ้าชะเงาใบยาวพร้อมตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม MAPinr จากโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการ android

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

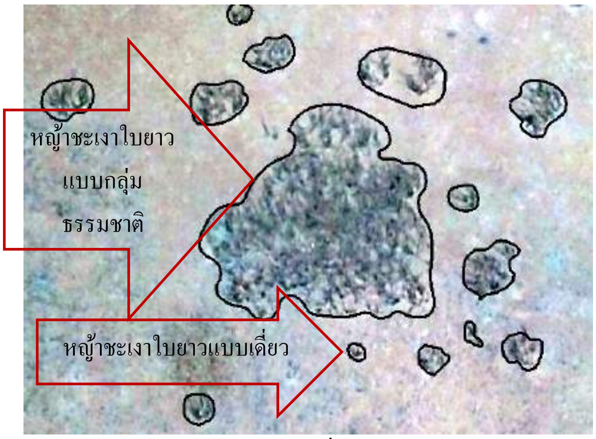
การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการประมวลผลภาพที่ถ่ายจากโดรนทั้งหมดด้วยโปรแกรม DroneDeploy ดำเนินการอัพโหลดภาพที่ถ่ายทั้งหมดเข้าสู่โปรแกรมฯ เมื่อโปรแกรมประมวลผลภาพเสร็จจะได้ภาพถ่ายพื้นที่อ่าวบุญคงพร้อมพิกัดตำแหน่ง ดำเนินการดาวโหลดไฟล์ภาพที่ได้เข้าสู่คอมพิวเตอร์ และนำเข้าสู่โปรแกรม ArcMap รุ่น 10

ดำเนินการประมวลผลภาพพื้นที่หญ้าชะเงาใบยาวด้วยสายตา วิเคราะห์ขนาดพื้นที่และจัดทำเป็นแผนที่หญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคง อ.สิเกา จ.ตรัง

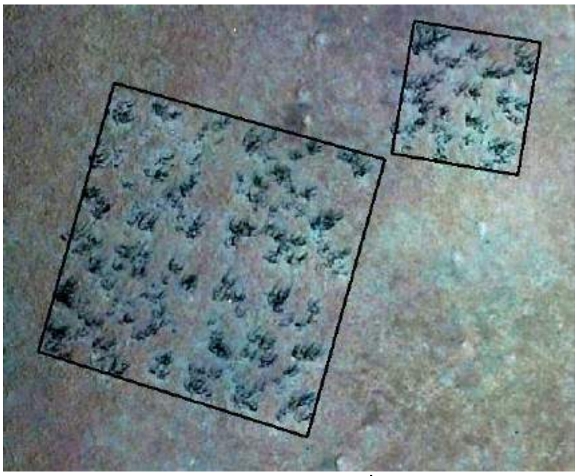
3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ภาพถ่ายทางอากาศจากโดรนของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวบุญคง ชนิดหญ้าที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ หญ้าชะเงาใบยาว เนื่องจากเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ ใบมีความยาว 70-100 เซนติเมตร ส่วนหญ้าทะเลชนิดที่มีขนาดเล็กไม่สามารถจำแนกด้วยสายตาได้

การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ประกอบด้วย 3.1 การกระจายแบบต้นเดี่ยวๆ กระจายตัวแบบไม่มีระเบียบ และยังพบขึ้นอยู่รวมกับหญ้าทะเลชนิดอื่น 3.2 การกระจายแบบกลุ่มธรรมชาติ กระจายตัวอยู่เป็นกลุ่มๆ หลายต้นไม่เป็นระเบียบ ส่วนใหญ่อยู่ในแอ่งน้ำเล็กๆ เมื่อน้ำลง และ 3.3 การกระจายแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบเกิดจากการปลูก แต่อาจมีช่องว่างระหว่างต้นบ้าง (รูปที่ 3, 4, 5 และ 6) หญ้าชะเงาใบยาวในพื้นที่อ่าวบุญคงในปัจจุบันเพิ่มขึ้นจากพ.ศ. 2557 [5] จากกลุ่มที่มีการกระจายแบบมีระเบียบที่ยังไม่พบในอดีต เนื่องจากในช่วงหลังพ.ศ.2557 มีการจัดกิจกรรมการปลูกหญ้าชะเงาใบยาวเพื่อฟื้นฟูพื้นที่หญ้าทะเลในอ่าวบุญคง



(ก) หญ้าชะเงาใบยาวแบบเดี่ยว และกลุ่มธรรมชาติ



(ข) หญ้าชะเงาใบยาวแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบ

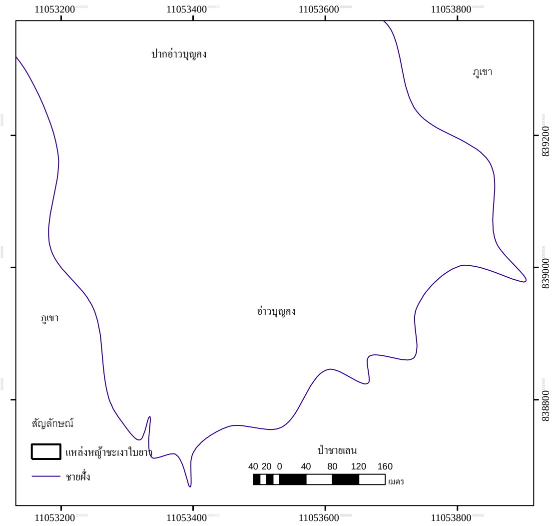
รูปที่ 3 รูปแบบการกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวจากภาพถ่ายด้วยโดรน

รูปที่ 4 หญ้าชะเงาใบยาวแบบเดี่ยว

รูปที่ 5 หญ้าชะเงาใบยาวแบบกลุ่มธรรมชาติ

รูปที่ 6 หญ้าชะเงาใบยาวแบบกลุ่มปลูก

หญ้าชะเงาใบยาวพบกระจายอยู่บริเวณใกล้ปากอ่าวบุญคงทางออกสู่ทะเล เนื่องจากพื้นที่นี้มีความลึกของน้ำมากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยพื้นที่ที่มีหญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงทั้งหมด 801.49 ตารางเมตร หรือ 0.50 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.39 ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา



รูปที่ 7 แผนที่การกระจายของหญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคง อ.สิเกา จ.ตรัง

4. สรุปผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้โดรนเพื่อสำรวจแหล่งหญ้าทะเลสามารถใช้ได้ โดยเฉพาะหญ้าชะเงาใบยาวที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีรูปแบบการกระจาย 3 แบบ คือ แบบเดี่ยว แบบกลุ่มธรรมชาติ และแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบ โดยแบบกลุ่มที่เป็นระเบียบเกิดจากการปลูกเพิ่มเติม โดยพื้นที่หญ้าชะเงาใบยาวบริเวณอ่าวบุญคงเท่ากับ 801.49 ตารางเมตร

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการประมงและธุรกิจสัตว์น้ำที่เข้าร่วมเก็บข้อมูล

6. เอกสารอ้างอิง

[1] L.W. Fourqurean, A. Willsie, C.D. Rose and L.M. Rutten, “Spatial and temporal pattern in seagrass community composition and productivity in south Florida”. Mar. Biol. vol. 138, pp. 341-354. 2001.

[2] M. Migliaccio, F.D. Martino, F. Silvestre and G. Procaccini, “Meadow-scale genetic structure in *Posidonia oceanica*”. Mar. Ecol. Pro.g Ser. vol. 304:55-65. 2005.

[3] R. Baumstark, R. Duffey and R. Pu “Mapping seagrass and colonized hard bottom in Springs Coast, Florida using WorldView-2 satellite imagery”. Est. Coast. Shelf Sci. vol. 181, pp.83-92. 2016.

[4] C.F. Chen, V.K. Lau, N.B. Chang, N.T. Son, P.H.S. Tong and S.H. Chiang. “Multi-temporal change detection of seagrass beds using integrated Landsat TM/ETM+/OLI imageries in Cam Ranh Bay, Vietnam”. Ecol. Inform. vol 35, pp. 43–54. 2016.

[5] ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, พรเทพ วิรัชวงศ์, กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และจันทร์สว่าง งามผ่องใส. “ศักยภาพการเพิ่มผลผลิตปูม้าช่วงปล่อยและหลังปล่อยบริเวณหญ้าทะเลเพื่อชุมชนประมง (ต่อเนื่องปีที่ 2). รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคงศรีวิชัย, ตรัง. 2557.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เกษตรอัจฉริยะเพื่อควบคุมการให้น้ำแบบฉีดฝอยสำหรับแปลงผัก

Smart farming to control sprinkler irrigation for the vegetable garden

นิสิต ภูครองตา
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-4620 E-mail: nisit.p@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพาะปลูกทางเกษตรกรรม ที่ทำให้พืชผลทางการเกษตรมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน บทความวิจัยเกษตรอัจฉริยะเพื่อควบคุมการให้น้ำแบบฉีดฝอยสำหรับแปลงผักนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคโนโลยี IoT ในการการควบคุมปริมาณความชื้นและระดับน้ำในดิน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ตรวจรู้ในดิน เพื่อตรวจสอบความชื้นและระดับน้ำในดินเพื่อควบคุมให้โซลินอยด์วาล์ว เปิด-ปิดน้ำแบบฉีดฝอย และสามารถมอนิเตอร์ผลค่าต่างๆจากระบบคลาวด์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตแบบเรียลไทม์ได้ ซึ่งการออกแบบและสร้างแปลงผักจำลองสาธิต เพื่อแสดงค่าความชื้นในดิน ควบคุมระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และสามารถควบคุมระบบการน้ำให้กับผักทั้ง 4 ชนิด โดยการทำงาน คือ บอร์ดอาดูโน่จะรับค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยแบ่งเป็นการวัดทั้งหมด 2 จุด โดยแสดงค่าความชื้นและระดับน้ำในดินผ่านเว็บแอปพลิเคชันในโหมด อัตโนมัติ เมื่อค่าความชื้นในดินต่ำกว่าค่าที่ถูกกำหนด โซลินอยด์วาล์วจะเริ่มทำงาน แต่ถ้าค่าความชื้นในดินสูงกว่าค่าที่ถูกกำหนด โซลินอยด์วาล์วจะหยุดการทำงาน ซึ่งในโหมดกึ่งอัตโนมัติ มีฟังก์ชั่นในการใช้งานคือ การเปิดและปิดโซลินอยด์วาล์วผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ผลการทดสอบระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามขอบเขตที่กำหนดคือ เมื่อความชื้นน้อยกว่า 60% โซลินอยด์วาล์วจะเริ่มทำงานและที่ค่าความชื้นถึงระดับ 80% โซลินอยด์วาล์วจะหยุดการทำงาน โดยทำการทดสอบกับผักทั้ง 4 ชนิด คือ กวางตุ้ง คะน้า ต้นหอม และต้นอ่อนทานตะวัน พบว่าการให้น้ำด้วยระบบอัตโนมัติ จะทำให้การเจริญเติบโตของผักดีกว่าระบบ กึ่งอัตโนมัติ ร้อยละ 55

คำสำคัญ: เกษตรอัจฉริยะ, ไอโอที, การให้น้ำแบบฉีดฝอย

Abstract

Water is an important factor in agricultural and the agricultural crops are growing differently. This article describes Smart farming to control sprinkler irrigation for the vegetable garden the purpose is to use IoT technology to control soil moisture and soil water level. Using microcontrollers and soil sensors for check the humidity and water level in the soil to control the solenoid valve. Open-close sprinkler irrigation and it can monitor real-time results from the Cloud over internet. The design and construction of vegetable simulator demonstration to display the soil moisture. Web application can control the water system for all four types of vegetables by the work are the Aduino Board will receive moisture from the humidity sensor in the soil. It measures the total humidity and water level in the soil through the web application in automatic mode when the soil moisture content is lower than the set value. Solenoid Valve will start. If the moisture content in the soil is higher than the value determined. Solenoid Valve will stop. In manul mode the function is to use open and close the solenoid valve via web application. The conclusion system results can be performed accurately to the extent required. When the humidity is less than 60% the solenoid valve will start to operate and at 80% humidity level. The solenoid valve will stop. It was tested on all four types of vegetables: Cantonese kale, spring onion and sunflower seedlings. The water is supplied automatically. It will make the growth of vegetables better than the system manual mode 55 percent.

Keywords: smartfarm, IoT, sprinkler irrigation

1. บทนำ

เกษตรกรรม เป็นอาชีพที่ประชากรในประเทศไทยประกอบอาชีพนี้สูงถึงร้อยละ 29.3 เปอร์เซนต์ จากการสำรวจกลุ่มอาชีพทั้งประเทศ ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (ที่มา:วารสารสถิติรายไตรมาส ปีที่ 64 ไตรมาสที่ 3 พ.ศ. 2559) ซึ่งเป็นตัวผลักดันให้เศรษฐกิจของชาติมีการเจริญเติบโต เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับนานาชาติ แต่ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในยุคก่อน ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ โมเดลประเทศไทย 1.0 ที่เน้นภาคการเกษตร ยังพบปัญหาในเรื่องของความยั่งยืน ในปัจจุบันจึงได้มีนโยบายโมเดล “ประเทศไทย 4.0” เพื่อ

การพัฒนาสู่ “ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” ด้วยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ซึ่งกลุ่มเทคโนโลยีการเกษตร เป็นหนึ่งกลุ่มที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายหลักในการพัฒนาเทคโนโลยีมุ่งเน้นใช้งานร่วมกับการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีอาชีพมั่นคง มีรายได้เพียงพอต่อการเลี้ยงชีพ ควบคู่ไปกับการให้ความสำคัญในการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต การจัดการสินค้าเกษตรและความมั่นคงด้านอาหาร ส่งเสริมการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานทดแทนให้มีความเหมาะสม โดยกำหนดเป้าหมาย สู่ความเป็น Smart Farmer ซึ่งเป็นการจัดการฟาร์มที่แบบมืออาชีพ ที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกร ให้เกษตรกรมีความสามารถพึ่งพาตนเองได้ มีภูมิคุ้มกันพร้อมรับความเสี่ยงด้านการผลิต การตลาด และมีการกระจายรายได้ที่ทั่วถึง มีความสามารถใน การผลิตและการตลาด ส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างภาคเกษตรอุตสาหกรรม และพลังงานสู่เกษตรกรรมที่ยั่งยืนสืบไป

2. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) [1] เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสื่อสารยุคดิจิทัลในด้านอุปกรณ์ที่เป็นสมาร์ทต่างๆ เช่น บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) [2, 3] การจัดการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) [4] ชุมชนเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งมาช่วยในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลให้ประชากรที่ได้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว น้ำที่เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของพืชซึ่งมีงานวิจัย [5] ที่ใช้การรดน้ำพืชสวนครัวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมระบบปั๊มน้ำ นอกจากน้ำที่เป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช ความชื้นของดินก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยด้วยซึ่ง [6] ได้ศึกษาการวัดความชื้นในดินไร้สายเพื่อทดลองกับดินที่ใช้ในการปลูกต้นยางพาราพบว่าช่วงเวลาที่ความชื้นเปลี่ยนแปลงมากที่สุดอยู่ระหว่างเวลา 4:00 น. ถึง 5:00 น. โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากการวัดทั้ง 2 รอบ คือ 0.96% และ 0.81% เปอร์เซ็นต์ความชื้นมีค่ามากที่สุดคือเวลา 5:30 น. เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสำหรับการกรีดน้ำยางพารา จากปัญหาที่กล่าวไว้ในข้างต้น จึงเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อควบคุมการให้น้ำแบบฉีดฝอยสำหรับแปลงผัก โดยได้นำระบบสมองกลอัจฉริยะ (Embedded System) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้ควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอร์ฟแวร์ (Software) เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงาน โดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) โดยทำการเขียนโค้ดระบบควบคุมการทำงาน เพื่อรับค่า ที่ส่งมาจากตัววัดความชื้นในดิน (Soil moisture sensor) ซึ่งตัววัดความชื้นในดินจะส่งค่าที่ตรวจสอบไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งการทำการสั่งเปิด-ปิดการไหลของน้ำผ่านโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Internet of Things (IoT) คือ แนวคิดที่เชื่อมต่ออุปกรณ์กับอุปกรณ์ให้สื่อสารด้วยกันเอง หรือที่เรียกกันว่า Machine to Machine Communication หรือ M2M Communication เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ด้วยกันเองผ่านเครือข่ายต่างๆ โดยระบบคอมพิวเตอร์ในอุปกรณ์หรือเครื่องจักรแต่ละตัวสามารถติดต่อสื่อสารทั้งแบบใช้สาย และไร้สาย สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันโดยที่ไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องหรือสั่งการและดำเนินการตัดสินใจ เพื่อบรรลุเป้าหมายตามที่มนุษย์กำหนด ซึ่งต่างกับระบบโทรมาตร (Telemetry) ที่เป็นการสื่อสารทางเดียวจากระบบเซ็นเซอร์มายังระบบคอมพิวเตอร์แบบทางเดียวและไม่ฉลาดพอที่จะตัดสินใจ ยังต้องอาศัยมนุษย์คอยดูข้อมูลและตัดสินใจ เทคโนโลยี M2M จะมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ระบบเซ็นเซอร์ ระบบอินเทอร์เน็ต และระบบคอมพิวเตอร์

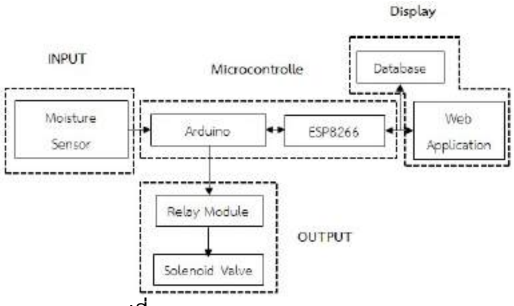
แท่งวัดความชื้น เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความชื้นของดินที่ใช้ความผันแปรของการนำไฟฟ้า หรือความต้านทานไฟฟ้า ของวัตถุพรุนบางชนิดกับความชื้นของวัตถุพรุน หลักการวัดคือ เมื่อความนำไฟฟ้าของแท่งวัดความชื้นเพิ่มขึ้น ความต้านทานไฟฟ้าของแท่งวัดความชื้นลดลง ดังนั้นเมื่อนำเอา แท่งวัดความชื้นที่แห้งไปสัมผัสกับดิน ถ้าดินที่มีความชื้น ความชื้นจะซึมเข้าไปในแท่งวัดความชื้นการนำไฟฟ้าจะดีกว่า เมื่อแท่งวัดความชื้นแห้ง ปริมาณความชื้นที่ซึมเข้าไปในแท่งวัดความชื้นย่อมผันแปรโดยความชื้นของดินที่สัมผัสกับแท่งวัดความชื้น ดังนั้นความนำไฟฟ้าของแท่งวัดความชื้น โดยผันแปรโดยตรงกับระดับความชื้นของดินที่สัมผัสกับ แท่งวัดความชื้น โดยค่าที่วัดได้จะเป็นแรงดันไฟฟ้า 0-5 โวลต์ โดยเมื่อทำการเชื่อต่อกับArduino สามารถหาที่เก็บเป็นไบนารีได้จากสูตร Analog To Digital Converter ดังนี้

$$\frac{\text{Resolution of the ADC}}{\text{System Voltage}} = \frac{\text{ADC Reading}}{\text{Analog Voltage Measured}} \quad (1)$$

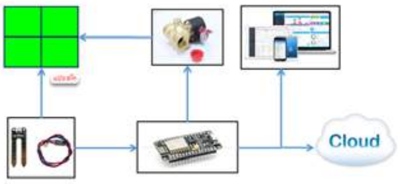
ชนิดของผักที่ใช้ในการปลูกในการวิจัยคือ กวางตุ้ง [7] ผักคะน้า [8] ต้นหอม [9] ต้นอ่อนทานตะวัน [10] ถั่วดาวอินคา [11] ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 80 เปอร์เซ็นต์

4. วิธีการที่นำเสนอ

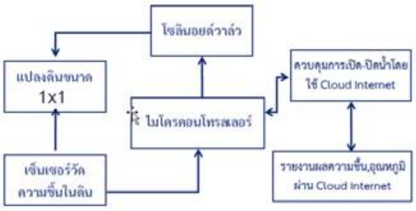
4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 1 Block Diagram ของระบบ



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อของระบบ

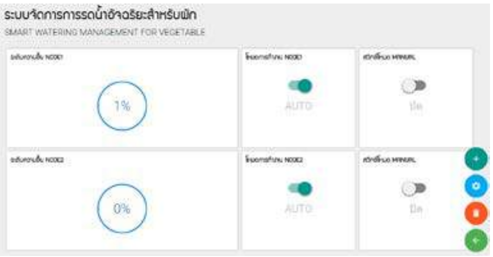


รูปที่ 3 การทำงานของระบบ

รูปที่ 4 ระบบควบคุมการให้น้ำแบบฉีดฝอยสำหรับแปลงผัก

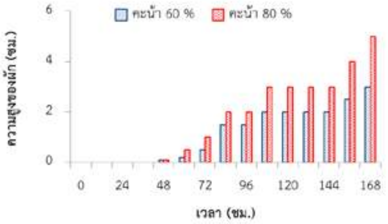
5. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

จากการดำเนินงานและการทำการทดสอบระบบตามโปรแกรมโดยทดสอบระบบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยตั้งระบบไว้ที่ Auto เมื่อค่าความชื้นในดิน ที่ตั้งไว้ที่ 80% โซลินอยด์วาล์วจะหยุดทำการจ่ายน้ำ และเมื่อค่าความชื้นในดิน ต่ำกว่า 60% ให้ โซลินอยด์วาล์วเริ่มทำการจ่ายน้ำอีกครั้งเพื่อให้ได้ค่าความชื้นที่ 80% ซึ่งค่าความชื้นที่ 60% ไปจนถึง 80% จะใช้เวลา 4-5 นาที โดยประมาณ ซึ่งสามารถดูค่าความชื้นได้ที่ Web Application Dashboard



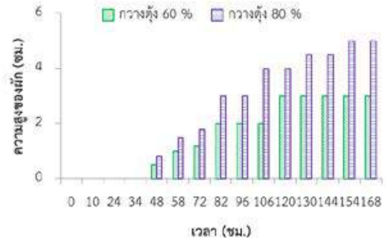
รูปที่ 5 Web Application Dashboard

ผลทดสอบการวัดความสูงของผักทั้ง 4 ชนิด ในแต่ละความชื้นและอุณหภูมิขณะที่วัดทุกๆ 10 ชั่วโมง เป็นเวลา 168 ชั่วโมง สำหรับค่าความชื้น 60% และ 80% ที่แสดงผล ได้มาจากค่าแรงดันที่วัดจากแท่งวัดความชื้น ตามสมการที่ 1 โดยที่ 60% และ 80% ของความชื้นในดิน มีค่า Analog Voltage Measures ประมาณ 1.96 โวลต์ และ 0.95 โวลต์ ตามลำดับ และมีค่า ADC Reading เท่ากับ 403 และ 196 ตามลำดับ ซึ่ง Resolution of the ADC และ System Voltage จะมีค่ามาตรฐานอยู่ที่ 1023 และ 5 โวลต์ ตามลำดับ



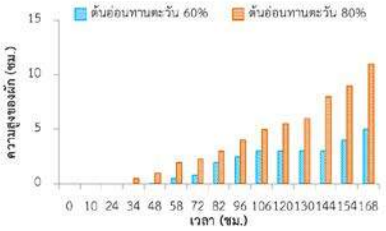
รูปที่ 6 ผลของเวลาต่อความสูงของคะน้าที่ความชื้น 60% และ 80%

จากกราฟรูปที่ 6 ค่าความชื้นที่ 80% ผักจะมีความสูงมากกว่าค่าความชื้นที่ 60% และมีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่า 60% เป็นร้อยละประมาณ 21%



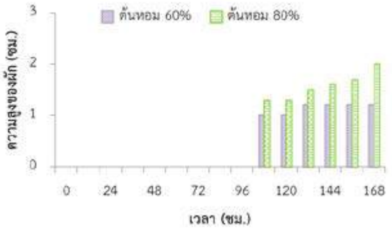
รูปที่ 7 ผลของเวลาต่อความสูงของกวางตุ้งที่ความชื้น 60% และ 80%

จากกราฟรูปที่ 7 ค่าความชื้นที่ 80% ผักจะมีความสูงมากกว่าค่าความชื้นที่ 60% และมีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่า 60% เป็นร้อยละประมาณ 25%



รูปที่ 8 ผลของเวลาต่อความสูงของต้นอ่อนทานตะวันที่ความชื้น 60% และ 80%

จากกราฟรูปที่ 8 ค่าความชื้นที่ 80% ผักจะมีความสูงมากกว่าค่าความชื้นที่ 60% และมีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่า 60% เป็นร้อยละประมาณ 54%



รูปที่ 9 ผลของเวลาต่อความสูงของต้นหอมที่ความชื้น 60% และ 80%

จากกราฟรูปที่ 9 ค่าความชื้นที่ 80% ผักจะมีความสูงมากกว่าค่าความชื้นที่ 60% และมีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่า 60% ร้อยละประมาณ 38% จากกราฟในรูปที่ 6- 9 จะเป็นผลเวลาต่อความสูงของผักที่ความชื้น 60% และ 80% โดยความชื้นที่ 80% นั้นจะมีผลต่อความสูงของผักมากขึ้น ซึ่งในเส้นสีเขียวที่เป็นของต้นอ่อนทานตะวันนั้นจะแสดงได้เด่นเห็นชัดเมื่อเทียบกับเส้นของต้นอ่อนทานตะวันที่เป็นสีเหลือง โดยที่ผักทั้ง 4 ชนิดที่ความชื้น 80% ก็มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่า 60% ประมาณ 34.5% ที่เวลา 168 ชั่วโมง หรือ 7 วัน

6. สรุป

ระบบจัดการการรดน้ำอัจฉริยะสำหรับผัก ได้กำหนดช่วงค่าความชื้นคือ 60% และ 80% อย่างละค่า สำหรับผักทั้ง 4 ชนิด คือ ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า ต้นอ่อนทานตะวัน และต้นหอม ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ระบบหลักคือ

1) โหมดอัจฉริยะ เมื่อค่าความชื้นต่ำกว่าช่วงที่กำหนด คือ 60% โซลินอยด์วาล์วจะทำงาน แต่เมื่อสูงกว่าค่าที่กำหนด คือ 80% โซลินอยด์วาล์วจะหยุดการทำงาน

2) โหมดกึ่งอัตโนมัติสามารถเปิด-ปิด โซลินอยด์วาล์วผ่าน Web Application ผลที่ได้จากการทดสอบนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ตั้งโปรแกรมเอาไว้คือ

1) สามารถกำหนดค่าความชื้นของผัก คือ 60% และ 80% อย่างละค่า และสามารถแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นบน Web Application ได้

2) สามารถควบคุมระบบการจัดการรดน้ำผักอัจฉริยะได้ผ่าน Web Application

3) สามารถบริหารการจัดการน้ำสำหรับผักมากกว่า 1 ชนิดได้

ปัญหาที่พบ เนื่องจากดินมีความเป็นกรดมากจึงทำเห็นเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเกิดความเสียหาย

วิธีการแก้ปัญหา หาแท่งทองแดงที่ได้จากสายไฟนำมาบัดกรีเพื่อเคลือบผิวแล้วนำไปบัดกรีติดกับเซ็นเซอร์

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ป. กุลลิ้มรัตน์ชัย, "Internet of Things: Current Technology Trends for Future," EAU heritage journal Acience and Technology, vol. 10, pp. 29-36, 1 January - April 2016.

[2] C. Yang, B. Yuan, Y. Tian, Z. Feng, and W. Mao, "A Smart Home Architecture Based on Resource Name Service," in Computational Science and Engineering (CSE), 2014 IEEE 17th International Conference on, 2014, pp. 1915-1920.

[3] L. Liu, Y. Liu, L. Wang, A. Zomaya, and S. Hu, "Economical and Balanced Energy Usage in the Smart Home Infrastructure: A Tutorial and New Results," IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, vol. 3, pp. 556-570, 2015.

[4] S. Jindarat and P. Wuttidittachotti, "Smart farm monitoring using Raspberry Pi and Arduino," in Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2015 International Conference on, 2015, pp. 284-288.

[5] พิทักษ์ จิตรสำราญ. เครื่องรดน้ำพืชผักสวนครัวอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. โครงการวิจัยเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระเจริญพระชนมพรรษา ๘๒ พรรษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2553.

[6] กาญบัญชา พานิชเจริญและชาญยุทธ อุปายโศล. เครื่องวัดความชื้นในดินไร้สายเพื่อทดลองกับดินที่ใช้ในการปลูกต้นยางพารา. โครงการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ประจำปีงบประมาณ 2557. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2557.

[7] Bangkoktoday. "วิธีปลูกผักกวางตุ้ง," [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bangkoktoday.net/chinese-cabbage/.

[8] "การปลูกผักคะน้า,"[ออนไลน์].เข้าได้จากhttp://puechkaset.com/ผักคะน้า/.

[9] คมกริช ยาสิงห์ทอง และคณะ. "ขั้นตอนการปลูกต้นหอม," [ออนไลน์]. เข้าได้จาก https://home.kapook.com/view138961.html.

[10] สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองสระบุรี."ต้นอ่อนทานตะวัน," [ออนไลน์]. เข้าได้จากhttps://health.kapook.com/view117063.html.

[11] ธนกฤต ศิลปธรากุล. ประสิทธิผลของอาหารเสริมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาในรูปรับประทานต่อการทำงานของสมองด้านสติปัญญา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2558.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

Small-Scale Incinerator Using the Thermoelectric Generator

กิตติวัฒน์ จีบแก้ว[1] คมสันต์ ตะวังทัน [2]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ตาบลธาตุเชิงชุม อาเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 042-970053 E-mail: kittiwath@snru.ac.th
[2]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ตาบลธาตุเชิงชุม อาเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 042-970053 E-mail: jesone22.j3@gmail.com

บทคัดย่อ

ขยะมูลฝอยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจากัดขยะทาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยเตาเผาขยะ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างาเผาขยะในครัวเรือนผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็ก ทริกเพื่อช่วยลดขยะที่นาไปสู่ปัญหาของชุมชนและสามารถเปลี่ยนพลังงานวามร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากลับมาใช้

ผลการทดลองการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพเตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก เฉลีย 10 ครั้งพบว่า มีค่าแรงดันสูงสุดที 5.06 โวลต์ อุณหภูมิในการเผาสูงสุดเท่ากับ 220.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหน้าสัมผัสเทอร์โมอิเล็กทริกสูงสุดเท่ากับ 76.90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิทีฮีทซิงค์ระบายความร้อนเท่ากับ 59.30 องศาเซลเซียส ความต่างสูงสุดเท่ากับ 21.30 องศาเซลเซียส โดยทีแรงดันไฟฟ้าทีได้แปรผันตามความต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริก

คาสาคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริก, เตาเผาขยะ

Abstract

The waste increasing, which is extremely harmful to the environment. The treatment of waste is done most effectively in incinerators. The small-scale incinerator using the thermoelectric generator.the municipal solid waste management of municipal solid waste. and heat released during combustion can further be used for the production of electricity.

According to the 10-times experiment to collect data of the mean of voltage, the highest of incineration is 5.06 volt. The highest temperature of incineration is 220.2 degree celsius. The highest temperature at thermoelectric screen is 76.90 degree celsius. The heatsink's temperature is at 59.30 degree celsius. The mean of thermoelectric temperature difference is 21.30 degree celsius. The oltage of thermoelectric under variable Temperature conditions.

Keywords: Thermoelectric, Waste Incinerator

1. บทน า

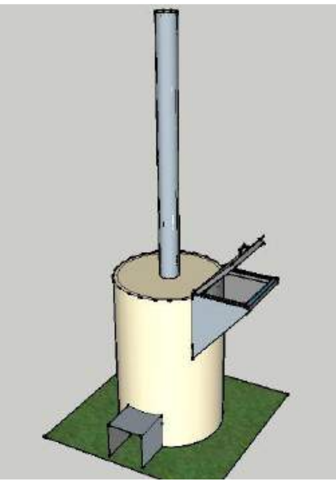
ปัจจุบันในพื้นที่ที่มีการขยายตัวของชุมชนจะมีจ านวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ปริมาณขยะมูลฝอยก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว จากการทีขยะมูลฝอยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และการจัดเก็บหรือการจัดการขยะมูลฝอย ไม่สามารถรับมือกับจานวนขยะมูลฝอยที่ตกค้าง ทาให้ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาทีมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม[1] การเผาขยะมูลฝอยชุมชนเป็นการปฏิบัติทั่วไป เพือลดปริมาณทีจะทิ้งในหลุมฝังกลบ [2] ถ้าไม่มีการจัดการขยะมูลฝอยทีถูกวิธี จะส่งผลทั้งสภาพภูมิทัศน์ (ดินเสีย และน้าเสีย) และสุขภาพอนามัยของประชาชน [3]การจัดการขยะจึงเป็นปัญหาสาคัญอย่างหนึ่งทีต้องการการแก้ไข การจัดการขยะมูลฝอยทีครบวงจรมีต้นทุนสูงมาก ดังนั้นประชาชนในชุมชนจึงควรมีความตระหนักในการลดปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าการพึ่งพาการกาจัดขยะมูลฝอยชุมชนจากภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว และร่วมด้วยช่วยกันในการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนทีตนเองอาศัยอยู่ให้เหลือน้อยทีสุด[1]

การจ ากัดขยะเทศบาลและของเสียอันตรายทาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากทีสุดในเตาเผาขยะ ภายใต้เงือนไขทีกาหนด [1.4] สามารถหลีกเลี่ยงสารเคมีทีควบคุมไม่ได้การฝังกลบอาจนาไปสู่มลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เตาเผาขยะมูลฝอยถูกใช้อย่างกว้างขวางเนื่องจาก ความร้อนทีปล่อยออกมาในระหว่างการเผาไหม้สามารถนามาใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกด้วย[4,5] เทคโนโลยีการเผาทีทันสมัยโดยทั่วไปมีข้อดีหลายอย่างรวมทั้งลดมวล (ประมาณ 70%) และลดปริมาตร (ได้ถึง 90%) ของของเสีย [5,6] การใช้ความร้อนนี้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีต้นทุนเชื้อเพลิงที่ต่าลงและจะเป็นเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม และเทอร์โมอิเล็กทริคหรือเครื่องกาเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริค (TEG) ท่ามกลางเทคโนโลยี ทียั่งยืนต่างๆ TEG กาลังได้รับความสนใจมากเนื่องจากอุปกรณ์ทีเปลี่ยนความร้อนพลังงานจากแหล่งต่างๆ เช่นโรงงาน, โรงไฟฟ้า, คอมพิวเตอร์,ยานพาหนะไฟฟ้า, เตา, และแม้กระทั่งร่างกายมนุษย์เป็นพลังงานไฟฟ้า [7]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างเตาเผาขยะในครัวเรือนผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อช่วยลดขยะทีน ไปสู่ปัญหาของชุมชนและสามารถเปลี่ยนพลังงานวามร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากลับมาใช้

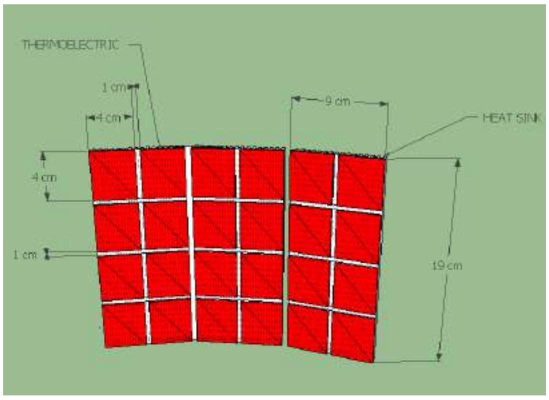
2. การออบแบบ

2.1 การออกแบบและสร้างเตาเผาขยะในครัวเรือนผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก



รูปที่ 1 ประกอบช่องเติมขยะ และช่องเติมเชื้อเพลิงเข้ากับตัวถัง [8]

ประกอบช่องเติมขยะทีตาแหน่งด้านบนของถัง และติดตั้งช่องเติมเชื้อเพลิงเข้ากับตัวถังทีตาแหน่งด้านล่างของถัง



รูปที่ 2 การออกแบบชุดเทอร์โมอิเล็กทริก

เป็นการวางตาแหน่งของตัวเทอร์โมอิเล็กทริกเข้ากับตัวของฮีทซิงค์ระบายความร้อน ซึ่งจะมีทั งหมด 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจานวน 8 ตัว เทอร์โมอิเล็กทริกแต่ละตัวจะระยะห่างระหว่างตัว 1 เซนติเมตร ส่วนตัวฮีทซิงค์ระบายความจะมีขนาดความกว้าง 9 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร

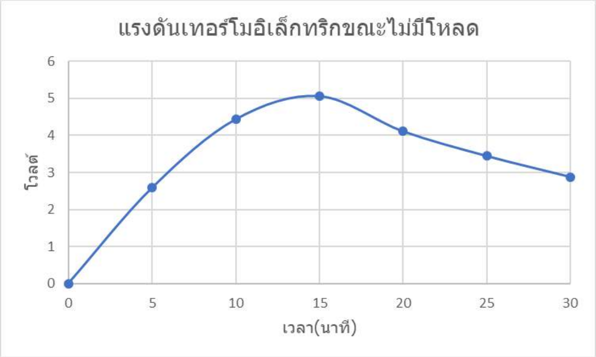
3. ผลการทดลอง

3.1 เตาเผาขยะในครัวเรือน

รูปที่ 3 เตาเผาขยะ

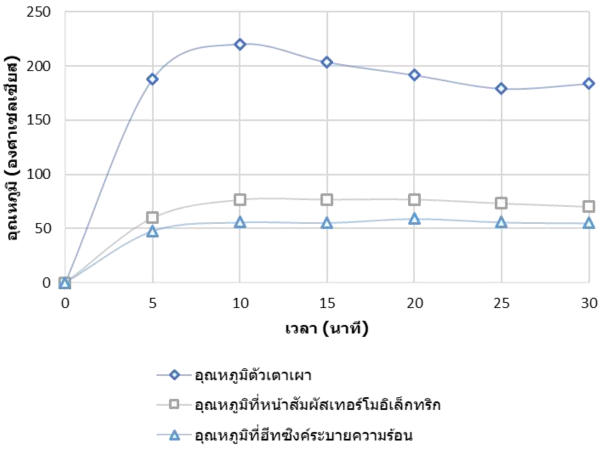
จากรูปที่ 3 การออกแบบเตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก เตาเผาขยะความสูง 220 เซนติเมตร มีช่องเติมขยะทีตาแหน่งด้านบนของถัง และช่องเติมเชื้อเพลิงทีตาแหน่งด้านล่างของถัง

3.2 ผลการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการทางานของเตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ผลการเก็บข้อมูลเฉลีย 10 ครั้ง



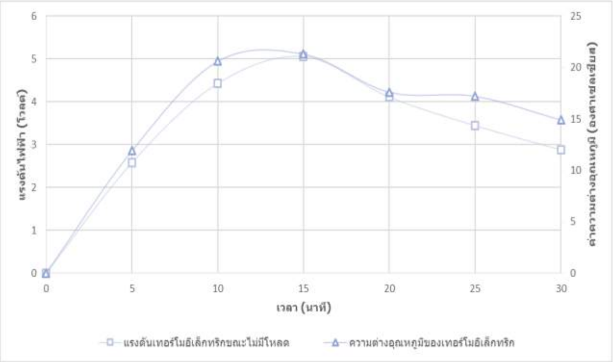
รูปที่4 กราฟค่าแรงดันของชุดเทอร์โมอิเล็กทริก ผลการเก็บข้อมูลเฉลีย 10 ครั้ง

ผลการทดลองการเก็บข้อมูลค่าแรงดันของชุดเทอร์โมอิเล็ก - ทริก พบว่า มีค่าแรงดันสูงสุดทีเวลาการเผา 15นาที มีค่าแรงดันเฉลียเท่ากับ 5.06 โวลต์ และต่าสุดทีเวลาการเผา 5นาทีแรก มีค่า 2.58 โวลต์ แรงดันเฉลียเท่ากับ 3.75โวลต์



รูปที่ 5 กราฟอุณหภูมิในการเผา ผลการเก็บข้อมูลเฉลีย 10 ครั้ง

ผลการทดลองการเก็บข้อมูลอุณหภูมิในการเผา เฉลีย 10 ครั้ง พบว่า อุณหภูมิในการเผาสูงสุดเท่ากับ 220.2 องศาเซลเซียสอุณหภูมิหน้าสัมผัสเทอร์โมอิเล็กทริกเท่ากับ 76.90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิทีฮีทซิงค์ระบายความร้อนเท่ากับ 59.30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกและค่าแรงดัน

ผลข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกและค่าแรงดันผลการเก็บข้อมูลเฉลีย 10 ครั้ง พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต่างอุณหภูมิและค่าแรงดันสูงสุดทีเวลาการเผา 15นาที ความต่างอุณหภูมิมีค่าเฉลียเท่ากับ 21.30 องศาเซลเซียส มีค่าแรงดันเฉลียเท่ากับ 5.06 โวลต์ และต่าสุดที เวลาการเผา 5นาที ความต่างอุณหภูมิมีค่าเฉลียเท่ากับ 11.90 องศาเซลเซียส แรงดันมีค่าเฉลียเท่ากับ 2.58โวลต์

4. สรุป

การหาประสิทธิภาพการทางานของเตาเผาขยะในครัวเรือนผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก จากการทดลองเก็บข้อมูลพบว่าเตาเผาขยะในครัวเรือน ผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถเผาทาลายขยะได้ดี และให้ความร้อนสูงสุดที 220.20 องศาเซลเซียส ความต่างอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 21.30 องศาเซลเซียส แรงดันไฟฟ้าทีผลิตเฉลียสูงสุดมีค่าเท่ากับ 5.06โวลต์ โดยทีแรงดันไฟฟ้าทีได้แปรผันตามความต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริก

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณอาจารย์ทีให้คาแนะนา คณาจารย์ทีมีส่วนเกียวข้องทุกท่าน รวมทั้งนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทีให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูลได้สาเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทีให้ใช้สถานทีและเครื่องมือในการทาเอกสารการวิจัยงานในครั้งนี้ รวมทั้งผู้ทีมีส่วนเกียวข้องทีให้ความช่วยเหลือสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

[1] ชนิดา เพชรทองคา, “การบริหารจัดการขยะและเทคโนโลยีทีเหมาะสมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน,” เพชรบุรี. ม.ป.ป.

[2] D. Singh and A. Kumar, “Geo-environmental application of municipal solid waste incinerator ash stabilized with cement,” J. Rock Mech. Geotech. Eng., vol. 9, no. 2, pp. 370–375, 2017.

[3] อัศวิน สืบนุการณ, “การพัฒนาเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก นายอัศวิน,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544.

[4] D. R. Johnson, “Nanometer-sized emissions from municipal waste incinerators: A qualitative risk assessment,” J. Hazard. Mater., vol. 320, pp. 67–79, 2016.

[5] D. Mudgal, S. Singh, and S. Prakash, “High temperature corrosion behaviour of some Superalloys under molten salt environment .,” vol. 63, p. 718, 2016.

[6] G. C. C. Yang, T. N. Chuang, and C. W. Huang, “Achieving zero waste of municipal incinerator fly

ash by melting in electric arc furnaces while steelmaking," Waste Manag., vol. 62, pp. 160–168, 2017.

[7] K. Zeb et al., "A survey on waste heat recovery: Electric power generation and potential prospects within Pakistan," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 75, no. November, pp. 1–14, 2016.

[8] บริษัท น้ำตาลบ้านโป่ง จากัด, Ed., โครงการนักเรียนยิ้ม ชุมชนเป็นสุขกับเตาเผาขยะชีวะมวล. ราชบุรี, 2559.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

Expert System for treatment of the wisdom Thai traditional medicine.

กลอยใจ ครุฑจ้อน[1] ยุทธนา พงษ์พิริยะเดชะ[1] ชัชฎา หนูสาย[1] และสมคิด อินทร์ช่วย[2]

[1] สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

109 หมู่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 075-773336-7 #104 E-mail:kloyjai.k@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยฉบับนี้พัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาข้อมูลโรค อาการ ตำรับยา สมุนไพร และการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์แผนไทย โดยออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ซึ่งพัฒนาระบบเป็นเว็บแอพพลิเคชัน (ไคลเอนต์- เซิร์ฟเวอร์) ด้วยภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล ให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วขึ้นแบบออนไลน์ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยสามารถจัดเก็บข้อมูลโรค อาการ ตำรับยา สมุนไพร และวินิจฉัยโรคทางการแพทย์แผนไทยได้ และมีประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้งานระบบ ดังนี้ 1)แพทย์แผนไทยสามารถใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ในการตรวจซ้ำในการวินิจฉัยโรคต่างๆ และเป็นคลังข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษา 2)อาจารย์ผู้สอนสาขาแพทย์แผนไทยสามารถนำระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน 3)นักศึกษาแพทย์แผนไทย สามารถศึกษาองค์ความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย 4)ผู้สนใจการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย สามารถใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ในการวินิจฉัยอาการ โรค และการรักษาโรคต่างๆ ได้ โดยมีแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา

คำสำคัญ: ระบบผู้เชี่ยวชาญ , การรักษาโรค , ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

Abstract

The purposes of this research project are 1) to study disease data, symptoms, pharmacopoeias, herbs and to diagnose an ailment in Thai Traditional Medicine, 2) to design and development an expert system application for diagnosing using the knowledge in Thai Traditional Medicine. The System is impremented on Web Application (Client/Server) with PHP, using MySQL on database management. The experimental results show that the purposed system could provide good results. The system is useful for the users as follows 1)Thai traditional doctors could use the system to diagnose repeatedly and use it as a medical treatment warehouse. 2) The teachers in Thai Traditional Medicine program use as a tool for teaching. 3) The students in Thai Traditional Medicine program couldlearn about the gnostic in Thai Traditional Medicineand 4) The other person who interested in Thai Traditional Medicinecould use it for the preliminary diagnosis and treatment care by following the suggestion from the doctors or the experts.

Keywords: Expert System , Treatment , Thai traditional medicine.

1. บทนำ

การแพทย์แผนไทย หมายถึง ปรัชญา องค์ความรู้ และวิถีปฏิบัติ เพื่อการดูแลสุขภาพ และการบำบัดรักษาโรค ความเจ็บป่วยของคนไทย แบบดั้งเดิม สอดคล้องกับขนบธรรมเนียมวัฒนธรรมไทย และวิถีชีวิตคนไทย โดยวิธีการปฏิบัติของการแพทย์แผนไทย ประกอบด้วยการใช้สมุนไพร หัตถบำบัด การรักษากระดูกแบบดั้งเดิม การใช้พุทธศาสนาหรือพิธีกรรม เพื่อดูแลรักษาสุขภาพจิต ธรรมชาติบำบัด ซึ่งได้จากการสั่งสม ถ่ายทอดประสบการณ์อย่างเป็นระบบ โดยการบอกเล่า การสังเกต การบันทึก และการศึกษาผ่านสถาบันการศึกษาด้านการแพทย์แผนไทย แพทย์แผนไทยเป็นความจำเป็นในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากร่างกายคนเรา ย่อมเสื่อมสภาพไปตามธรรมชาติ หรือด้วยเหตุต่างๆ เพื่อต่อสู้กับภาวะดังกล่าว การค้นหาวิธีป้องกันการเจ็บป่วย การบำบัดรักษา การบรรเทาอาการเจ็บป่วย และการบริบาล จึงก่อเกิดขึ้นมาและพัฒนาต่อๆ มาจนกับระบบที่มีแบบแผน กลายเป็น "การแพทย์" ที่มีแบบแผนชัดเจน การแพทย์จึงเป็นภูมิปัญญาของสังคม ที่มาจากความเชื่อ

ความรู้ ความคิด การลองผิดลองถูก และกลายเป็นการยอมรับในสังคม แต่ละชนชาติ ต่างมีวิวัฒนาการทางการแพทย์ของตนเอง กลายเป็นภูมิปัญญาของชนชาตินั้นๆ หรือท้องถิ่น การแพทย์แผนไทย มีวิวัฒนาการมานาน มีหลักฐานตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ การแพทย์แผนไทย เป็นการแพทย์แบบองค์รวม มีองค์ความรู้ ครอบคลุมการบำบัดรักษาโรคอย่างครบถ้วน

ผู้ที่เป็นแพทย์แผนไทยที่สมบูรณ์แบบ จะต้องมีบทบาทหน้าที่ในการประกอบวิชาชีพ ทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

1) เวชกรรมไทย เป็นการทำหน้าที่ในการตรวจวินิจฉัยโรค เพื่อหาสาเหตุของการเกิดโรคตามทฤษฎีและหลักการของการแพทย์แผนไทย จากนั้นให้การรักษาตามกรรมวิธีของการแพทย์แผนไทย

ซึ่งส่วนใหญ่ มักให้การรักษาด้วยยาแผนไทย หรือยาสมุนไพร

2) เภสัชกรรมไทย เป็นการเตรียมยา และ/หรือผลิตยาแผนไทย ซึ่งมีกรรมวิธีในการเตรียมยาทั้งหมด 28 วิธี อาทิ เช่น การเตรียมยาผง ยานัตถุ์ ยาลูกกลอน ยาเม็ดแคปซูล ฯลฯ

3) ผดุงครรภ์ไทย เป็นการทำหน้าที่ในการดูแลสุขภาพของมารดาและเด็กในหญิงตั้งครรภ์ตั้งแต่ก่อน คลอดและหลังคลอด ในสมัยก่อนจะต้องทำคลอดให้กับหญิงตั้งครรภ์ด้วย แต่ในปัจจุบันนี้ บทบาทหน้าที่ในการทำคลอดมีน้อยลง แต่เน้นในการดูแลสุขภาพของหญิงหลังคลอดมากขึ้น

4) นวดไทย ทำหน้าที่ในการรักษา บรรเทาอาการของผู้ป่วยด้วยการนวด และอาจมีการใช้ยากินสมุนไพรควบคู่ไปด้วย

ระบบผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ระบบที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์กลายเป็นผู้ชำนาญการ ในสาขาใดสาขาหนึ่ง คล้ายกับมนุษย์ เป็นการจำลอง ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญจริงๆ มานั่นเอง โดยผู้เชี่ยวชาญในที่นี้อาจเป็นได้ทั้งผู้เชี่ยวชาญในการบริหาร ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องภาษี ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องยา ผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยโรคแพทย์แผนปัจจุบันที่ใช้ในโรงพยาบาลคุณสมบัติของระบบผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ช่วยในการเก็บความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในด้านใดๆ ขยายขีดความสามารถในการตัดสินใจให้กับผู้บริหารจำนวนมาก เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้กับผู้ทำการตัดสินใจได้เป็นอย่างมาก ลดการพึ่งพาบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย เป็นการผลิตเครื่องมือในการวินิจฉัยโรคที่สามารถวินิจฉัยได้เช่นเดียวกับแพทย์แผนไทย และระบบผู้เชี่ยวชาญฯ สามารถบอกวิธีการป้องกันการเกิดโรคและวิธีการรักษาโรคด้วยสมุนไพร ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย จะมีประโยชน์กับกลุ่มบุคคล 3 กลุ่ม

1) แพทย์แผนไทย

2) เภสัชกรแพทย์แผนไทย

3) นักศึกษาหรืออาจารย์สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย

4) ผู้ที่สนใจศึกษาด้านการรักษาโรคด้วยแพทย์แผนไทย

2. เนื้อความหลัก

2.1 หลักการ ทฤษฎี ตัวแบบ แนวเหตุผล หรือสมมุติฐาน

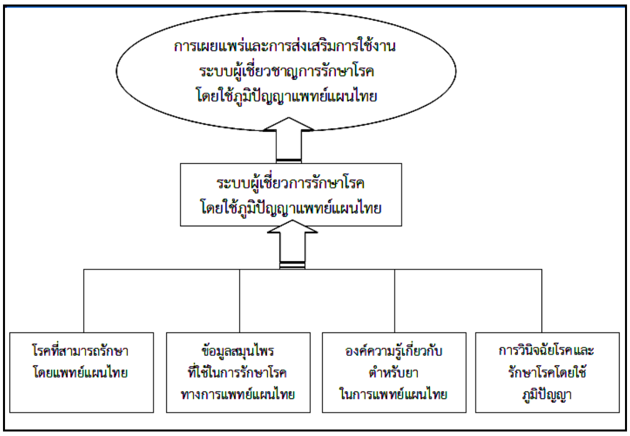
ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยเป็นการสร้างระบบสารสนเทศเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยโรคต่างๆ ที่สามารถรวบรวมองค์ความรู้ เกี่ยวกับการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย สามารถวินิจฉัยได้เช่นเดียวกับแพทย์แผนไทย ซึ่งการวินิจฉัยโรคต้องอาศัยกระบวนการหลาย ๆ อย่างประกอบด้วยกันเพื่อที่จะสามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้อง

2.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ดังต่อไปนี้

1) เพื่อศึกษาและสำรวจข้อมูลสมุนไพรและการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

3) เพื่อนำระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยไปประยุกต์ใช้ในคลินิกการแพทย์แผนไทย มทร.ศรีวิชัย และสถานพยาบาลของรัฐในจังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

2.1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาภูมิปัญญาเกี่ยวกับการรักษาโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์ไทย จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านได้แก่ โรคที่รักษาโดยแพทย์แผนไทย ข้อมูลสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรค ตำหรับยาต่างๆ การวินิจฉัยโรคต่างๆ องค์ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรในการแพทย์แผนไทย เช่น ลักษณะทั่วไป การใช้ประโยชน์ วิธีการรักษา เป็นต้น และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย โดยระบบผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวเมื่อ

เราป้อนอาการของโรคระบบจะดำเนินการวินิจฉัยอาการและบอกว่าเป็นโรคอะไร ควรรักษาด้วยสมุนไพรตัวใด ใช้ตำหรับยาใด

2) ขอบเขตด้านประชากร

การวิจัยนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลในท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจะทำการแบ่งเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

- กลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์ไทย ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บจากกลุ่มสมาชิกสมาคมแพทย์แผนไทยในจังหวัดนครศรีธรรมราช กลุ่มผู้นำท้องถิ่น กลุ่มปราชญ์ชาวบ้าน กลุ่มธุรกิจแพทย์แผนไทยแผนโบราณและกลุ่มภูมิปัญญาชาวบ้าน และจากตำหรับยาต่างๆ
- กลุ่มตัวอย่างที่จะทำการเผยแพร่ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ซึ่งจะทำการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญกับกลุ่ม แพทย์แผนไทย ที่สังกัดโรงพยาบาล อนามัย กลุ่มสมาชิกสมาคมแพทย์แผนไทย กลุ่มธุรกิจแพทย์แผนไทย ในจังหวัดนครศรีธรรมราช นักศึกษาวิชาการแพทย์แผนไทยและ ผู้ที่สนใจทั่วไป

2.1.3 ประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2) ได้ฐานข้อมูลสมุนไพรในท้องถิ่น

3) ได้ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการวินิจฉัยโรค

4) แพทย์แผนไทย สามารถใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ในการตรวจสอบซ้ำ (double check) ในการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ

5) นักศึกษาแพทย์แผนไทย สามารถศึกษาองค์ความรู้ด้านการรักษาโรค จากระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

6) อาจารย์แพทย์แผนไทยนำระบบผู้เชี่ยวชาญฯ เป็นสื่อการสอนทางด้านแพทย์แผนไทย

7) ผู้สนใจในการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย สามารถตรวจสอบอาการป่วยของตนเองเบื้องต้นจากระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

2.2.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2.2.2 ร่วมวิเคราะห์และหาความต้องการกับผู้ที่เกี่ยวข้องทบทวนทำความ เข้าใจกรอบแนวคิดและสร้างความเข้าใจในการดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ของชุมชนเรื่อง ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

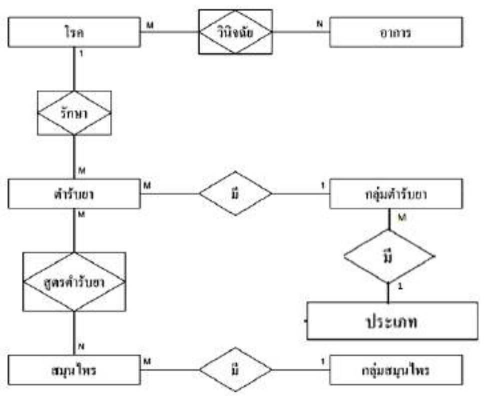
2.2.3 ออกแบบโครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2.2.4 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2.2.5 นำระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย มาทดลองป้อนข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและปรับปรุง

2.2.6 จัดอบรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้สนใจได้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลศึกษาและวิเคราะห์ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยทำให้ได้ข้อมูลหลักของระบบ คือ ข้อมูลสมุนไพร ข้อมูลตำรับยา ข้อมูลโรค และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาออกแบบระบบ ใช้แผนภาพ ER Diagram (Entity Relation Diagram) ในการออกแบบโครงสร้างข้อมูล ดังรูป



รูปที่ 2 แผนภาพ ER Diagram (Entity Relation Diagram)

2.3 ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนา ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ซึ่งมีผลการดำเนินงานดังนี้

2.3.1 สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

รูปที่ 3 หน้าต่างแรกของระบบ

การสืบค้นข้อมูลโรค ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลโรคและคลิกดูเพิ่มเติมได้

รูปที่ 4 หน้าต่างค้นหาข้อมูลโรค

โดยข้อมูลรายละเอียดโรค จะมีอาการและข้อมูลตำรับยา ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ชื่อตำรับยาเพื่อดูรายละเอียดข้อมูลตำรับยาได้

รูปที่ 5 หน้าต่างรายละเอียดข้อมูลตำรับยา

3. สรุป

จากการนำระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยไปเผยแพร่และทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ แพทย์แผนไทยที่สังกัดในสถานพยาบาล อนามัย กลุ่มสมาชิกสมาคมแพทย์แผนไทย อาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย พบว่างานวิจัยมีประโยชน์ในวงการแพทย์แผนไทย ดังนี้

1) แพทย์แผนไทยสามารถใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ในการตรวจซ้ำในการวินิจฉัยโรคต่างๆ และเป็นคลังข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษา

2) อาจารย์ผู้สอนสาขาแพทย์แผนไทยสามารถนำระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนได้

3) นักศึกษาแพทย์แผนไทย สามารถศึกษาองค์ความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

4) ผู้สนใจการรักษาโรคโดยใช้ภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยสามารถใช้งานระบบในการวินิจฉัยอาการ โรค และการรักษาโรคต่างๆ ได้ โดยมีแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงานวิจัยทุนวิจัยปีงบประมาณ 2557

ขอขอบคุณ สมาคมการแพทย์แผนไทย ศูนย์พัฒนาการแพทย์แผนไทย จังหวัดนครศรีธรรมราช ศูนย์พัฒนาการแพทย์แผนไทย จังหวัดภูเก็ต จังหวัดกระบี่ ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ คลินิกแพทย์แผนไทย มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มทร.ธัญบุรี งานแพทย์แผนไทยและสมุนไพร โรงพยาบาลท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยและให้ความร่วมมือในการทดลองใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาโรค รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. ภูมิปัญญาท้องถิ่น. 2554

[2] บัญชียาหลักแห่งชาติ.2555.บัญชียาจากสมุนไพร.คณะกรรมการพัฒนายาแห่งชาติ.

[3] เบญจวรรณ เหมือนตา.2553.การใช้สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐานเพื่อการดูแลรักษาสุขภาพ. มหาวิทยาลัยบูรพา.

[4] เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ.2549.พฤกษชาติสมุนไพร.ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทย.

[5] สุนันทา โอศิริ,สมสุข มัจฉาชีพ, สุภาภรณ์ ปิติพร.2552.สมุนไพรและภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยในภาคตะวันออก.ชลบุรี. คณะการแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] อรุณพร อิฐรัตน์.2545.ภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรของหมอพื้นบ้านภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย:คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต.

เครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

Wireless Battery Monitoring Controlled by Microcontroller via the internet

เสนอ สะอาด[1*]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์: 0-7431-7162 E-mail: s_saner@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ตรวจสอบสถานะของแบตเตอรีในระบบสำรองไฟฟ้า สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และความต้านทานภายในของแบตเตอรี มีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการวัดและอ่านข้อมูลสถานะของแบตเตอรีพร้อมกับบันทึกข้อมูลของสถานะแบตเตอรี จากนั้นส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังอินเทอร์เน็ตในการแสดงผลในรูปแบบตัวเลข กราฟ และเกจวัดสถานะแบตเตอรี ทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรมของแบตเตอรีที่มีเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลของแบตเตอรีลงในฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สภาพของแบตเตอรี รวมถึงใช้คำนวณความเสื่อมสภาพของแบตเตอรี อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรีอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เป็นผลของการเสื่อมสภาพของแบตเตอรี ผลการทดสอบการทำงานพบว่าเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 5 โวลต์ ถึง 20 โวลต์ มีความผิดพลาด 0.34% รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 50 แอมแปร์ มีความผิดพลาด 3.0% และยังสามารถวัดค่าแบตเตอรีได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 8 แชนแนล

คำสำคัญ: เครื่องวัดสถานะแบตเตอรีไร้สาย, ระบบอินเทอร์เน็ต, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents the wireless battery monitoring controlled by a microcontroller via the internet to inspect battery status of the UPS system which can be measured the voltage, current, temperature and internal resistance of a battery. The microcontroller are used to control the measuring, reading and recording the status of the battery data. These data are transferred via the internet to display the status of the battery in form of numeric, graphs and a gauges battery. The user can be easily and rapidly observed the behavior of the battery changing by the time. These data are recorded to the database for analyzing the present status of battery involved calculating and predicting of battery degradation. It used to improve the efficiency by extending the time using of the battery. Furthermore, it also reduces the cost as a result of battery degradation. As the result of experiment is found that can measure the voltage range as 5 to 20 V and the error is less than 0.34%. It supports the current not more than 50A with the error not more than 3.0%. The system also can be measured the battery at the same time not less than 8 channels.

Keywords: Wireless Battery Monitoring, Internet, Microcontroller

1. บทนำ

แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าถือเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความต่อเนื่อง ระบบอิเล็กทรอนิกส์บางประเภทมีความจำเป็นที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น ระบบการสื่อสาร ระบบธนาคาร เครื่องมือทางการแพทย์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังนั้นระบบสำรองไฟฟ้าจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับระบบในกรณีที่ระบบไฟฟ้าหลักขัดข้อง[1]-[2]

แบตเตอรีถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำหน้าที่จัดเก็บและจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ระบบในกรณีฉุกเฉิน ช่วยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง [3] การใช้งานแบตเตอรีจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสภาพของแบตเตอรี เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเครื่องแสดงสถานะแบตเตอรีในระบบสำรองไฟฟ้า[4] และระบบการตรวจสอบแบตเตอรีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์[5] ระบบดังกล่าวสามารถตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าอุณหภูมิของแบตเตอรีได้ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องใช้สายไฟฟ้าการควบคุมการทำงาน ระบบการตรวจสอบแบตเตอรีและแผงพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับระบบไฟส่องสว่างถนนโดยใช้ระบบการสื่อสารไร้สายจีเอสเอ็ม[6] ระบบดังกล่าวจะตรวจสอบกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรีส่งสัญญาณการสื่อสารแบบจีเอสเอ็ม สามารถตรวจสอบได้ในระยะไกลแต่มีค่าใช้จ่ายจากระบบโทรศัพท์มือถือ และได้มีการพัฒนา

ระบบตรวจสอบแบตเตอรีรถยนต์ไฟฟ้าแบบไร้สาย[7] มีการตรวจสอบแบตเตอรีรถยนต์ไฟฟ้า แสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนใช้การสื่อสารแบบบลูทูธ สามารถสื่อสารได้ในระยะใกล้ นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจสอบแรงดันแบตเตอรีแบบไร้สายของบริษัท Ablerex Electronics จำกัด[8] สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทาน และค่าอุณหภูมิได้ ส่งข้อมูลสถานะแบตเตอรีแบบไร้สาย อย่างไรก็ตามพบว่าระบบดังกล่าวมีราคาสูง

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงพัฒนาเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้ฯ สำหรับตรวจสอบสภาพการทำงานของแบตเตอรีแบบเวลาจริง แสดงผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และจัดเก็บข้อมูลสภาพของแบตเตอรีลงในฐานข้อมูล เพื่อนำมาตรวจสอบและวิเคราะห์สภาพของแบตเตอรีได้ในภายหลัง รวมถึงใช้ทำนายสภาพและพฤติกรรมของแบตเตอรีในอนาคต ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี เป็นการลดค่าใช้จ่ายการเสื่อมสภาพของแบตเตอรีทั้งทางตรงและทางอ้อม

2. การออกแบบเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ

ในการออกแบบเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) วงจรวัดสถานะแบตเตอรี (2) วงจรควบคุม และ (3) ระบบอินเทอร์เน็ต ดังแสดงในรูปที่ 1

2.1 วงจรวัดสถานะแบตเตอรี

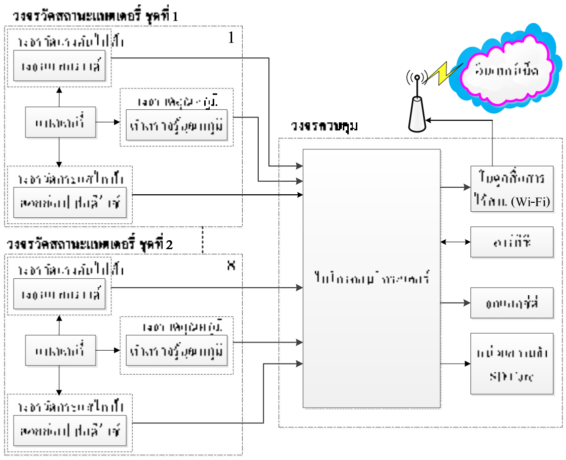
วงจรวัดสถานะของแบตเตอรี เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าอุณหภูมิ และค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี เพื่อส่งข้อมูลของแบตเตอรีที่ได้จากการวัดไปยังวงจรควบคุม ในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรีถูกออกแบบโดยใช้วงจรแยกกราวด์เพื่อป้องกันหรือลดกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียจากการวัดแรงดันไฟฟ้าทำให้ไม่เป็นภาระงานต่อแบตเตอรี อีกทั้งสามารถแยกวงจรออกจากกันโดยใช้ออปโต้ไอโซเลเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเอาต์พุตสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1) คือ

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = K.\left(\frac{R_5}{R_3}\right)\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \qquad (1)$$

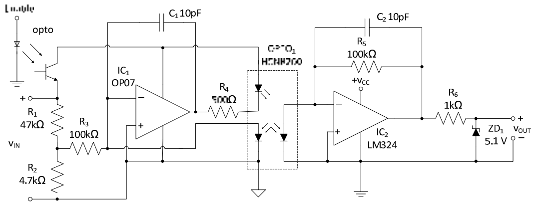
ในการวัดกระแสไฟฟ้าจะใช้อุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟค เนื่องจากไม่ต้องมีการเชื่อมต่อทางไฟฟ้ากับแบตเตอรี เป็นการวัดกระแสโดยใช้เทคนิคของการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก ดังในรูปที่ 3 มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสำหรับวัดอุณหภูมิห้องและแบตเตอรีแต่ละตัว นอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้ระบบสามารถพยากรณ์ค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยการใช้เทคนิคการปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง จากการวนลูปเพื่อวัดค่าซ้ำหลายๆ ครั้ง ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$S_{t+m} = (2S_t^{'} - S_t^{''}) + \frac{m\alpha}{1-\alpha}(S_t^{'} - S_t^{''}) \qquad (2)$$

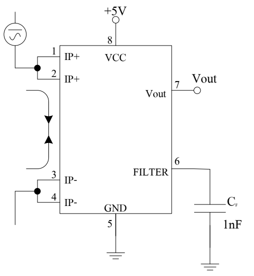
โดยที่ S_{t+m} คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t+m $S_t^{'} = \alpha x_t + (1-\alpha)S_{t-1}^{'}$ และ $S_t^{''} = \alpha S_t^{'} + (1-\alpha)S_{t-1}^{''}$ คือ ค่าที่ใช้ในการพยากรณ์ถัดไป m คือช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า (วัน) α คือ ค่าคงที่ในการพยากรณ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และ x_t คือ ค่าความต้านทานของแบตเตอรีที่เวลา t ใดๆ (โอห์ม) โดยในการออกแบบได้ทำงานร่วมกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำค่าความต้านทานไฟฟ้าในแต่ละวันมาคำนวณเพื่อพยากรณ์ในอนาคต ซึ่งค่าอัลฟ้าที่เหมาะสมในการพยากรณ์จะมีค่าเท่ากับ 0.85



รูปที่ 1 องค์ประกอบเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ



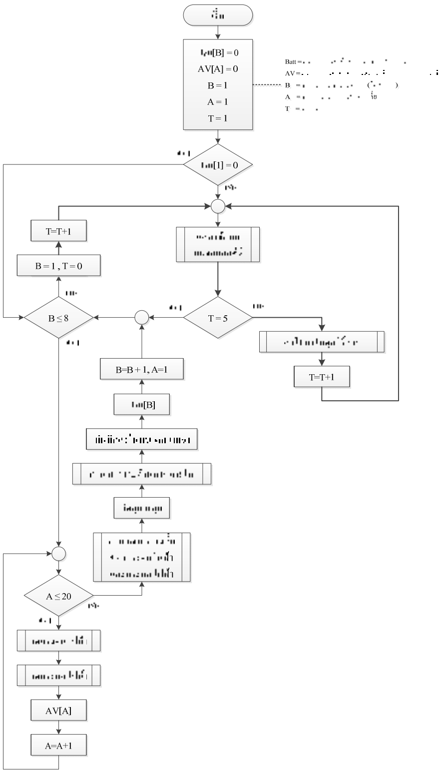
รูปที่ 2 วงจรวัดแรงดันไฟฟ้าโดยใช้วงจรแยกกราวด์



รูปที่ 3 วงจรวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟค

2.2 วงจรควบคุม

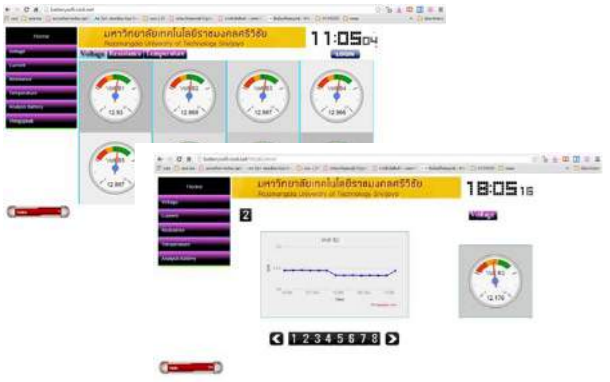
วงจรควบคุม เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญสำหรับการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ทั้งการวัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และค่าอุณหภูมิของแบตเตอรี มีการออกแบบให้ทำการวัดค่าสถานะของแบตเตอรีทีละชุดหมุนเวียนกันไป ค่าที่ได้จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และส่งค่าสถานะแบตเตอรีไป แสดงผลข้อมูลบนจอแอลซีดี บันทึกลงในหน่วยความจำ และส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อจัดเก็บลงในฐานข้อมูลและแสดงผลต่อไป การทำงานของตัวประมวลผลกลางจะถูกออกแบบให้ทำงานแบบอัตโนมัติด้วยการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ รายละเอียดแผนผังการทำงานของวงจรควบคุม ดังรูปที่ 4



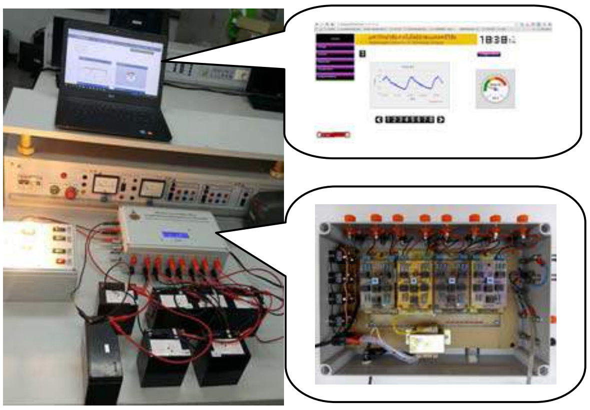
รูปที่ 4 แผนผังการวัดสถานะของเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีฯ

2.3 ระบบอินเทอร์เน็ต

ระบบอินเทอร์เน็ต ทำหน้าที่รับข้อมูลต่างๆ จากวงจรควบคุมของเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ ผ่านชุดโมดูลสื่อสารไร้สาย Module ESP8266 มาแสดงผลบนอินเทอร์เน็ตทั้งในรูปแบบตัวเลข กราฟ และเกจวัด เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของแบตเตอรีได้อย่างละเอียดชัดเจน พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลดังกล่าวลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การแสดงผลข้อมูลของเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีบนอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบตัวเลข กราฟ และเกจวัด

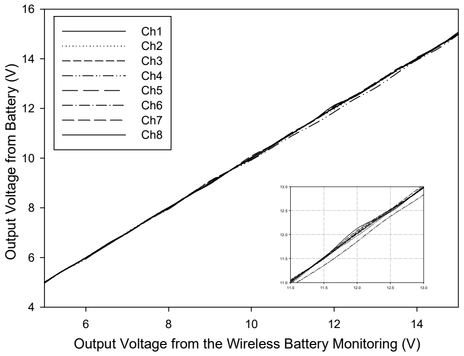


รูปที่ 6 การทดสอบเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ จำนวน 8 แชนแนล

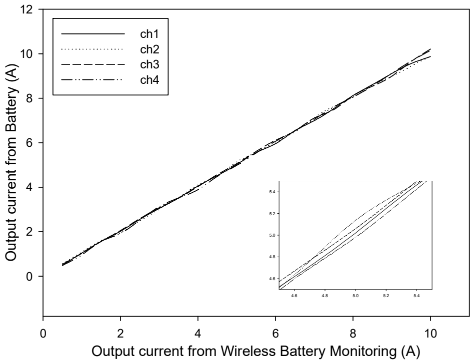
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนำมาทดสอบการทำงาน โดยนำมา ทดสอบกับแบตเตอรีขนาด 12 โวลต์ 6.4 แอมแปร์-ชั่วโมง และแหล่งจ่ายไฟตรง เป็นระยะ 4 สัปดาห์ เพื่อติดตามการทำงานและเสถียรภาพของวงจร ดังแสดงในรูปที่ 6 ผลจากการทดสอบพบว่าเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีฯ สามารถวัดค่าต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยมิเตอร์มาตรฐาน รูปที่ 7 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าได้จากแบตเตอรีและจากเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีค่าความผิดพลาด 0.34 เปอร์เซ็นต์ สามารถแสดงผลได้อย่างต่อเนื่องพร้อมกันทั้ง 8 แชนแนล บนอินเทอร์เน็ต ทั้งในรูปแบบกราฟและตัวเลข นอกจากนั้นยังสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้อีกด้วย รูปที่ 8 แสดงการวัดค่ากระแสไฟฟ้า

จำนวน 4 แชนแนล ทดสอบที่โหลดค่าต่างๆ ตั้งแต่ 0.5-10 แอมแปร์ โดยค่าที่วัดได้จะมีความผิดพลาดเฉลี่ย 3.0 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังได้ออกแบบให้สามารถวัดค่าอุณหภูมิแต่ละแชนแนลได้อีกด้วยซึ่งผลการทดสอบพบว่าค่าที่วัดได้มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 3.0 เปอร์เซ็นต์ และยังมีการออกแบบระบบให้มีการคำนวณค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรีและค่าความเสื่อมของแบตเตอรีได้อีกด้วย



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรีกับเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สาย จำนวน 8 แชนแนล



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรีกับเครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายที่นำเสนอ

4. สรุปผล

เครื่องวัดสถานะแบตเตอรีแบบไร้สายฯ ที่ได้ออกแบบสามารถวัดสถานะแบตเตอรีได้อย่างถูกต้องและแสดงผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทั้งค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานและอุณหภูมิ โดยสามารถแสดงผลในรูปแบบข้อมูล กราฟ และเกจวัดที่มีความสัมพันธ์เทียบกับเวลาได้ มีการเตือนเมื่อแบตเตอรีในในสภาวะไม่ปกติ มีการเก็บข้อมูลแบตเตอรีบนฐานข้อมูลและในหน่วยความจำเอสดีการ์ด เพื่อให้สามารถดูข้อมูลได้ในภายหลัง รวมถึงมีการพยากรณ์ค่าความต้านทานไฟฟ้าภายในของแบตเตอรีซึ่งบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของแบตเตอรีได้อีกด้วย ทำให้สามารถติดตามการทำงานได้จากทุกที่และตลอดเวลา จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานการติดตามการทำงานของแบตเตอรีในระบบระบบสำรองไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

5. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง)

[1] J.P.Gun, J.N.Fiorina, M.Fraisse and H.Mabboux, "Increasing UPS Battery Lifemain failure modes, charging and monitoring solutions", Telecommunications Energy Conference (INTELEC 97), 1997, pp.389-396.

[2] J.P.Cun, J.N.Fiorina,M.Fraisse and H.Mabboux, "The experience of a UPS company advanced battery monitoring", INTELEC 96, 1996, pp.646-653.

[3] R.Kaniewski and F.Kotz, "The monitoring system of valve regulated lead acid batteries", Telecommunications Energy Special Conference, 2000. (TELESCON 2000), 10-12 May 2000, pp.323–326.

[4] เสนอ สะอาด อรรถพล ฮิ้วแส และ เฉลิมพงศ์ พงศ์ชู ,"เครื่องแสดงสถานะแบตเตอรีในระบบสำรองไฟฟ้า", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 36, 11–13 ธันวาคม 2556, pp. 475-478.

[5] S. N.Patil, Sangmeshwar S.Kendre and R. C.Prasad, " Battery Monitoring System using Microcontroller", International Journal of Computer Applications, Volume 28, No.6, August 2011, pp.11–14.

[6] S. Siregar and D. Soegiarto, "Solar panel and battery street light monitoring system using GSM wireless communication system", International Conference on Information and Communication Technology, 28-30 May 2014, pp. 272 – 275.

[7] A. Jamaluddin, F.A. Perdana, A. Supriyanto, A. Purwanto, Inayati and M. Nizam, "Development of Wireless Battery Monitoring for electric vehicle", International Conference on Electrical Engineering and Computer Science. 24-25 Nov. 2014, pp. 147 - 151.

[8] Ablerex Electronics Pte. Ltd., "Enerbatt 3G Wireless Battery Monitoring System", [online] ได้จาก: http://www.ablerex.com.sg/downloads/products/Enerbatt3G_UM.pdf,

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติโดยการประมวลผลภาพดิจิทัล

The Egg Irregular Shape Detection using Digital Image Processing

จีราภา ทิพกรณ์[1] รัฐภูมิ วรานุสาสน์[1] และพนมขวัญ ริยะมงคล[1*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373
E-mail: jeerapa.thip@gmail.com, rattapoomw@nu.ac.th, panomkhawnr@nu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำแนกไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติโดยนำเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลและการเรียนรู้ของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลไข่ไก่จากฟาร์มไข่ไก่ขนาดเล็ก ถ่ายภาพไข่ไก่ด้วยกล้องดิจิทัลความละเอียดสูงในห้องที่มีการควบคุมปริมาณแสง จากนั้นนำภาพไข่ไก่เข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยเริ่มจากการแยกภาพพื้นหลังออกจากส่วนของภาพไข่ไก่ที่สนใจ ปรับภาพไข่ไก่ให้ตรงโดยให้แกนหลักของภาพไข่ขนานกับแกน x ของภาพ ต่อมาทำการแบ่งส่วนของภาพไข่ออกเป็นส่วนๆ ส่วนละเท่าๆกัน จากนั้นสกัดคุณลักษณะระยะทางของรัศมีภาพไข่ และจำแนกรูปทรงของไข่ไก่ด้วยเทคนิคซัพพอร์ทเวกเตอร์แมทชีน โดยความถูกต้องของอัลกอลิธึมมีค่าเท่ากับร้อยละ 93.41

คำสำคัญ: รูปทรงไข่ไก่, การประมวลผลภาพดิจิทัล, การเรียนรู้ของเครื่องจักร, การสกัดคุณลักษณะ, ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมทชีน

Abstract

The objective of this research is to study and develop algorithms for the chicken egg irregular shape detection using image processing and machine learning techniques. A brown chicken egg is candled and its image is taken as an input to the algorithm. In the pre-processing step, the egg image region is segmented from the background and is rotated so that the longer axis of the egg aligns with the x-axis. the lengths of the radii of the input egg image region are extracted and used as features for the irregular shape identification using the Support Vector Machine technique and the experiment shows 93.41% accuracy.

Keywords: egg shape, image processing, machine learning, feature extraction, Support Vector Machine

1. บทนำ

บทความนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีการจำแนกไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่ก่อนนำออกจำหน่าย เนื่องจากไข่ไก่ที่มีคุณภาพดีจะมีรูปทรงรีสมมาตร และสามารถระบุด้านแหลมและด้านป้านของไข่ได้ด้วยตาเปล่าได้ โดยงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเดิมที่ Thipakorn และคณะ [1] ได้นำเสนอการพัฒนาขั้นตอนวิธีการประมาณน้ำหนักไข่ไก่หน่วยเป็นกรัมและจำแนกขนาดไข่ไก่ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6702-2553 โดยการสกัดคุณลักษณะเด่นของภาพไข่ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและการเรียนรู้ของเครื่องจักร

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์รูปทรงของไข่ไก่ โดย Duman และคณะ[2] ได้เสนอบทความการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงของไข่ไก่กับลักษณะที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของไข่ไก่ โดยวิเคราะห์คุณภาพของไข่ไก่ด้วยค่าดัชนีรูปร่าง (Shape Index: SI) Anderson และคณะ [3] ได้ศึกษาลักษณะของเปลือกไข่ระหว่างไข่ไก่สายพันธุ์ปัจจุบัน และสามสายพันธุ์ดั้งเดิม ได้ข้อสรุปว่า ไข่ไก่ของแม่ไก่สายพันธุ์ปัจจุบันมีลักษณะที่กลมและมีขนาดใหญ่กว่าสายพันธุ์ดั้งเดิม นอกจากนั้นก็มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวัตถุอื่นๆ ประกอบด้วย งานวิจัยของ Gao และคณะ [4] ได้นำเสนอวิธีการจำแนกสายพันธุ์เมล็ดข้าว 3 สายพันธุ์ตามรูปร่างและลักษณะของเมล็ด โดยใช้เทคนิคตัวอธิบายรูปร่างด้วยฟูเรียร์ (Fourier Descriptor) Fu และคณะ [5] ได้นำเสนอวิธีการคัดแยกลักษณะรูปทรงของผลกีวี่ โดยถ่ายภาพและชั่งน้ำหนักด้วยเซนเซอร์ เพื่อประมาณค่าความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด พื้นที่ และน้ำหนัก ด้วยเทคนิคการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) Nandi และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบแมชชีนวิชั่นในการคัดแยกมะม่วงแบบอัตโนมัติ

2. ขั้นตอนและวิธีการ

2.1 ส่วนรับภาพ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการส่องไข่ แสดงในรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย กล่องส่องไข่ที่มีลักษณะทึบแสง โดยตำแหน่งกึ่งกลาง

ด้านบนของกล่องจะถูกเจาะรูเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว เพื่อใช้ในการวางไข่ไก่ที่ตำแหน่งด้านบนของรูส่องไข่ในแนวนอน ส่องไข่ด้วยหลอดไฟ LED แสงสีขาว ขนาด 3.5 วัตต์ ที่ถูกติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายในกล่องส่องไข่ และถ่ายภาพไข่ไก่ด้วยกล้องดิจิทัลความละเอียด 24.3 ล้านพิกเซล ที่ถูกติดตั้งไว้กับขาตั้งกล้อง โดยระยะห่างระหว่างเลนส์กล้องและไข่ไก่มีค่าเท่ากับ 18 เซนติเมตร จากนั้นตั้งค่าคุณสมบัติของกล้องให้อยู่ในโหมดแมนนวล (Manual: M)

รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

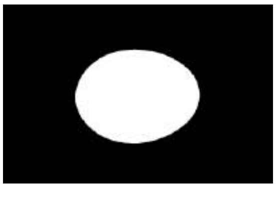
2.2 การลดขนาดภาพและการลบภาพพื้นหลัง

ขั้นตอนแรกผู้วิจัยดำเนินการลดขนาดของภาพลงเพื่อลดระยะเวลาการประมวลผลของโปรแกรม จากนั้นนำภาพถ่ายต้นฉบับที่เป็นภาพโมเดลสี RGB แสดงในรูป 2 (ก) มาแยกองค์ประกอบของแสงสีหลักทั้งสาม คือ แสงสี R G และ B แสดงได้ดังรูป2 (ข) 2 (ค) และ 2 (ง) ตามลำดับ

(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 2 ภาพถ่ายไข่ไก่ต้นฉบับที่และการแยกองค์ประกอบภาพ RGB

ภาพองค์ประกอบ R จะปรากฏส่วนของไข่ที่มีความสว่างและชัดเจนมากกว่าภาพองค์ประกอบอื่น ผู้วิจัยจึงเลือกภาพองค์ประกอบ R มาใช้ในการหาส่วนของไข่ โดยนำภาพองค์ประกอบ R มาแปลงเป็นภาพไบนารีด้วยวิธีของโอซึ (Otsu, 1979, pp. 62-66) กรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median filtering) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ไม่ใช่ส่วนของไข่ออกจากภาพ



รูปที่ 3 ผลลัพธ์ของการแปลงเป็นภาพไบนารี

ผลลัพธ์เป็นภาพไบนารี แสดงดังรูปที่ 3 จากนั้นนำภาพต้นฉบับที่ได้จากกล้องดิจิทัล มาดำเนินการทางตรรกะ (Logical Operator) ด้วยตัวดำเนินการแอนด์ (AND Operator) กับภาพ ไบนารีในรูป 3 และได้ภาพผลลัพธ์ที่ปรากฏเฉพาะส่วนของไข่ที่สนใจเท่านั้น

2.3 การปรับภาพไข่ให้ตรง

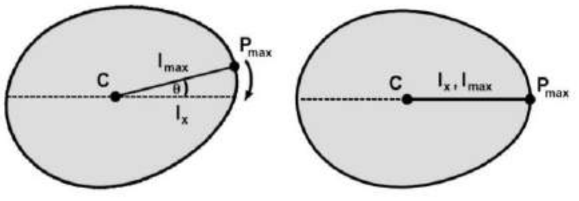
ภาพไข่ไก่ที่รับเข้ามาจากกล้องดิจิทัลมีความเอียงไม่เท่ากันทุกภาพ ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับภาพไข่ให้ตรงในทิศทางเดียวกัน โดยปรับให้แกนหลักหรือแกนที่ยาวที่สุดของภาพไข่ขนานกับแกน x ของภาพ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน คือ นำภาพไบนารีมาคำนวณหาส่วนของพื้นที่ที่เชื่อมต่อกัน เพื่อระบุให้เป็นพื้นที่เดียวกัน และแยกส่วนของภาพออกจากกัน โดยใช้เทคนิคการจัดตำแหน่งและการเย็บภาพ (Image alignment and stitching) จากนั้นคำนวนหาจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของภาพไข่ โดยนำค่าตำแหน่ง x และ y ของทุกพิกเซลที่เป็นส่วนของไข่ หรือ พิกเซลสีขาวทั้งหมดที่อยู่ในภาพ มาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง x และตำแหน่ง y ที่ได้ คือตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของภาพไข่ คำนวนได้จากสมการที่ (1)

$$x_c = \frac{\sum_{i=0}^{N} x_i}{N} \quad , \quad y_c = \frac{\sum_{i=0}^{N} y_i}{N} \qquad (1)$$

เมื่อ x_c คือ ค่า x ของจุดศูนย์กลาง y_c ค่า y ของจุดศูนย์กลาง และ N คือ จำนวนพิกเซลของภาพไข่ จากนั้นคำนวนหาระยะทางระหว่างจุดบนเส้นขอบของภาพไข่ทุกจุดและจุดศูนย์กลาง ซึ่งการคำนวนหาระยะทางสามารถคำนวนได้ด้วยการหาระยะทางแบบยุคลิด (Euclidean distance) ดังสมการที่ (2) เมื่อ c คือ จุดศูนย์กลางของไข่ p_i คือ ทุกจุดบนขอบของภาพไข่ $x_{p,i}$ คือค่า x ของแต่ละจุดบนของภาพ และ $y_{p,i}$ คือค่า y ของแต่ละจุดบนของภาพ

$$Distance_i\,(c,p_i) = \sqrt{(x_c - x_{p,i})^2 + (y_c - y_{p,i})^2} \qquad (2)$$

จากนั้นเปรียบเทียบค่าเพื่อหาจุดขอบที่มีระยะทางห่างจากจุดศูนย์กลางมากที่สุด กำหนดให้เป็นจุด P_{max} และเส้นตรง l_{max} ที่ลากผ่านจุดศูนย์กลาง C ไปยังจุด P_{max} กำหนดเป็นแกนหลักของไข่



รูปที่ 4 การปรับภาพไข่ให้ตรง

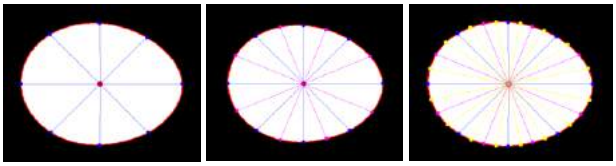
จากนั้นคำนวณหาค่าเรเดียน (θ) ซึ่งเป็นมุมที่เกิดจากเส้นตรงสองเส้น คือ เส้นตรง I_{max} และเส้นตรงที่ขนานกับแกน x กำหนดให้เป็นเส้นตรง I_x ดังรูปที่ 4 โดยคำนวนค่า θ ได้จากสมการที่ (3) คือ สมการคืนค่าแทนเจนต์ตรีโกณมิติผกผัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าเรเดียนที่อยู่ในช่วง $-PI$ ถึง PI เมื่อ d_x คือ ความแตกต่างของค่า x ของจุด C และค่า x ของ P_{max} ส่วน d_y คือ ความแตกต่างของค่า y ของจุด C และค่า y ของ P_{max} และ θ คือ องศาที่เกิดจากเส้นตรง I_{max} และ I_x

$$\theta = \operatorname{atan2}(dy, dx) \qquad (3)$$

จากนั้นหมุนภาพไข่โดยมีองศาของการหมุนเท่ากับ θ โดยมีจุดศูนย์กลางของภาพไข่เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุนด้วยเทคนิคการเปลี่ยนตำแหน่งของภาพ (Affine Transformation) กำหนดให้พิกัด $C(x_c, y_c)$ คือ ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง และพิกัด $P_{max}(x_{p,max}, y_{p,max})$ คือ ตำแหน่งของจุด P_{max} ซึ่งเงื่อนไขการหมุนภาพไข่ คือ ถ้าค่า $x_{p,max}$ มีค่ามากกว่าค่า x_c และค่า $y_{p,max}$ มีค่าน้อยกว่าค่า y_c ให้หมุนโดยมีทิศทางมุมติดลบ ($-\theta$) แต่ถ้าค่า $x_{p,max}$ มีค่าน้อยกว่าค่า x_c และค่า $y_{p,max}$ มีค่ามากกว่าค่า y_c ให้หมุนโดยมีทิศทางมุมติดลบ ($-\theta$) เช่นเดียวกัน แต่ถ้านอกเหนือจากสองกรณีนี้ให้หมุนรูปไข่โดยมีทิศทางมุมเป็นบวก (θ) ตามปกติ

2.4 การระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติ

ขั้นตอนต่อมาคือการคำนวณเพื่อหาองศา θ_i ซึ่งเป็นมุมที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลาง C ไปยังทุกจุดบนขอบของภาพไข่ หรือจุด P_i กับเส้นตรงที่ขนานกับแกน x โดยคำนวณค่า θ_i ได้จากสมการที่ (3) จากนั้นแบ่งส่วนของภาพไข่ออกเป็น 8 ส่วน 16 ส่วนและ 32 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีขนาดเท่ากัน แสดงดังรูป 5 (ก) 5 (ข) และ 5 (ค)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 5 การแบ่งส่วนของภาพไข่ออกเป็น 8 ส่วน 16 ส่วนและ 32 ส่วน

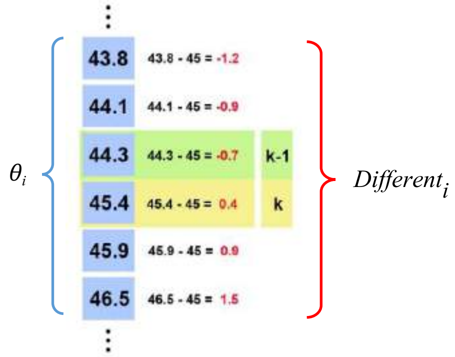
ผู้วิจัยเลือกวิธีอินเตอร์โพเลชั่น (interpolation) มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการประมาณค่ากลางของตำแหน่ง P_i ที่มีค่าองศาตรงตามที่ผู้วิจัยต้องการแบ่งมากที่สุด เนื่องจากค่า θ_i ที่คำนวนได้จากโปรแกรมไม่ได้เป็นค่าที่ลงตัวตามองศาที่ต้องการ โดยตัวอย่างการคำนวณ เมื่อแบ่งส่วนของภาพไข่ไก่ออกเป็น 8 ส่วนหรือแบ่งส่วนของภาพไข่ไก่ทุก 45 องศาสามารถคำนวณได้ดังนี้

2.4.1 เรียงลำดับค่า θ_i จากน้อยไปมาก

2.4.2 หาความแตกต่างระหว่างค่า θ_i และ ค่าองศาที่ต้องการแบ่งส่วนในที่นี้คือ 45 องศา สามารถคำนวนได้ดังสมการที่ (4) เมื่อ θ_i คือ องศาที่เกิดจากจุดขอบทั้งหมด และ θ คือ องศาที่ผู้วิจัยต้องการแบ่งจากตัวอย่างคือ 45 องศา

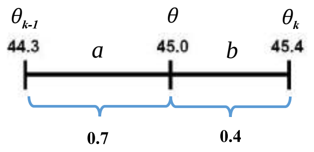
$$Different_i = \theta_i - \theta \qquad (4)$$

2.4.2 คำนวณหาค่า θ_i ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า 45 องศามากที่สุดจำนวนสองค่า โดยเลือกจากค่า θ_i ที่มีค่า $Different_i$ เป็นค่าบวกที่น้อยที่สุด กำหนดให้มีตำแหน่งเท่ากับ k (θ_k) และเลือกค่า θ_i ที่มีตำแหน่ง มากกว่าตำแหน่ง k 1 ตำแหน่ง หรือค่า θ_i ที่มีค่า $Different_i$ เป็นค่าติดลบที่มากที่สุด กำหนดให้เป็นตำแหน่ง k-1(θ_k -1) ภาพประกอบการคำนวณแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างการหาค่า θ_i ตำแหน่งที่ k และ k-1

2.4.4 คำนวณระยะห่างของค่า θ_i ณ ตำแหน่ง k และ k-1 ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณระยะห่างของค่า θ_i ณ ตำแหน่งที่ k และ k-1

2.4.5 คำนวณพิกัด x และ y ใหม่ที่องศาที่ต้องการ จากสมการที่ (5)

$$\frac{y_{new} - y_{k-1}}{x_{new} - x_{k-1}} = \frac{y_k - y_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} \qquad (5)$$

เมื่อ (x_{new}, y_{new}) คือ พิกัด x และ y ของจุดใหม่ที่ต้องการหา x, y (k) คือ พิกัด x และ y ณ ตำแหน่งที่ k และ x, y (k-1) คือ พิกัด x และ y ณ ตำแหน่งที่ k-1 สมการที่ (6) เป็นตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่า x และ y ใหม่ที่มุม 45 องศา

$$(x_{new}, y_{new}) = x,y\left(\frac{b}{a+b}\right) + x,y\left(\frac{a}{a+b}\right) \qquad (6)$$

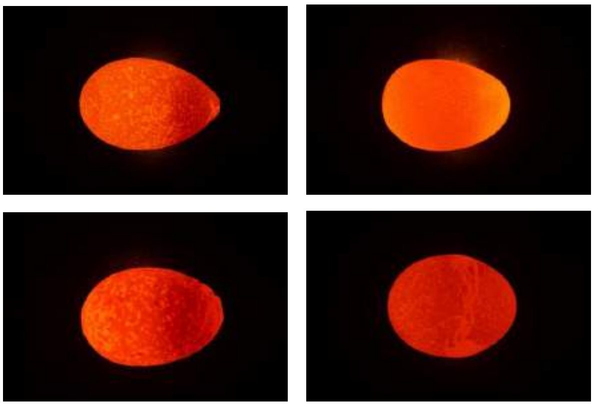
$$(x_{new}, y_{new}) = x,y\left(\frac{0.4}{1.1}\right) + x,y\left(\frac{0.7}{1.1}\right)$$

2.4.6 บันทึกพิกัด x และ y ใหม่ของทุกองศาที่ต้องการ จากนั้นแบ่งส่วนของภาพไข่ด้วยพิกัดใหม่ที่คำนวณได้ แสดงผลลัพธ์ดังรูปที่ 5 (ก)

ขั้นตอนต่อมา คือ การคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของภาพไข่ไปยังพิกัด x และ y ใหม่ของทุกองศา ด้วยสมการที่ (2) และบันทึกค่าระยะทางดังกล่าว เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) ซึ่งเป็นเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลที่อาศัยการเรียนรู้ โดยข้อมูลจะถูกลดมิติลงเพื่อเลือกข้อมูลที่สำคัญและเป็นตัวแทนของข้อมูลส่วนใหญ่ และคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของสมการเส้นตรงเส้นเพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ด้วยเส้นตรงที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนชนิดซี (C-SVM) และดำเนินการหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการค้นหาแบบกริด (Grid Search) ซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำให้การระบุไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติ มีความถูกต้องมากที่สุด คือ ค่าซี c เท่ากับ 1 และ *gramma* เท่ากับ 100

3. วิธีการทดลองและผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และถูกระบุแล้วว่าเป็นไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติที่ไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลไข่ไก่จากฟาร์มที่มีการผลิตไข่ไก่จำนวน 900 - 930 ฟองต่อวัน เป็นระยะเวลา 30 วัน รวมไข่ไก่ที่ถูกตรวจสอบทั้งสิ้นจำนวน 27,000-27,900 ฟอง โดยผู้วิจัยสามารถเก็บรวบรวมไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติได้จำนวน 41 ฟอง รูปที่ 9 แสดงภาพตัวอย่างไข่ไก่รูปทรงผิดปกติที่



รูปที่ 9 ภาพตัวอย่างไข่ไก่รูปทรงผิดปกติเมื่อทำการส่องไข่

ในการทดลองนี้ประกอบไปด้วยไข่ไก่จำนวน 91 ฟอง แบ่งออกเป็น ไข่ไก่รูปทรงปกติจำนวน 50 ฟอง และไข่ไก่รูปทรงผิดปกติจำนวน 41 ฟอง จัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะระยะทางของรัศมีภาพไข่ด้วยอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติและวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมด้วยวิธีการทดสอบความเที่ยงโดยการสุ่มข้อมูลแบบ 10 กลุ่ม (10-fold Cross Validation)

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

การจำแนก	ไข่ไก่ปกติ	ไข่ไก่รูปทรงผิดปกติ	รวม	ความถูกต้อง (%)
ผู้เชี่ยวชาญ	50	41	91	100%
8 ส่วน (โปรแกรม)	49	36	85	93.41%
16 ส่วน (โปรแกรม)	47	37	84	92.31%
32 ส่วน (โปรแกรม)	46	39	85	93.41%

จากตารางที่ 1 การแบ่งภาพไข่ไก่ออกเป็น 8 ส่วน โปรแกรมสามารถระบุไข่ไก่รูปทรงปกติได้ถูกต้องมากกว่าการแบ่งภาพไข่ไก่ออกเป็น 16 ส่วน และ 32 ส่วน แต่การแบ่งภาพไข่ออกเป็น 8 ส่วนสามารถระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติได้ถูกต้องน้อยกว่าการภาพไข่ไก่ออกเป็น 16 ส่วน และ 32 ส่วน และในทางตรงกันข้าม การแบ่งส่วนภาพไข่ไก่ออกเป็น 32 ส่วน สามารถระบุไข่ไก่รูปทรงผิดปกติได้ถูกต้องมากกว่าการแบ่งส่วนภาพไข่ไก่ออกเป็น 8 และ 16 ส่วน แต่การแบ่งภาพไข่ออกเป็น 32 ส่วนนั้น โปรแกรมระบุไข่ไก่รูปทรงปกติได้ถูกต้องน้อยกว่าการแบ่งส่วนภาพไข่ไก่ออกเป็น 8 และ 16 ส่วน

4. สรุป

จากการทดลองสรุปได้ว่าการแบ่งส่วนของภาพไข่ไก่ที่มีความละเอียดน้อยสามารถระบุไข่ไก่รูปทรงปกติได้ถูกต้องมากกว่าการระบุไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติ และในขณะเดียวกันการแบ่งส่วนของภาพไข่ไก่ที่มีความละเอียดมากสามารถระบุไข่ไก่ที่มีรูปทรงผิดปกติได้ถูกต้องมากกว่าการระบุไข่ไก่รูปทรงปกติเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Thipakorn, R. Waranusast, and P. Riyamongkol, "Egg Weight Prediction and Egg Size Classification using Image Processing and Machine Learning," pp. 485-488, 2017.
[2] M. Duman, A. Sekeroglu, A. Yildirim, H. Eleroglu, and O. Camci, "Relation between egg shape index and egg quality characteristics," *Europ.Poult.Sci*, no. February, 2016.
[3] K. E. Anderson, J. B. Tharrington, P. A. Curtis, F. T. Jones, N. Carolina, and N. Carolina, "Shell Characteristics of Eggs from Historic Strains of Single Comb White Leghorn Chickens and the Relationship of Egg Shape to Shell Strength," vol. 3, no. 1, pp. 17–19, 2004.
[4] H. Gao, Y. Wang, G. Zhang, P. Ge, and Y. Liang, "Rice Kernel Shape Description Using an Improved Fourier Descriptor1," no. 61.
[5] L. Fu, S. Sun, R. Li, and S. Wang, "Classification of Kiwifruit Grades Based on Fruit Shape Using a Single Camera," pp. 1–14, 2016.
[6] C. S. Nandi, B. Tudu, and C. Koley, "Machine Vision Based Techniques for Automatic Mango Fruit Sorting and Grading Based on Maturity Level and Size."

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบตรวจจับอุบัติเหตุทางรถยนต์อัตโนมัติเพื่อประสานการให้ความช่วยเหลือ

Automatic Car Accident Detection System for Providing Rescue

จีรสุดา โกษียาภรณ์, ศุภการ จริยายงค์, สดายุ ตรุณาวงษานนท์, สนั่นฟ้า สิงโตทอง, ปราโมทย์ วาดเขียน

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-3298326 E-mail: jeerasuda@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบตรวจจับอุบัติเหตุทางรถยนต์อัตโนมัติเพื่อประสานการให้ความช่วยเหลือ โดยจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยแจ้งประสานงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไปให้ความช่วยเหลือ ณ สถานที่เกิดเหตุได้ทันเวลา อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดในการได้มาซึ่งไฟล์ภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เหตุการณ์อุบัติเหตุจำลองจะถูกใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบที่นำเสนอแทน ว่าระบบสามารถตรวจจับการเกิดอุบัติได้หรือไม่ ในการทดสอบนั้นจะใช้เหตุการณ์อุบัติเหตุจำลองที่เกิดขึ้นกับสภาพถนน 3 รูปแบบ คือ ทางตรง, ทางโค้ง และ บริเวณสี่แยก นอกจากนี้ในแต่ละสภาพถนนจะทดสอบด้วยสภาวะแสง 3 กรณี คือ แสงช่วงเวลากลางวัน, แสงช่วงเวลาเย็น และ แสงช่วงเวลากลางคืน ในกรณีที่ระบบตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุได้ ระบบจะทำการส่งภาพอุบัติเหตุดังกล่าวผ่านการสื่อสารไร้สายไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลและแสดงผลแจ้งเตือนบนเว็บไซต์เพื่อให้ผู้ดูแลระบบติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ความช่วยเหลือและจัดการกับอุบัติเหตุดังกล่าวต่อไป โดยการแจ้งเตือนนั้นผู้ดูแลระบบจะได้รับการแจ้งเตือนผ่านทั้งหน้าเว็บเพจและแอพพลิเคชันไลน์

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับอุบัติเหตุ, การประมวลผลสัญญาณภาพ

Abstract

This paper proposes automatic car accident detection system for providing rescue. It aims to provide a tool to acknowledge the collaborated organizations to offer help to the scenes on time. However, due to limitation of obtaining the actual video files in real situation, the simulated accident scenes will be instead tested with image processing algorithm to detect whether or not the accident exists. In testing scenarios, the simulated events occurred in three types of road, which are curved road, straight road and intersection area, are created. In addition, three different light conditions, which are day light, even light and night light, are tested in each type of road. In case that the accident is detected, the detected accident image will be sent to store in database and displayed on website to notify the administrators. The administrators therefore contact the related rescue units to provide help to the scene. For notification system, the administrators will be acknowledged via webpage and via Line application.

Keywords: accident detection system, image processing

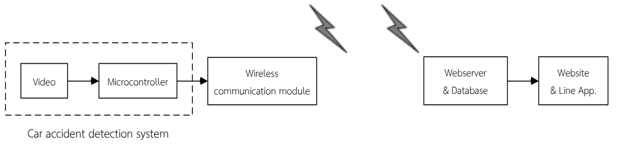
1. บทนำ

เมื่อรถยนต์เกิดอุบัติเหตุ ความช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประสบเหตุต้องการและเพื่อให้หน่วยงานที่ให้ความช่วยเหลือสามารถเข้าถึงที่เกิดเหตุได้ทันเวลาก่อนเกิดความสูญเสียต่อชีวิตของผู้ประสบเหตุ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอระบบตรวจจับอุบัติเหตุอัตโนมัติโดยใช้การประมวลผลสัญญาณภาพ ซึ่งระบบประกอบไปด้วย ระบบตรวจจับอุบัติเหตุ โมดูลสำหรับการสื่อสารไร้สาย ฐานข้อมูลและเว็บไซต์ ดังแสดงในรูปที่ 1 การทำงานของระบบที่นำเสนอจะอธิบายในหัวข้อที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบและประสิทธิภาพของระบบ แสดงในหัวข้อที่ 3 และ สุดท้ายหัวข้อที่ 4 คือสรุปผล ตามลำดับ

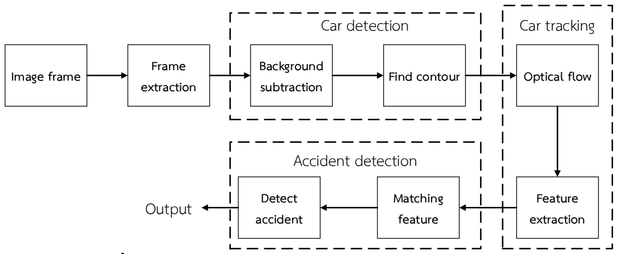
2. หลักการทำงานของระบบ

2.1 ระบบตรวจจับอุบัติเหตุ

การตรวจจับอุบัติเหตุรถยนต์นั้น จะใช้ภาพที่ได้รับมาจากกล้องมาทำการประมวลผลภาพโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเมื่อตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุได้ ภาพเหตุการณ์และพิกัดสถานที่เกิดเหตุจะถูกส่งไปยังฐานข้อมูลผ่านโครงข่ายการสื่อสารไร้สายและข้อมูลอุบัติเหตุจะแสดงผลบนหน้าเว็บเพจเพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลระบบทราบและดำเนินการประสานหน่วยงานให้ความช่วยเหลือต่อไป ซึ่งหลักการที่ใช้ในการประมวลผลภาพ [1-6] สามารถแสดงดังขั้นตอนการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับอุบัติเหตุ ในรูปที่ 2 ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบที่นำเสนอ



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับอุบัติเหตุ

2.1.1 กระบวนการตรวจจับรถยนต์ (Car detection)

เฟรมภาพจะถูกนำมาวิเคราะห์ครั้งละ 1 เฟรมภาพ โดยทุกเฟรมภาพจะถูกนำมาแปลงให้เป็นภาพระดับสีเทาแล้วนำไปหักลบกับภาพพื้นหลังเพื่อแยกวัตถุ (รถยนต์) ออกจากภาพพื้นหลัง (ถนน) และแปลงภาพผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพไบนารี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบวัตถุ เมื่อมีการตรวจพบวัตถุจะทำการตีกรอบสี่เหลี่ยม (Bounding box) ล้อมรอบวัตถุไว้ซึ่งกรอบสี่เหลี่ยมนี้จะเก็บข้อมูลพิกัดมุมซ้ายของกรอบ ความกว้างของกรอบ และความสูงของกรอบเอาไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป

2.1.2 กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่และติดตามรถยนต์ (Car tracking)

กระบวนการนี้จะนำข้อมูลจากกรอบสี่เหลี่ยมที่ได้มาคำนวณเพื่อดึงคุณลักษณะของรถยนต์แต่ละคัน โดยคุณลักษณะของรถยนต์แต่ละคันประกอบไปด้วย พื้นที่กรอบสี่เหลี่ยม ($Area$), พิกัดเซนทรอยด์ (c_x, c_y), ความเร็ว (v) และมุมองศาของรถยนต์ (θ) โดยการคำนวณหาพื้นที่กรอบสี่เหลี่ยมสามารถทำได้ตามสมการต่อไปนี้

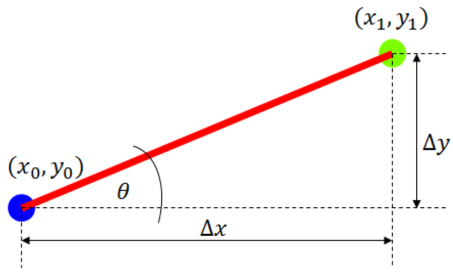
$$Area = w \times h \qquad (1)$$

โดย w คือ ความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยม, h คือ ความสูงของกรอบสี่เหลี่ยม

$$c_x = x + \frac{w}{2}, \quad c_y = y + \frac{h}{2} \qquad (2)$$

โดย x,y คือ พิกัดมุมซ้ายของกรอบสี่เหลี่ยม

คุณลักษณะต่อไปคือความเร็วและมุมองศาของรถยนต์ ซึ่งจะต้องทราบตำแหน่งถัดไปที่รถยนต์จะเคลื่อนที่ไปเสียก่อนจึงต้องคำนวณหาการเคลื่อนที่ของรถยนต์โดยใช้หลักการ Lucas-Kanade optical flow [4] ซึ่งจะใช้พิกัดเซนทรอยด์ของรถยนต์ในการคำนวณหาการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยจุด (x_0, y_0) คือพิกัดเซนทรอยด์ของรถยนต์และจุด (x_1, y_1) คือผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตามหลักการ Lucas-Kanade optical flow ซึ่งความเร็วของรถยนต์สามารถคำนวณได้



รูปที่ 3 รูปที่ใช้อ้างอิงในการคำนวณความเร็วและมุมองศาของรถ

จาก

$$v = d / (1/\text{fps}) \qquad (3)$$

โดย v คือ ความเร็วของรถยนต์ หน่วยเป็น พิกเซลต่อวินาที, d คือ ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ และ $1/\text{fps}$ คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเฟรมซึ่งเท่ากับเวลาที่รถยนต์ใช้ในการเคลื่อนที่ให้ได้ระยะทาง d และมุมองศาของรถยนต์ หน่วยองศา (degree) คำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$\theta = \tan^{-1}(\Delta y / \Delta x) \qquad (4)$$

โดย Δx คือ ระยะห่างตามแนวแกน x, Δy คือ ระยะห่างตามแนวแกน y

2.1.3 กระบวนการตรวจจับอุบัติเหตุ (Accident detection)

ในการตรวจจับอุบัติเหตุนั้นจะทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆของรถยนต์แต่ละคันที่เกิดขึ้นระหว่างเฟรมปัจจุบันกับเฟรมภาพก่อนหน้า ซึ่งปัจจัยที่ใช้ตัดสินใจว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นหรือไม่นั้น มีอยู่ 3 ปัจจัย [6] คือ การเปลี่ยนขนาดพื้นที่กะทันหัน, การเปลี่ยนแปลงความเร็วกะทันหัน และ การเปลี่ยนแปลงมุมองศากะทันหัน หากค่าการเปลี่ยนแปลงของแต่ละกรณีมีค่ามากกว่าค่าอ้างอิงของแต่ละปัจจัย จึงมีแนวโน้มว่าจะเกิดเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งปัจจัยนั้นจะถูกตั้งให้เป็น 1 แต่หากมีค่าน้อยกว่าค่าอ้างอิง ปัจจัยนั้นจะถูกตั้งค่าให้เป็น 0 ถ้าพบว่า 2 ใน 3 ปัจจัยถูกตั้งค่าให้เป็น 1 ระบบจะตัดสินว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและจะส่งข้อมูลอุบัติเหตุไปยังฐานข้อมูล

2.2 ระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบเพื่อรองรับข้อมูลของการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งมาจากระบบตรวจจับอุบัติเหตุ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกแสดงบนหน้าเว็บเพจเพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบให้ดำเนินการประสานหน่วยงานให้ความช่วยเหลือต่อไป ฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบไว้จะเก็บข้อมูลอุบัติเหตุดังนี้ หมายเลขลำดับการเกิดอุบัติเหตุ, ข้อมูลรูปภาพจำนวน 1 เฟรม, สถานที่เกิดอุบัติเหตุ วันที่-เวลาที่เกิดอุบัติเหตุ วันที่-เวลาดำเนินงานช่วยเหลือ และสถานการณ์ดำเนินงาน

2.3 ระบบการแจ้งเตือน

ในส่วนของระบบการแจ้งเตือนนั้นสามารถแสดงผลบนเว็บเพจและแอพพลิเคชันไลน์ กรณีการแสดงผลบนเว็บเพจจะมีเสียงแจ้งเตือนเมื่อมีข้อมูลการตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุเข้ามาในระบบ ทำให้

ผู้ดูแลระบบรับทราบและดำเนินการประสานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องออกไปให้ความช่วยเหลืออย่างทันท่วงที นอกจากนี้จะมีสถานะการดำเนินการของอุบัติเหตุนั้นๆแสดงไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อนกันในกรณีที่มีผู้ดูแลระบบมากกว่า 1 คนอีกด้วย สำหรับการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ได้ออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้ดูแลระบบ โดยไม่จำเป็นต้องประจำอยู่หน้าเว็บเพจตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลอุบัติเหตุ, แผนที่แสดงตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุ และ การเข้าสู่เว็บเพจ สามารถดำเนินการผ่านแอพพลิเคชันไลน์ได้เช่นกัน

3. ผลการทำงานของระบบ

ในการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับอุบัติเหตุนั้นจะใช้ภาพที่ได้จากการจำลองเหตุการณ์เสมือนของอุบัติเหตุรถยนต์มาทำการประมวลผลสัญญาณภาพว่าการเกิดอุบัติเหตุหรือไม่ โดยมีเงื่อนไขในการทดสอบ คือ ระบบตรวจจับอุบัติเหตุด้วยภาพวิดีโอจำลองอุบัติเหตุในสภาพถนนทางโค้ง, ทางตรง และบริเวณสี่แยก ซึ่งในแต่ละสภาพถนนจะมี 3 สภาวะแสง คือ สภาวะแสงเวลากลางวัน, สภาวะแสงเวลาพลบค่ำ และ สภาวะแสงเวลากลางคืน โดยสภาวะแสงเวลากลางวัน มีจำนวนไฟล์วิดีโอจำลองที่ใช้ทดสอบจำนวน 30 ไฟล์ ประกอบไปด้วย ไฟล์วิดีโอที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 15 ไฟล์และไฟล์วิดีโอที่ไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 15 ไฟล์ สภาวะแสงเวลาพลบค่ำ และ สภาวะแสงเวลากลางคืน มีจำนวนไฟล์วิดีโอจำลองที่ใช้ทดสอบของแต่ละสภาวะ จำนวน 40 ไฟล์ ประกอบไปด้วย ไฟล์วิดีโอที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 20 ไฟล์และไฟล์วิดีโอที่ไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 20 ไฟล์ ซึ่งจะทำการวัดค่าทางสถิติต่อไปนี้ คือ ความไว ความจำเพาะ และความแม่นยำ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{ความไว} = \frac{TP}{TP + FN} \qquad (5)$$

$$\text{ความจำเพาะ} = \frac{TN}{TN + FP} \qquad (6)$$

$$\text{ความแม่นยำ} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP} \qquad (7)$$

โดย TP คือ ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุที่สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ เมื่อเหตุการณ์ที่ทดสอบมีการเกิดอุบัติเหตุขึ้นจริง, FP คือ ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุที่มีการแจ้งการตรวจจับอุบัติเหตุ เมื่อเหตุการณ์ที่ทดสอบไม่มีการเกิดอุบัติเหตุขึ้น, FN คือ ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุที่ไม่สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ เมื่อเหตุการณ์ที่ทดสอบมีการเกิดอุบัติเหตุขึ้นจริง, TN คือ ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุที่ไม่มีการแจ้งการตรวจจับอุบัติเหตุ เมื่อเหตุการณ์ที่ทดสอบไม่มีการเกิดอุบัติเหตุขึ้น

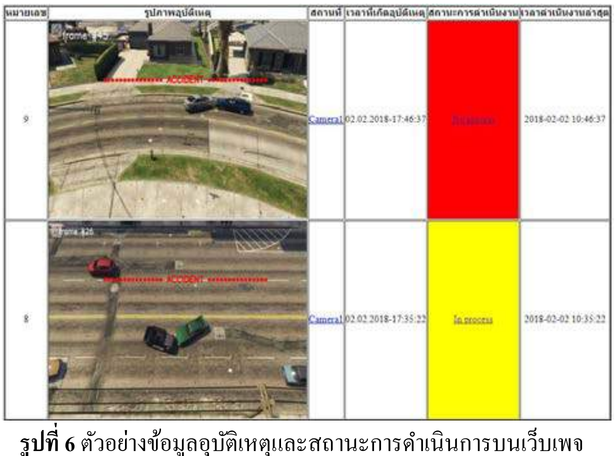
ตัวอย่างผลการหาค่าคุณลักษณะของระบบตรวจจับอุบัติเหตุแสดงดังรูปที่ 4 ตัวอย่างผลการตรวจจับอุบัติเหตุได้ของระบบที่แสดงผลบนหน้าเว็บเพจแสดงดังรูปที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลอุบัติเหตุที่มีสถานะการดำเนินการของอุบัติเหตุต่างกัน แสดงดังรูปที่ 6 สำหรับการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ แสดงดังรูปที่ 7 โดยค่าทางสถิติแสดงประสิทธิภาพของระบบตรวจจับอุบัติ แสดงดังตารางที่ 1

รูปที่ 4 ข้อมูลในรูปเวคเตอร์คุณลักษณะของรถยนต์

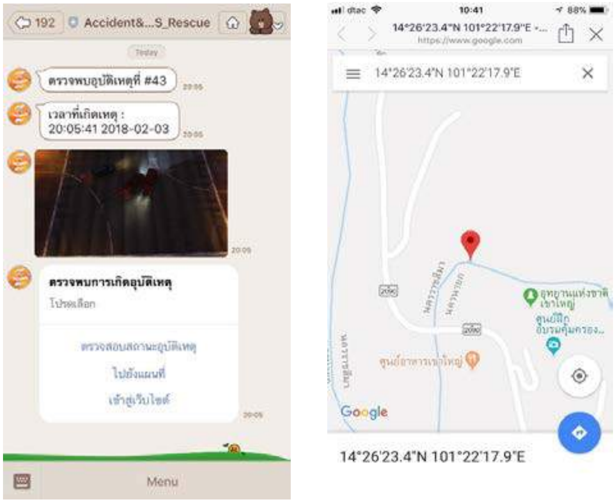
(ก) การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุเข้ามาในฐานข้อมูล

(ข) ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุและสถานะการดำเนินการบนเว็บเพจ

รูปที่ 5 ตัวอย่างเมื่อระบบตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุได้



รูปที่ 6 ตัวอย่างข้อมูลอุบัติเหตุและสถานะการดำเนินการบนเว็บเพจ



(ก) ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ (ข) เมื่อกดตัวเลือก ไปยังแผนที่

รูปที่ 7 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจจับอุบัติเหตุอัตโนมัติเพื่อประสานการให้ความช่วยเหลือ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ความช่วยเหลือไปถึงที่เกิดเหตุได้อย่างทันท่วงที ระบบที่นำเสนอแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบตรวจจับอุบัติเหตุอัตโนมัติโดยใช้การประมวลผลสัญญาณภาพ ซึ่งเมื่อมีการตรวจจับอุบัติเหตุได้ ข้อมูลเหตุการณ์จะถูกส่งไปยังส่วนที่สอง คือ ระบบฐานข้อมูล เพื่อทำการแจ้งเตือนบนเว็บเพจและแอพพลิเคชันไลน์ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ระบบที่นำเสนอสามารถทำงานได้ดีในช่วงสภาวะแสงเวลากลางวันซึ่งให้ค่าความแม่นยำของระบบประมาณ 86.66% ส่วนในช่วงเวลาพลบค่ำและเวลากลางคืนนั้นค่าความแม่นยำของระบบมีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 50% เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าว แสงไฟหน้ารถและเงาของรถถูกตรวจจับว่าเป็นวัตถุ (รถยนต์) มีผลทำให้ระบบการตรวจจับอุบัติเหตุทำงานผิดพลาด ซึ่งจะต้องทำการพัฒนากระบวนการตรวจจับอุบัติเหตุเพื่อลดข้อผิดพลาดดังกล่าว เพื่อทำให้ระบบที่นำเสนอสามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Y. Benezeth, P. Jodoin, B. Emile, H. Laurent, C. Rosenberger, “Comparative study of background subtraction algorithms,” *J. Electronic Imaging*, 19(3), 2010

[2] P. Arbelaez, M. Maire, C. Fowlkes, J. Malik, “Contour Detection and Hierarchical Image Segmentation”, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.33, No.5, pp. 898 – 916, Aug. 2011

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพของระบบตรวจจับอุบัติเหตุ

สภาวะแสงกลางวันของสภาพถนนทางตรง ทางโค้ง และบริเวณสี่แยก		
ผลลัพธ์	เหตุการณ์ทั้งหมด (45 เหตุการณ์)	
	มีอุบัติเหตุ	ไม่มีอุบัติเหตุ
ตรวจพบ	*TP* : 40	*FP* : 7
ตรวจไม่พบ	*FN* : 5	*TN* : 38
ความไว = 88.88%	ความจำเพาะ = 84.44%	ความแม่นยำ = 86.66%
สภาวะแสงพลบค่ำของสภาพถนนทางตรง ทางโค้ง และบริเวณสี่แยก		
ผลลัพธ์	เหตุการณ์ทั้งหมด (60 เหตุการณ์)	
	มีอุบัติเหตุ	ไม่มีอุบัติเหตุ
ตรวจพบ	*TP* : 49	*FP* : 45
ตรวจไม่พบ	*FN* : 11	*TN* : 15
ความไว = 81.66%	ความจำเพาะ = 25%	ความแม่นยำ = 53.33%
สภาวะแสงกลางคืนของสภาพถนนทางตรง ทางโค้ง และบริเวณสี่แยก		
ผลลัพธ์	เหตุการณ์ทั้งหมด (60 เหตุการณ์)	
	มีอุบัติเหตุ	ไม่มีอุบัติเหตุ
ตรวจพบ	*TP* : 55	*FP* : 56
ตรวจไม่พบ	*FN* : 5	*TN* : 4
ความไว = 91.66%	ความจำเพาะ = 6.66%	ความแม่นยำ = 49.16%

[3] D. Fleet, Y. Weiss., Optical Flow Estimation, *Handbook of Mathematical Models in Computer Vision*, Chapter 15, Springer, pp.239-258, 2005

[4] B. Lucas, T. Kanade, “An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision”, *Int. Proc. Joint Conf. Artificial Intelligence*, pp. 121-130, 1981

[5] M.S. Temiz, S. Kulur, S. Dogan, “Real Time Speed Estimation from Monocular Video”, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, Vol. XXXIX-B3, pp. 427-432, 25 Aug – 01 Sep 2012

[6] L.Vasu, "An Effective Step to Real-Time Implementation of Accident Detection System Using Image Processing", Master thesis, Faculty of the Graduate College, Oklahoma State University, 2010

ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

The 'No Parking' Alarm System Using the Automatic Solar Cell

จุลศักดิ์ โยลัย[1]
jullasak Yolai[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Faculty of Industrial Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University
680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 042-970021 E-mail: jullasak@snru.ac.th
680 Nittayo Rd., That Choeng Chum Sub-District, Muang District, Sakon Nakhon Province
Tel: 042-970021 E-mail: jullasak@snru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino Uno และเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงเลเซอร์ ซึ่งระบบนี้ใช้แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าได้จากพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ และแบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานไฟฟ้า ระบบจะทำงานก็ต่อเมื่อมีรถเข้าจอดในพื้นที่ห้าม ซึ่งระบบจะส่งเสียงเตือนในลักษณะของข้อความ และสามารถจัดการพื้นที่ห้ามจอดในระยะได้มากถึง 25 เมตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพการทำงานโดยรวม ร้อยละ 98.33

คำสำคัญ **:** ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอด,พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์, อัตโนมัติ

Abstract

This article presents the automatic solar cell for the no-parking alarm system using Arduino Uno Board and the sensor that screen an object with laser beam. The whole system was powered by the electricity from the solar cell that was stored in a battery and it basically starts working when a car was parked in the forbidden area by projecting the alarming message. This system can be used for a maimum ditance of 25 meters in which the statistical analysis affirmed that this no-parking alarm system using an autmotatic solar cell gained 98.33% for its effectiveness score.

Key words: No-Parking Alarm System, Solar Cell, Automatic

1. บทนำ

พระราชบัญญัติจราจรทางบก 2557 [1] ลักษณะที่ 3 หมวด 4 ว่าด้วยเรื่องการหยุดรถหรือการจอดรถในทางเดินรถ มาตรา 57 เว้นแต่จะได้มีบทบัญญัติ กฎ หรือข้อบังคับตามพระราชบัญญัตินี้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้ผู้ขับขี่จอดรถบนทางเท้าบนสะพานหรือในอุโมงค์ ในทางร่วมทางแยก หรือในระยะ10 เมตรจากทางร่วมทางแยก ในทางข้าม กีดขวางการจราจร ในเขตที่มีเครื่องหมายจราจรห้ามจอดรถตามข้อกฎหมายบังคับ ในสถานที่ต่างๆ เช่นสถานที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน มหาวิทยาลัย และตามถนนหนทาง

รูปที่ 1 ป้ายสัญลักษณ์ห้ามจอด

ปัจจุบันป้ายการห้ามจอดรถที่พบเห็นโดยทั่วไปตามริมถนนหรือตามสถานที่ต่างๆ จะมีลักษณะเป็นป้ายสี่เหลี่ยมที่มีสัญลักษณ์วงกลมสีแดง ขีดเส้นเฉียงจากมุมบนซ้ายลงไปหามุมล่างขวา ที่มีสัญลักษณ์แบบเดียวกันตามหลักสากลได้กำหนดไว้ ซึ่งป้ายห้ามจอดรถโดยทั่วไปประกอบด้วยป้ายแบบยึดติดประจำที่ไม่สามารถเคลื่อนย้าย และแบบเคลื่อนย้ายไปตั้งตามจุดต่างๆได้ แต่ปัญหาที่พบ ป้ายแบบเดิมไม่มีการแจ้งเตือนด้วยเสียงหรือแสงหรือไม่สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่ได้รับรู้นอกจากการมองเห็น ดังนั้น จึงไม่สามารถเตือนผู้ขับขี่ยานพาหนะไม่ให้จอดในพื้นที่ห้ามได้ ทั้งที่ผู้ขับขี่ตั้งใจและอาจไม่ได้ตั้งใจ

จากสภาพปัญหาที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างป้ายเตือนจุดห้ามจอดรถอัตโนมัติ ซึ่งระบบทั้งหมดมีแหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์และแบตเตอร์รี่ เพื่อบริหารจัดการระบบจราจรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

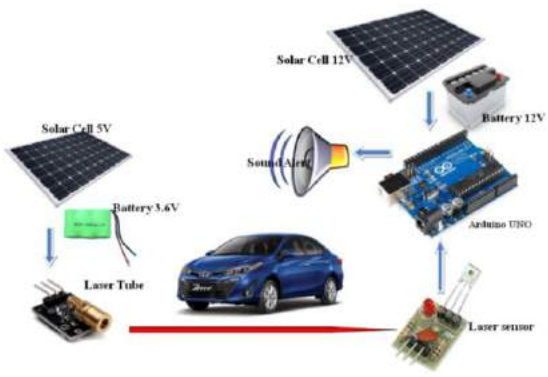
2.หลักการทำงาน

ป้ายเตือนพื้นที่ห้ามจอดทำงานด้วยระบบอัตโนมัติโดยการประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino Uno มาช่วยในการประมวลผลและควบคุมการทำงาน การตรวจสอบรถที่เข้าจอดในพื้นที่ทำได้โดยการใช้ลำแสงเลเซอร์เซ็นเซอร์ส่งเป็นแนวเส้นตรงตัดพื้นที่ที่ต้องการ และใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงเลเซอร์ TSL257 ที่ติดตั้งในชุดตรวจจับ รับสัญญาณทางไฟฟ้าเมื่อมีการบังของวัตถุ สัญญาณจะถูกส่งไปยังชุดควบคุม ระบบจะทำการประมวลผลแล้วทำการแจ้งเตือนการจอดในพื้นที่ห้าม ด้วยเสียงเตือนที่เป็นข้อความเสียง ซึ่งระบบทั้งหมดมีแหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ซึ่งระบบมีลักษณะดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

3.การออกแบบ [2-7]

การออกแบบระบบ คำนึงถึงการทำงานที่แม่นยำและใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อยที่สุด และประหยัดพลังงานเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถสรุปให้เห็นหลักการ ดังรูปที่ 3

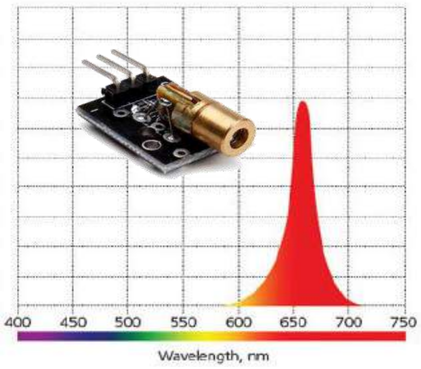


รูปที่ 3 ผังการทำงานของระบบ

ระบบการทำงานสามารถอธิบายส่วนประกอบของระบบ เป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

3.1วงจรส่งลำแสงเลเซอร์

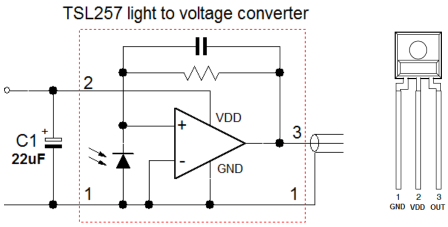
ส่วนของภาคส่งลำแสงเลเซอร์ ติดตั้งในเสาเหล็ก ขนาด 4x4 นิ้ว พร้อมยึดฐานตั้งพื้น ขนาด 6x6 นิ้ว ประกอบด้วยส่วนของแหล่งจ่ายตรงไฟ 3.6 โวลต์ ซึ่งเก็บกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ 5 โวลต์ 0.5 วัตต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับหลอดเลเซอร์ สีแดง 0.05 วัตต์ ช่วงความยาวของคลื่น ระหว่าง 600 – 700 นาโนเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำแสง 1 นิ้ว ที่ระยะ 100 เมตร



รูปที่ 4 หลอดเลเซอร์สีแดงและช่วงความยาวของคลื่น

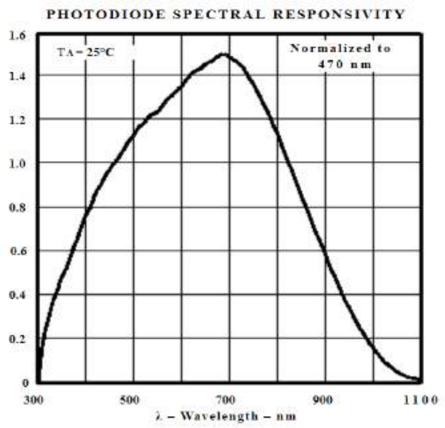
3.2 วงจรตรวจจับแสงเลเซอร์

ผู้วิจัยเลือกใช้ TSL257 เป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงเลเซอร์ ซึ่งตอบสนองความยาวคลื่น ช่วง 700 nm โดยอุปกรณ์ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3.6 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟหลักเลี้ยงวงจร



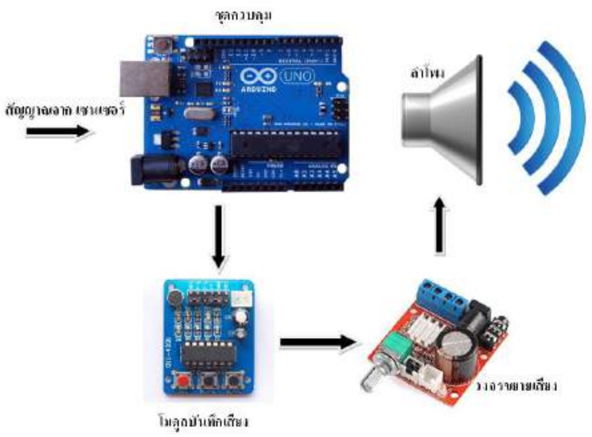
รูปที่ 5 อุปกรณ์เปลี่ยนความเข้มแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า

หากไม่มีแสงตกกระทบที่เซนเซอร์ วงจรจะให้เอาท์พุต เป็น 0 โวลต์ เมื่อมีแสงมาตกกระทบ วงจรจะจ่ายเอาท์พุท 2 – 2.7 โวลต์ ป้อนให้กับบอร์ด Arduino Uno เพื่อประมวลผลต่อไป



รูปที่ 6 การตอบสนองย่านความยาวคลื่นของ TLS257

3.3 ชุดวงจรควบคุมและวงจรแจ้งเตือนด้วยเสียง



รูปที่ 7 วงจรควบคุมและส่งเสียงเตือน

ในส่วนของชุดควบคุมการทำงาน ใช้บอร์ด Arduino UNO เป็นส่วนประมวลผล เมื่อรับสัญญาณจากเซนเซอร์ ว่ามีรถเขาจอดในพื้นที่ ระบบจะหน่วงเวลา 5 วินาทีก่อนทำการเตือน หากสัญญาณจากเซนเซอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระบบจะสั่งส่งสัญญาณเตือนที่บันทึกเสียงไว้ในโมดูลบันทึกเสียง ส่งผ่านวงจรขยายเสียง ที่มีกำลังขับ 20 วัตต์ ออกสู่ลำโพง เพื่อทำการเตือนผู้ที่จอดรถขยับรถออกจากพื้นที่

4.การทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อโครงสร้างและวงจรทำงานได้อย่างสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการประกอบวงจรขยายเสียงและชุดควบคุมการทำงาน ชุดเซนเซอร์รับแสง แผงโซลาร์เซลล์ วงจรชาร์จเจอร์และแบตเตอรี่ เข้ากับตู้ควบคุม และติดตั้งชุดยิงเลเซอร์เข้ากับเสาส่ง ตรวจสอบความเรียบร้อย แล้วนำระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานแสงอาทิตย์ไปติดตั้งเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพต่อไป

การเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ มี 3 ด้านดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพในการตรวจจับยานพาหนะ

4.1.1 รถยนต์ทดสอบโดยการขับรถยนต์เข้าจอดในพื้นที่ห้ามจอดในระยะเริ่มต้นจาก 1-15 เมตร โดยแต่ละเมตรทดสอบซ้ำๆและบันทึกผล ดังรูปที่ 8

4.1.2 รถจักรยานยนต์ทดสอบโดยการขับรถยนต์เข้าจอดในพื้นที่ห้ามจอดในระยะเริ่มต้นจาก 1-15 เมตร โดยแต่ละเมตรทดสอบซ้ำๆและบันทึกผล ดังรูปที่ 9

รูปที่ 8 การทดสอบด้วยรถยนต์

รูปที่ 9 การทดสอบด้วยรถจักยานยนต์

4.2 ประสิทธิภาพของระยะการทำงาน ทดสอบโดยการจอดรถในพื้นที่ห้ามจอด เริ่มต้นจากระยะ 1 เมตร ไปจนถึงระยะที่ป้ายเตือนห้ามจอดรถไม่สามารถทำงานได้

4.3 ประสิทธิภาพการแจ้งเตือนด้วยระบบเสียง ทดสอบโดยการขับรถยนต์เข้าจอดในพื้นที่ห้ามจอดให้ระบบเตือนห้ามจอดรถ ส่งสัญญาณเสียงให้ผู้ขับขี่รถยนต์ในห้องโดยสารได้ยินเสียงการแจ้งเตือน ทดสอบว่าได้ยินหรือไม่ ในระยะเริ่มต้นจาก 1-15 เมตร โดยแต่ละเมตรทดสอบซ้ำๆและบันทึกผล

5.สรุป

ระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพโดยรวมและรายด้าน สามารถสรุปได้ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์โดยรวม และรายด้าน

ประสิทธิภาพ		ค่าเฉลี่ย
ประสิทธิภาพด้านการตรวจจับยานพาหนะ	รถยนต์	100.00%
	รถจักรยานยนต์	96.00%
ประสิทธิภาพด้านการตรวจจับยานพาหนะ รวม		98.00%
ประสิทธิภาพด้านระยะของการทำงาน		100.00%
ประสิทธิภาพด้านการแจ้งเตือนด้วยเสียง		97.33%
รวมทั้งหมด		98.33%

จากตารางที่1ประสิทธิภาพของระบบเตือนพื้นที่ห้ามจอดอัตโนมัติพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ทดสอบโดยใช้ยานพาหนะเข้าจอดในพื้นที่ทดสอบ ทั้งรถจักยานยนต์และรถยนต์ ครั้งละ 1 คัน จำนวน 10 รอบ รอบละ 10 ครั้ง ในระยะ 1-15 เมตร ทุกระยะทดสอบ 10 รอบ ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยประสิทธิภาพด้านการตรวจจับยานพาหนะ 98% ประสิทธิภาพด้านระยะของการทำงาน 100 % ประสิทธิภาพด้านการแจ้งเตือนด้วยเสียง 97.33%

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมการขนส่งทางบก. การออกแบบป้ายเตือนและการเตือน , 2559

[2] ภิเศก ภัทรเวสารัช และ เจตน์ พวงศิลป์ . ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกโดยการส่งข้อมูลแบบไร้สาย.วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2556

[3] ชาญณรงค์ น้อยบางยาง. การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบเฝ้าระวังและสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากภาวะน้ำท่วมฉับพลัน. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา , 2556

[4] นวภัทรา หนูนาค. เซ็นเซอร์และชนิดของเซ็นเซอร์. [Online]. เข้าถึงได้จาก.http://www.foodnetworksolution.com (30 พฤษภาคม 2559)

[5] ภาวิณี บุญวิเชียร . การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ตรวจจับ . เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม , 2557

[6] ฐาปนพงษ์ กองทองและจุไรรัตน์จินดา .ระบบควบคุมป้าย ทางโค้งแบบหลอด LED ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.การประชุม วิชาการ ECTI-CARD 2017,หน้า 803-806

[7] Syamsul Ruais B Aahmed Tazalli, Solar LED Based Traffic Light, Thesis of Bachelor of Electrical Engineering ,University of Malaysia Pahang,November,2010.

ระบบตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนอัตโนมัติ

Automatic post-trip child check and alarm system on school van

ณัฐกานต์ พุทธรักษ์, นูรฮายา สะแลแม, ปฏิมา สมเลิศ, และ ตุลยา ลิมปิติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8324 E-mail: nattakan.pu@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การลืมเด็กไว้ในรถจนเสียชีวิตเป็นเหตุสลดซ้ำซากและเคยเกิดมาแล้วหลายครั้ง ทำให้เกิดการสูญเสียอย่างใหญ่หลวง บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนอัตโนมัติ โดยระบบประกอบด้วย โมดูล GPS สำหรับติดตามตำแหน่งของรถตู้ ระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบเด็กที่ตกค้างบนรถหลังการรับส่ง และระบบ RFID สำหรับตรวจสอบสถานะการขึ้นลงของเด็กนักเรียน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางในการประมวลผล หากระบบตรวจพบเด็กตกค้างบนรถจะมีการส่งสัญญาณเตือนในรูปแบบเสียงที่ตัวรถและแจ้งเตือนไปยังคนขับรถตู้โดยใช้แอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอปพลิเคชันยังสามารถแสดงข้อมูลเด็กนักเรียน ประวัติคนขับรถ ตำแหน่งรถปัจจุบัน และเส้นทางการเดินรถได้อีกด้วย

Abstract

There are news about children being forgotten on school van, resulting in their injuries or even deaths. To prevent this kind of accident, this paper proposes an automatic post-trip child check and alarm system on school van. The system includes a GPS module for tracking the van's location, sensor system for detecting children left on the van after the trip, and an RFID system for checking the student's status. All parts are controlled by a microcontroller. If the system detects any child on the van, the buzzer will be on and an Android application will alarm the driver. This application also shows student's name and ID, driver's profile, current location of the vans, and route details of each van.

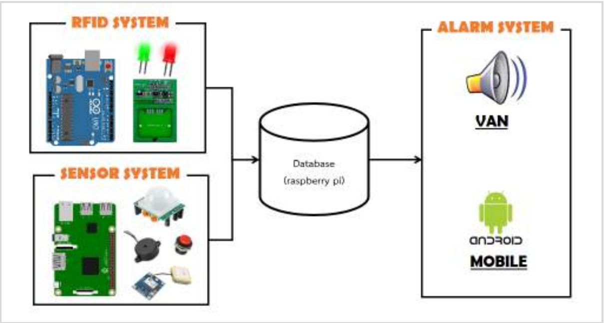
1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันมีข่าวเกี่ยวกับการลืมเด็กไว้ในรถจนเสียชีวิต เช่น ในปี 2559 เกิดเหตุพี่เลี้ยงและคนขับรถตู้รับส่งของอนุบาลโรงเรียนแห่งหนึ่ง ลืมเด็กอายุ 3 ขวบไว้ภายในรถตู้ที่จอดตากแดดนานถึง 7 ชม. ตกเย็นมีคนมาพบนั่งพิงเบาะหลังรถตู้เสียชีวิต [1] และล่าสุดเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2560 เหตุเกิดกับเด็ก ป.1 โรงเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถูกคนขับรถส่งนักเรียนลืมทิ้งไว้ในรถตั้งแต่เช้า พบอีกครั้งหนึ่งในช่วงบ่ายทำให้เด็กขาดอากาศหายใจอยู่ในรถนาน 7-8 ชั่วโมง [2] เพื่อลดการสูญเสียจากเหตุการณ์ดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและนำเสนอระบบตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนอัตโนมัติ โดยระบบประกอบด้วย อุปกรณ์ GPS ที่ใช้ติดตามตำแหน่งของรถตู้, อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ตรวจสอบเด็กที่ตกค้างบนรถเมื่อมีการดับเครื่องยนต์ และระบบ RFID ที่ใช้ตรวจสอบสถานะการขึ้นลงรถตู้ของเด็กนักเรียน รวมทั้งการแจ้งเตือนด้วยเสียงจากตัวรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เมื่อตรวจจับได้ว่ามีเด็กตกค้างอยู่บนรถ

2. การออกแบบ

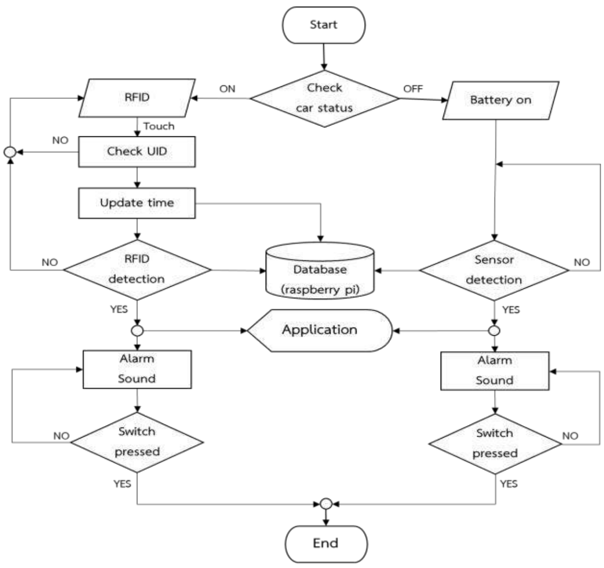
2.1 การออกแบบอุปกรณ์และการทำงานของระบบ

การออกแบบระบบโดยรวม แสดงดังรูปที่ 1 แบ่งได้เป็น 3 ระบบย่อย ได้แก่ 1) ระบบ RFID ซึ่งเชื่อมต่อกับ Arduino ใช้สำหรับการระบุตัวตนของเด็กนักเรียนและตรวจสอบการขึ้นลงรถตู้รับส่งนักเรียน 2) ระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวภายในรถ และ 3) ระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียงบนรถและแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi 3 ประกอบด้วย เซนเซอร์ PIR , buzzer , สวิตช์ และโมดูล GPS

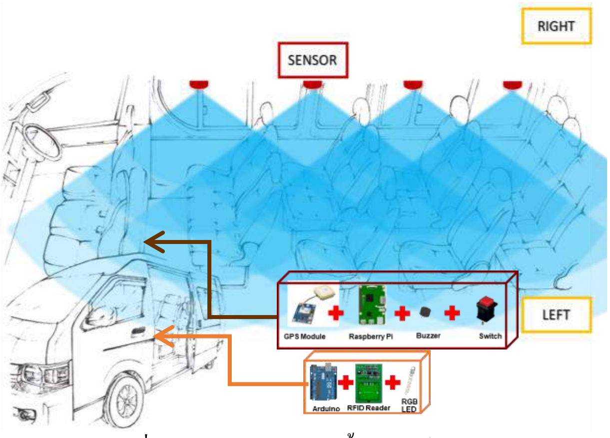


รูปที่ 1 การออกแบบระบบโดยรวม

ระบบการทำงานเริ่มจากการตรวจสอบสถานะของรถว่าเครื่องยนต์ทำงานอยู่หรือไม่ ถ้าเครื่องยนต์ดับอยู่จะใช้แบตเตอรี่ในการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์และเริ่มการทำงานระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวบนรถด้วยเซนเซอร์ PIR หากมีการเคลื่อนไหวจะส่งสัญญาณเสียงเตือนจนกว่าจะมีการกดสวิตช์ปิด โดยมีการอัพเดทสถานะของเซนเซอร์เก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน แต่ถ้าเครื่องยนต์ทำงานอยู่ระบบ RFID จะเริ่มทำงาน หากมีการแตะบัตร ระบบจะอ่านค่า UID (Unique Identifier) จากบัตรแล้วส่งข้อมูลไปยัง Raspberry Pi เพื่อตรวจสอบ UID ว่าอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ เพื่อเก็บข้อมูลการขึ้นลงของเด็กนักเรียน หากสถานะขึ้นและลงหลังจากรับส่งนักเรียนไม่ตรงกัน ระบบจะแจ้งเตือนด้วยเสียง buzzer ที่ติดอยู่บนรถและแจ้งเตือนคนขับผ่านแอปพลิเคชัน ดังแสดงด้วยแผนภาพการทำงานในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานของระบบ



รูปที่ 3 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ในรถตู้

รูปที่ 3 เป็นการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ภายในรถตู้ เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์มีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้จัดทำจึงติดตั้งเซนเซอร์ PIR 4 ตัว ในตำแหน่งตรงกันกับแถวที่นั่ง 4 แถวในรถตู้ เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของเด็กที่ตกค้างในรถ และกล่องอุปกรณ์ระบบ RFID 1 กล่อง และอุปกรณ์ระบบติดตามตำแหน่งด้วยโมดูล GPS 1 กล่อง ติดตั้งไว้ใกล้ประตูหลังตำแหน่งที่นั่งข้างคนขับ

2.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ได้ถูกออกแบบให้ผู้ปกครองและคนขับรถตู้สามารถเข้าใช้งานได้ โดยแอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะพบหน้าจอหลักเพื่อระบุตัวตนและเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 4 (ก) หากเป็นผู้ปกครองให้กดเลือก “Parent” และถ้าเป็นคนขับรถให้กดเลือก “Driver”

สำหรับคนขับรถ เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ แอปพลิเคชันจะเลื่อนไปยังหน้าจอ “Driver profile” ดังรูปที่ 4 (ข) หน้าจอนี้ประกอบไปด้วย “Van Number” หมายเลขคันรถตู้ที่ขับ, “Driver name” ชื่อ - สกุลของคนขับรถ, “Tel number” เบอร์โทรศัพท์ของคนขับรถ, “License plate” ทะเบียนรถรับ-ส่งนักเรียน, ปุ่ม “Sensor alarm” เป็นปุ่มแจ้งเตือนและสามารถกดได้ก็ต่อเมื่อระบบมีการแจ้งเตือนหากมีเด็กตกค้างอยู่ในรถ ดังรูปที่ 4 (ค) เมื่อมีการแจ้งเตือน ปุ่มจะเปลี่ยนเป็นสีแดงพร้อมๆ กับจะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงจาก buzzer ที่ติดอยู่กับรถ เมื่อคนขับรถกดสวิตช์ปิดการทำงานของ buzzer ปุ่ม “Sensor alarm” บนแอปพลิเคชันจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 4 (ง) และเมื่อกดปุ่ม “Tracking” แอปพลิเคชันจะเลื่อนไปยังหน้าจอแสดงแผนที่สำหรับดูเส้นทางเดินรถและตำแหน่งรถปัจจุบัน ดังรูปที่ 4 (ฉ)

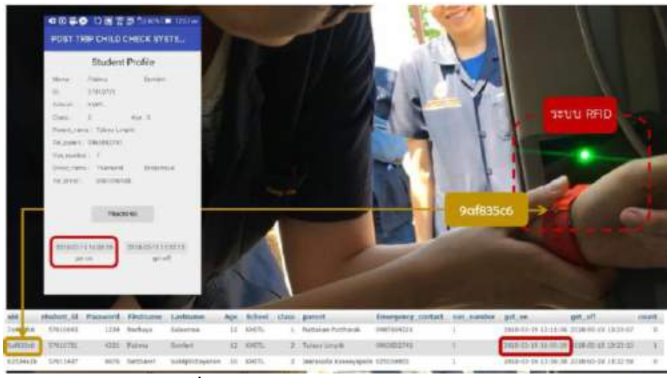
สำหรับผู้ปกครอง เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ แอปพลิเคชันจะเลื่อนไปยังหน้าจอ “Student profile” ดังรูปที่ 4 (จ) ซึ่งในหน้าจอนี้จะประกอบไปด้วย “Name” ชื่อและนามสกุลของเด็กนักเรียน, “ID” รหัสนักเรียน, “School” โรงเรียนที่เรียนอยู่, “Class” ชั้นปีที่เรียนอยู่, “Age” อายุของนักเรียน, “Parent_name” ชื่อ - สกุลของผู้ปกครอง, “Tel_parent” เบอร์โทรศัพท์ของผู้ปกครอง, “Van_number” หมายเลขรถคันที่นักเรียนขึ้น, “Driver_name” ชื่อ - สกุลของคนขับรถ, “Tel_driver” เบอร์โทรศัพท์ของคนขับรถ, ปุ่ม “Tracking” สำหรับกดเข้าไปดูเส้นทางเดินรถและตำแหน่งรถปัจจุบัน ดังรูปที่ 4 (ฉ) และเวลาของการแตะแท็กขณะขึ้นรถ (get on) และลงจากรถ (get off)

3. ผลการทดสอบของระบบ

ผู้จัดทำได้ทดสอบระบบด้วยการเริ่มต้นที่ระบบ RFID โดย Arduino จะทำการประมวลผลการอ่านค่า RFID Tag เมื่อมีการแตะ Tag

ค่า UID จะถูกส่งไปยัง Raspberry Pi 3 เพื่อตรวจสอบว่า UID จาก RFID Tag ของเด็กมีอยู่ในฐานข้อมูลและขึ้นรถตู้รับส่งนักเรียนถูกคันหรือไม่ หากถูกต้อง LED จะเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 5 และจะทำการอัพเดทเวลาขึ้นลงรถตู้ลงในฐานข้อมูล แต่ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้อง LED จะเป็นสีแดง ซึ่งระบบจะไม่ทำการอัพเดทเวลาขึ้นลงรถตู้ลงในฐานข้อมูล และระบบ RFID จะทำการแจ้งเตือนไปยังคนขับผ่านการแจ้งเตือนด้วยเสียงจาก buzzer ในกรณีที่เด็กขึ้นรถตู้รับส่งนักเรียนผิดคัน หรือมีจำนวนเด็กขึ้นลงรถไม่เท่ากัน และเวลาขึ้นลงรถตู้จะถูกแสดงบนแอปพลิเคชันด้วย

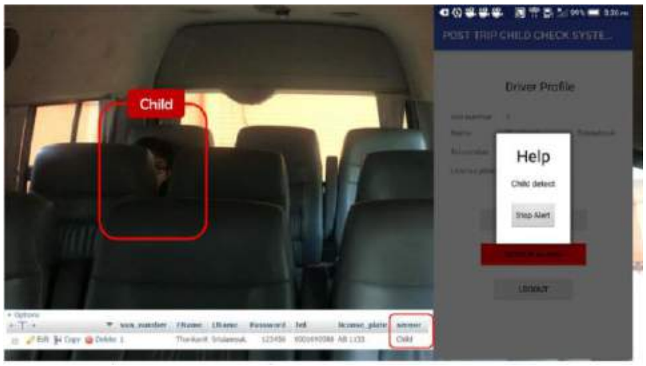
รูปที่ 4 หน้าจอของแอปพลิเคชัน (ก) หน้าจอหลัก (ข) “Driver profile” (ค) หน้าต่างแจ้งเตือน (ง) ปุ่ม “Sensor Alarm” หลังจากกดสวิตช์ (จ) “Student profile” และ (ฉ) “Tracking”



รูปที่ 5 การทำงานของระบบ RFID

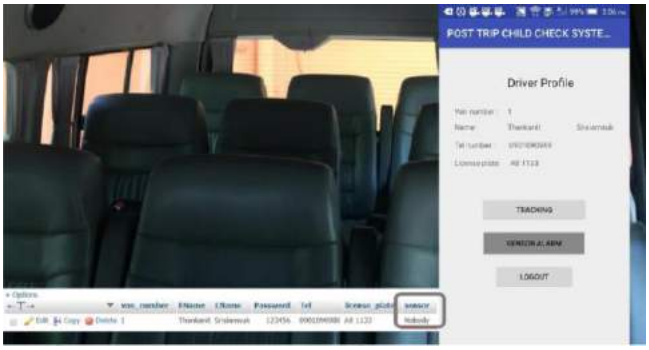
จากนั้นจึงทดสอบระบบเซนเซอร์ เมื่อเซนเซอร์ PIR ตัวใดตัวหนึ่งตรวจจับได้ว่ามีการเคลื่อนไหวภายในรถ ระบบจะทำการแจ้งเตือนด้วยเสียงดังสลับหยุดไปเรื่อยๆ ทุกๆ 0.5 วินาที เมื่อมีการกดสวิตช์ ระบบจะปิดเสียงเตือน ดังนั้น ระบบเซนเซอร์จึงมี 3 สถานะ คือ “Nobody”, “Child” และ “Switch off” จากนั้นระบบจะอัพเดทข้อมูลลงในฐานข้อมูล ซึ่งผลที่ได้จะแสดงข้อความที่เก็บลงในฐานข้อมูล คือ สถานะ “Child” จะแสดงเมื่อมีความเคลื่อนไหวภายในรถ แล้วระบบเซนเซอร์จะแจ้งเตือนด้วยเสียงที่ตัวรถและแจ้งเตือนไปยังคนขับรถผ่านแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 6 (ก) และสถานะ “Switch off” จะแสดงเมื่อมีการกดสวิตช์เพื่อปิดการแจ้งเตือนด้วยเสียง พร้อมทั้งปุ่ม “Sensor Alarm” จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 6 (ข) และเมื่อเซนเซอร์ไม่มีการตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในรถ ระบบเซนเซอร์จะแสดงสถานะ “Nobody” ในฐานข้อมูลและไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันในส่วนของ Driver Profile ซึ่งปุ่ม “Sensor Alarm” จะเป็นสีเทา ดังรูปที่ 6 (ค)

ส่วนระบบการติดตามตำแหน่งของรถตู้ด้วยโมดูล GPS จะส่งพิกัดตำแหน่งของรถตู้ตลอดเวลาเพื่อใช้ในการติดตามช่วยเหลือเมื่อมีการตรวจจับได้ว่ามีเด็กตกค้างอยู่บนรถ และยังสามารถคอยติดตามการเคลื่อนที่ของรถตู้ในระหว่างการเดินทางเพื่อดูแลความปลอดภัย และยังสามารถแสดงตำแหน่งที่เด็กขึ้น (get on) และลง (get off) จากรถตู้บนแผนที่ได้อีกด้วย แสดงดังรูปที่ 7



(ก)

(ข)



(ค)

รูปที่ 6 การทำงานของระบบเซนเซอร์และอัพเดทฐานข้อมูล (ก) ข้อความแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันเมื่อมีการตรวจจับการเคลื่อนไหว (ข) เมื่อกดสวิตช์ปิดการทำงานของ buzzer, ปุ่ม "Sensor Alarm" เป็นสีเขียว และ (ค) ระบบเซนเซอร์ไม่มีการตรวจจับการเคลื่อนไหว

รูปที่ 7 แผนที่แสดงตำแหน่งและเวลาการขึ้นลงรถของเด็กนักเรียน

4. สรุป

บทความนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้รับส่งนักเรียนและแจ้งเตือนอัตโนมัติ โดยการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบเด็กตกค้างบนรถตู้ รวมทั้งแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และระบบเสียงในการแจ้งเตือน สามารถจัดเก็บผลข้อมูลไปยังฐานข้อมูลของระบบได้อย่างอัตโนมัติ การทำงานของระบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางการควบคุมและประมวลผลในการรับค่าข้อมูลเซนเซอร์ ระบุตัวตนเด็กด้วยระบบ RFID และสามารถติดตามตำแหน่งของรถตู้ได้ด้วยโมดูล GPS

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์จากโรงเรียนแม่พระประจักษ์ โรงเรียนอัสสัมชัญลำปางและโรงเรียนอัสสัมชัญแผนกประถมที่คอยให้ความร่วมมือ สนับสนุน และเสนอแนวคิดให้ผู้จัดทำสร้างระบบนี้ขึ้นและปรับปรุงการใช้งานให้เหมาะสมกับความเป็นจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] "เด็กอนุบาลติดอยู่ในรถตู้รับส่งนักเรียน." https://news.thaipbs.or.th/content/160801. [สืบค้นข้อมูลวันที่ 9 กันยายน 2560]

[2] "ข่าวคนขับลืมในรถรับส่งนักเรียน ปี 2560." http://news.sanook.com/ 2982194/. [สืบค้นข้อมูลวันที่ 9 กันยายน 2560]

Geographic Information System (GIS) with Crowdsourcing as a Service

Techin Maneesorn — **techin.man@thammasat.net**
Oraphan Itritmeechai — **oraphan.itr@thammasat.net**
Wanida Putthividhya — **wanidap@cs.tu.ac.th**

Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University (Rangist Campus)
99 Paholyothin Rd., Klong 1, Klong Hluang, Pathum Thani, 12121. Tel. 02-986-9157

Abstract

GIS with Crowdsourcing as a Service (GCaaS) provides an easy-to-use platform for constructing Geographic Information System (GIS) made accessible via the well-known web technology, aka *web GIS*. GCaaS facilitates fast deployments of web GIS and requires no knowledge about any specific software. GCaaS supports dynamic creations of data layers based on crowdsourcing data, specific-purpose mobile applications, and data from remote sensors. GCaaS also prepares static data layers a priori. Static data layers contain basic information within areas of interest, for example, locations of hospitals, transportation information, and population density. Users can specify static and dynamic data layers for visualizing on their web GIS as desired.

Keywords: crowdsourcing, disaster management, Geographic Information Systems (GIS), social media networking.

1. Introduction

From the past up to the present time, disasters always bring loss to both lives and valuable properties. Tools that could help gather data from various kinds of sources and present the data in a meaningful way can have beneficial effects for handling disasters during the disaster period and afterwards. Geographical Information System (GIS) is a well-known tool regarding its flexibility and efficiency in both data gathering and information displaying functionalities. For gathering data, GIS acts as a reliable data repository accepting real-time data from various kinds of data sources, e.g. social media networks, remote sensors, and specific-purpose mobile applications. For displaying information, GIS is a unique tool for visualizing data with relating geographical information on maps. In GIS, related data are grouped and specifically prepared into data layers. In effect, users select the data layers of their desires to overlay on a base map resulting in new and useful information. For instance, when overlaying a data layer with locations of people asking for helps on top of another layer with road condition information, operators can desire an appropriate route to reach victims. These information support operators, policy makers, and administrators when operating duties, planning, and making decisions during disaster periods and disaster recovery time.

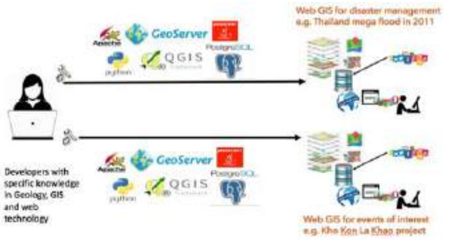
When integrated with the well-known web technology, the base map and relevant data layers within a Geographic Information System (GIS) can be readily available via web browsers. The result is known as a web-based GIS or *web GIS* in short. Web GIS makes the data and information accessible any time and every day. Web GIS could be one of the reliable tools for disaster management due to their effectiveness in being a data repository that can communicate with various kinds of data sources, their uniqueness in being a data visualization tool, and their support for planning and decision making. However, preparing data layers and constructing web GIS must be completed by specialists using a set of specific tools and software. For instance, GeoServer [1] is a set of instructions or software for serving geospatial data over the Internet. PostgreSQL [2] is an object-relational database management system with PostGIS extensions to support spatial data. Quantum GIS (QGIS) [3] is used to manage, analyze, and visualize geospatial data on map. There is quite a steep learning curve when being required to study all the aforementioned tools within a limited time.

We propose GIS with Crowdsourcing as a Service (GCaaS) to alleviate difficulties and shorten delays in deploying a web GIS. GCaaS is primarily a web application providing services for creating and maintaining a web GIS. Employing GCaaS to compose a web GIS requires no specific knowledge in Geology, Geographic Information Systems (GIS), or web application development. Besides, GCaaS is beneficial in enabling web GIS within a short time period. Consequently, concise and meaningful information can be readily accessible and utilized as desired within a short delay. Figure 1 compares constructions of web GIS using a typical manner to that using GCaaS. Being a web application itself reinforces GCaaS's ease of use and access since the service is available 24x7 via the Internet. In addition, no software installation and configuration is required.

Each web GIS created by GCaaS is so-called a *deployment*. Deployments must have coverage areas specified upon creations. Based upon the coverage areas specified, GCaaS automatically provides *static data layers* with basis utility information about the areas e.g. locations of hospitals, police stations, fire stations, transportation, populations, etc. The resulting deployments can be used for gathering data and displaying information relating to an event of interest, an ongoing disaster, effect of disaster afterwards, etc.

GCaaS also applies the idea of crowdsourcing where a lot of people together solve a specific problem. Particularly, GCaaS supports creations of *dynamic data layers* on which data are dynamically obtained from various kinds of sources, for example, social media networks, specific-purpose mobile applications, and remote sensors. The current version of GCaaS can gather help requests (locations where help is requested) and road condition data from Twitter [4] by filtering Twitter posts using pre-determined hashtags. Then, dynamic data layers with the filtered data are automatically constructed and made available for visualizing via the web. Currently, we constructed one dynamic data layer for help requests data and another for road conditions. Data on these

dynamic data layers is dynamically updated according to the Twitter source.



(a) constructing web GIS using a typical manner

(b) constructing web GIS using GCaaS

Figure 1 Web GIS constructions.

Deployments resulted from GCaaS are distinctive compared to those created by the related work [5] [6]. GCaaS's deployments consist of both static and dynamic GIS data layers that could display information of all types, i.e. Points for location information, Lines for transportation information, and Polygons for area information. In contrast to GCaaS's deployments, those resulted from the related work can mainly capture only location information which is of type Points. Like GCaaS, ESRI provides ArcGIS Platform [7] that constructing web GIS for visualizing events and disasters of interest. For each deployment, ArcGIS platform supports many base maps. It also supports filtering dynamic data from social media networks. However, ArcGIS platform does not provide static data layers with basis information based on coverage areas of deployments. Besides, data displayed on the resulting web sites cannot be updated dynamically by authoritative rescue teams or first responders. Only administrators for each deployment can update data at the back end.

The rest of this paper is organized as follows. Section 2 briefly discusses existing work relating to GCaaS. Section 3 will explain about the overall architecture and methodology implemented in our GCaaS.

2. Related Work

In this section, we briefly discussed some major existing work relating to GCaaS.

2.1 Ushahidi

Ushahidi [5] was developed to map reports of violence in Kenya after the post-election violence in 2008. It supports constructing web sites for manage incidents. Ushahidi can gather incidents and disaster-related information for visualizing on base maps via crowdsourcing (Twitter), e-mails, and SMS. Ushahidi also has functionality automatic alerts when data changes. All the deployments created by Ushahidi can capture only location information. Unlike Ushahidi, GCaaS's deployments consist of both static and dynamic GIS data layers that could display information of all types, i.e. Points for location information, Lines for transportation information, and Polygons for area information.

2.2. Oklahoma Tornadoes Underscore Importance of GIS in Disaster Recovery Efforts

This work [6] aims at estimating the importance of GIS in disaster recovery efforts by applying Geographical Information Systems (GIS) to visualize damages after Oklahoma tornado. It was found that GIS can help planning targeted recovery efforts since it supports detailed aerial and satellite imagery demonstrating situations before and after disasters. This work used ESRI provides ArcGIS Platform to create web GIS. ArcGIS Platform also allows users to explore the path of the tornado and its estimated damage radius and view shelters, relief locations and charging stations. Users can also select additional data layers for schools in the area, population density data and imagery, and can see the real-time effects of the tornado via social media posts.

3. GIS with Crowdsourcing as a Service (GCaaS)

We present how GCaaS provides services for creating and maintaining web GIS in the following. Figure 2 illustrates the overall system architecture of GCaaS. The architecture is comprised of three layers: the Interface tier, the Application tier, and the Data Storage and Management tier.

The Interface tier at top indicates that users can use GCaaS's services and access deployments via web browsers. This follows from the fact that GCaaS not only provides services to create web applications (web GIS) but also is a web application itself.

The bottom layer of the architecture is the Data Storage and Management tier. This layer contains a set of software and tools for managing databases and preparing data layers. These include PostgreSQL [2], Quantum GIS (QGIS) [3], and GeoServer [1], just to name a few. PostgreSQL [2] is an open-source object-relational database management system. PostgreSQL DBMS together with its PostGIS spatial database extender supports geographical objects. This results in allowing spatial data to be maintained inside the database and enabling location queries to be run in SQL. PostgreSQL is used to manage both GCaaS's database and that for each web GIS deployment constructed by GCaaS. Next, Quantum GIS (QGIS) [3] facilitates handling huge geospatial data sets. QGIS is used offline for preparing shapefiles (geospatial vector data format) from public utility and infrastructure data sets. GCaaS also invokes QGIS on-the-fly for preparing shapefiles based on data sets filtered from social media networks. All shapefiles are maintained in GCaaS's and deployments' databases. Finally, our GCaaS's map server contains a set of software collaborating in serving geospatial data over the Internet. Particularly, GCaaS's map server transforms shapefiles into data layers ready to be displayed on web. GeoServer [1] installed on GCaaS's map server must be invoked when transforming shapefiles corresponding to Polygons data sets.

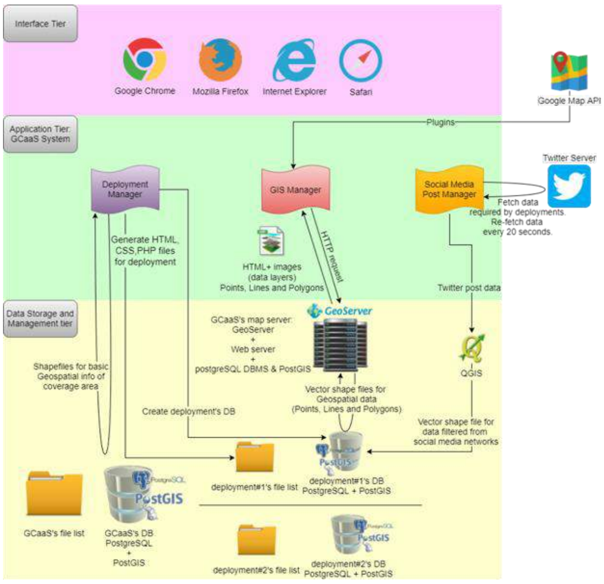


Figure 2 The overall system architecture of GCaaS.

The middle tier of the architecture is comprised of three GCaaS modules for providing *web GIS with crowdsourcing as a service*. These modules are called Deployment Manager, Social Media Post Manager, and GIS Manager. All modules were written using PHP and Python. The Deployment Manager module is responsible for creating new deployments and maintaining existing deployments (web GIS) as desired. For each deployment, the Deployment Manager module generates a PostgreSQL database together with a set of files for handling web GIS and managing the deployment's database. The database is initially filled with shapefiles corresponding to basic utility and infrastructure information within the coverage area. These shapefiles have been prepared a priori and kept inside GCaaS's database. The Social Media Post Manager module fetches data relating to disasters or events of interest from social media network servers. The current version of GCaaS supports filtering data from Twitter [4] based on pre-determined hashtags. Deployments that wish to integrate data from Twitter must specify the hashtags upon their creations. The Social Media Post Manager module invokes QGIS to create shapefiles based on those data filtered from Twitter. The resulting shapefiles are stored in deployments' databases to be used in the future. As the name suggested, the GIS Manager module is responsible for web GIS related tasks. These include creating base maps of deployments, transforming shapefiles kept inside deployments' database into data layers, and enabling those data layers to be displayed on web. The GIS Manager module relies on Google Map services [8] to create base maps of deployments. On the other hand, the GIS Manager module employs services from GCaaS's map server (shown in the bottom tier) to transform shapefiles into data layers and enable data layers to be displayed on the web. Currently, the GIS Manager module supports two types of data layers: static and dynamic data layers. Static data layers are generated from shapefiles containing basic utility and infrastructure information within the coverage area of deployments. On the other hand, dynamic data layers are generated from shapefiles with data sets filtered from Twitter. Recall that the Social Media Post Manager module maintains these shapefiles inside deployments' databases.

4. Results

This section reports GCaaS's major functions and presents corresponding results. Figure 3 and Figure 4 firstly present home page and log in page for GCaaS web application. Administrators who desire for deploying a web GIS register to use GCaaS services and log in. Afterwards, they can create their deployments and manage users of their deployments (web GIS) as desired.

Figure 3 Home Page of GCaaS.

Figure 4 Log in page of GCaaS.

When creating new deployments using GCaaS, administrators take only four simple steps shown in Figure 5 to Figure 8. In the first step (Figure 5), administrators provide names, web addresses (URLs), types, and brief descriptions of deployments. Next, administrators specify the coverage areas and sources of dynamic data layers for deployments in the second (Figure 6) and third (Figure 7) steps, respectively. Administrators, then, verify the information about creating deployments and finalize the creations in the final step (Figure 8). The completed deployments (web GIS) will be accessible via the web addresses specified in the first step. Figure 9 illustrates a web GIS created and hosted by GCaaS.

GCaaS provides administrative pages for readily managing existing deployments. Figure 10 shows an administrative page of a deployment. The administrative page allows administrators to manage users and update sources of dynamic data layers of deployments. Figure 11 presents the add new users administrative task.

GCaaS supports filtering data from Twitter based on pre-determined hashtags. The filtered data will be used to create shapefiles which will in turn be transformed into dynamic data layers for deployments. Figure 12 demonstrates specifying Twitter hashtags of deployments.

5. Conclusions

We have presented GIS with Crowdsourcing as a Service (GCaaS) to alleviate difficulties and shorten delays in deploying a web GIS. Employing GCaaS to compose a web GIS requires no specific knowledge. The resulting web GIS is easy to access and could be used as a reliable data repository accepting real-time data from various kinds of data sources. In addition, the resulting web GIS could be a unique tool for visualizing data with relating geographical information on maps.

Figure 5 Deployment creations (Step 1): specify deployment information.

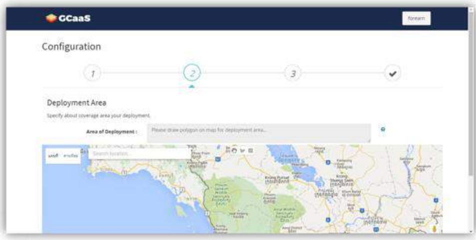


Figure 6 Deployment creations (Step 2): specify coverage area.

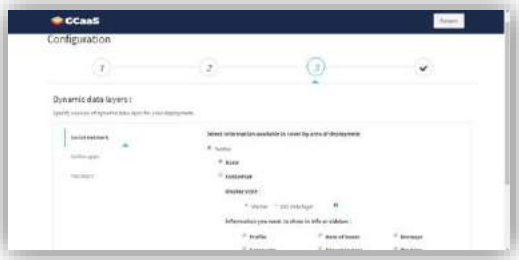


Figure 7 Deployment creations (Step 3): specify sources of dynamic data layers.

Figure 8 Deployment creations (final step).

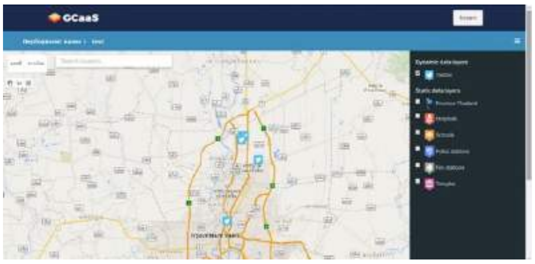


Figure 9 Deployment created and hosted by GCaaS.

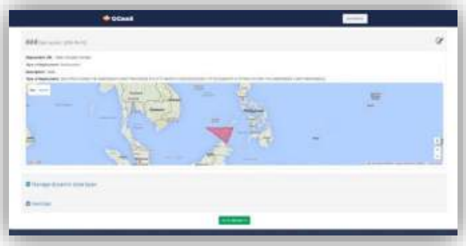


Figure 10 Administrative pages for managing existing deployments.

Figure 11 Administrative page: add new users.

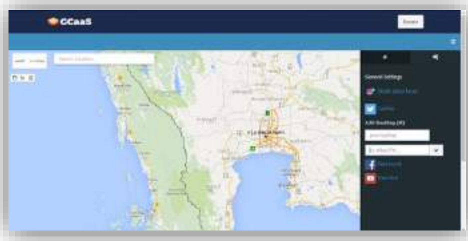


Figure 12 Specifying Twitter hashtags of deployments.

References:

[1] Open Source Geospatial Foundation, "GeoServer," 2014. [Online]. Available: http://geoserver.org/. [Accessed January 2018].

[2] The PostgreSQL Global Development Group, "PostgreSQL," 1996. [Online]. Available: https://www.postgresql.org/.

[3] QGIS Team, "QGIS," [Online]. Available: https://qgis.org/en/site/. [Accessed January 2018].

[4] Twitter Team, "Twitter," [Online]. Available: https://twitter.com/. [Accessed January 2018].

[5] Ushahidi Team, "Ushahidi," 2008. [Online]. Available: https://www.ushahidi.com. [Accessed January 2018].

[6] K. Holland, N. Davidson and P. Lara, "GIS IN EMERGENCY MANAGEMENT: THE USE OF GIS ON MAY 20, 2013 IN OKLAHOMA TORNADO," University of Oklahoma, 2014.

[7] ESRI, "ArcGIS," ESRI, [Online]. Available: http://www.esri.com/arcgis/. [Accessed January 2018].

[8] Google Team, "Google Maps API," [Online]. Available: https://developers.google.com/maps/web-services/overview.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบสร้างชุด Lower Limb Exoskeleton เพื่อช่วยเดินโดยใช้การควบคุมแบบ PID และกลไกแบบ Four Bar Linkages

The Design of a Lower Limb Exoskeleton Suit for Walking Assistance Using PID Controller and Mechanism of Four Bar Linkages

โอบนิธิ กรัณฑรัตน, ยุทธนา คิดใจเดียว

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์: 02-329-8344 Email: o.karantarat@gmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบชุด Lower Limb Exoskeleton สำหรับช่วยออกแรงทดแทนส่วนที่ร่างกายไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ เช่น ผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดิน ในการออกแบบชุด Exoskeleton จะใช้ PID controller มาควบคุมมอเตอร์กระแสตรง และกลไกแบบ Four Bar Linkages เพื่อเพิ่มเสถียรภาพในช่วง Stance phase และนอกจากนี้กลไกที่ออกแบบยังลดจำนวนมอเตอร์ที่ต้องใช้ลง ทำให้สามารถลดต้นทุนในการสร้างชุด Exoskeleton ได้อีกด้วย หลังจากที่ได้ออกแบบและจำลองผลแล้ว จึงนำแบบจำลองไปประยุกต์สร้างเป็นชุด Exoskeleton ของจริง ซึ่งสามารถควบคุมการเดินได้ตามที่ออกแบบไว้

คำสำคัญ ชุดช่วยเดิน, กลไกชิ้นต่อโยงสี่ชิ้น, การควบคุมแบบพีไอดี

Abstract

In this study, the Lower Limb Exoskeleton was designed to support non-moving body parts such as patients with walking problems. The Exoskeleton design uses PID controller to control a DC motor and mechanism of Four Bar Linkages to increase stability during the stance phase. In addition, the designed mechanism reduces the number of motors required. The cost of creating the Exoskeleton can also be reduced. This model is applied to create a real Exoskeleton, which can control gait as designed.

Keyword: Lower Limb Exoskeleton, Four bar linkages, PID control

1. บทนำ

ชุด Exoskeleton เป็นชุดที่ช่วยในการเคลื่อนไหวและช่วยในการออกแรงส่วนต่างๆของร่างกาย สำหรับชุด Exoskeleton ในงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่ทางการแพทย์ ซึ่งใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดินจากโรคต่างๆทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เช่น โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง, โรคโปลิโอ และโรคอัมพาตครึ่งซีก เป็นต้น จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการฟื้นฟู บำบัด หรือช่วยออกแรงทดแทนส่วนที่ร่างกายไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งชุด Exoskeleton เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยเหล่านี้

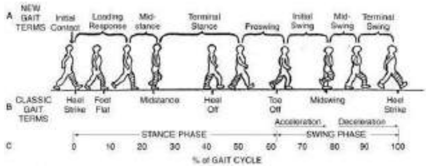
งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาชุด Exoskeleton ในส่วนล่าง หรือ Lower Limb Exoskeleton ที่มีชื่อว่า Electro Armor 6 ใช้ในการผ่อนแรงในการเดิน แบบต้นทุนต่ำ แต่สามารถใช้งานได้ โดยประยุกต์ใช้หลักการของ Four Bar linkages เพื่อลดจำนวนของมอเตอร์ลง โดยสามารถลดจำนวนมอเตอร์ลงได้ข้างละ 1 ตัวในส่วนของเข่า ซึ่งกลไกที่ออกแบบนี้ ยังเพิ่มเสถียรภาพในช่วง Stance phase อีกด้วย และใช้การควบคุมแบบ PID เพื่อให้ชุดเคลื่อนไหวได้อย่างนุ่มนวล ไม่กระตุก

รูปที่ 1 ชุด Exoskeleton ต้นแบบ: Electro Armor 6

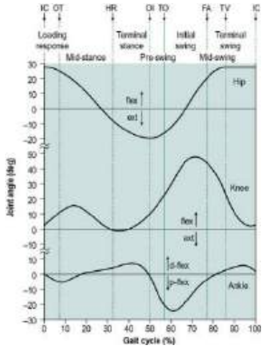
2. ทฤษฎี และการออกแบบ

2.1 การเดินของมนุษย์

การเดินของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง นั่นคือ ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น (Stance phase) คิดเป็นร้อยละ 60 ของ 1 รอบการเดิน และช่วงที่แกว่งเท้า (Swing phase) คิดเป็นร้อยละ 40 ของ 1 รอบการเดิน ดังรูปที่ 2 [1] ส่วนมุมในการเดินจะอ้างอิงจาก [2] ในรูปที่ 3



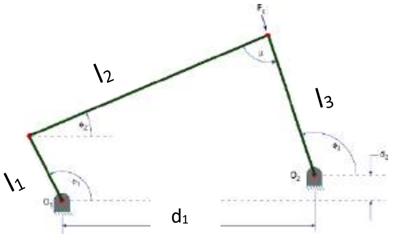
รูปที่ 2 Gait Analysis [1]



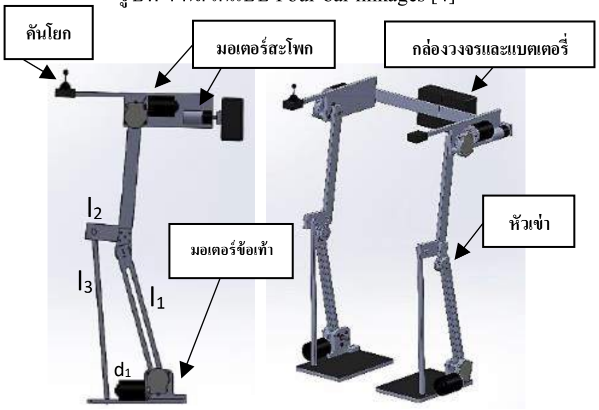
รูปที่ 3 องศาการเคลื่อนที่ของสะโพก, เข่า และข้อเท้า [2] มุมอิงจากขาที่แรงเงาในรูปที่ 2

2.2 Four Bar Linkages

กลไกแบบ Four Bar Linkages ใช้การส่งกำลังของคาน โดยจะมีคานส่งกำลัง l_2 , d_1 เป็น Frame, l_1 คือ ตัวขับ และ l_3 คือตัวถูกขับ ดังรูปที่ 4 เมื่อตัวขับเชิงมุม l_1 หมุน จะทำให้คาน l_2 ขยับด้วยเราจะสามารถนำกลไกแบบ Four Bar linkages ไปออกแบบให้สามารถลดจำนวนมอเตอร์ที่ใช้ในการเดินได้ โดยนำไปใช้บริเวณข้อเท้ากับหัวเข่า เพราะในเวลาเดิน มุมองศาการเคลื่อนที่ของข้อเท้าและหัวเข่าจะมีความสัมพันธ์กัน โดยให้ l_1 เป็นส่วนน่อง, d_1 เป็นส่วนเท้า, O_1 เป็นส่วนข้อเท้า และสร้างส่วนที่ตั้งฉากกับ l_2 เป็นส่วนต้นขา ดังรูปที่ 5 ในงานวิจัยนี้จะใช้มุมองศาในการเดินจากเอกสารอ้างอิง [3] และออกแบบให้มอเตอร์ขับจะอยู่ตรงข้อเท้าเพื่อให้น้ำหนักถูกกระจายลงบนฝ่าเท้า การออกแบบลักษณะนี้จะทำให้ CG(Center of Gravity) ของชุดที่วางมอเตอร์บริเวณข้อเท้าจะอยู่ต่ำลงมากกว่า CG ของชุดที่วางมอเตอร์ไว้ที่บริเวณหัวเข่า ทำให้สามารถเพิ่มเสถียรภาพในช่วง Stance Phase ได้

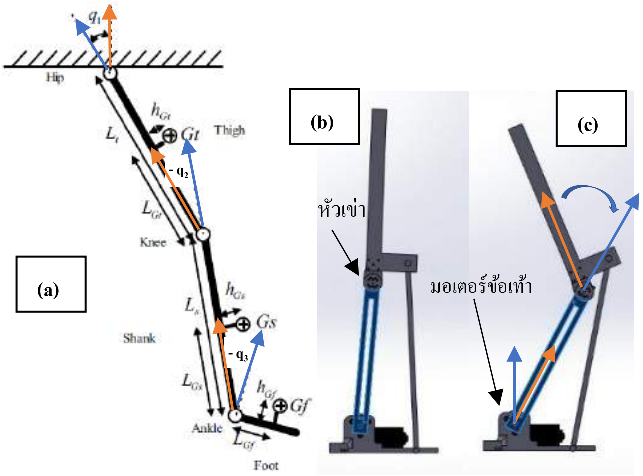


รูปที่ 4 กลไกแบบ Four-bar linkages [4]



รูปที่ 5 การออกแบบส่วนกลไก Four Bar linkages ของชุด Exoskeleton

ในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงสรีระร่างกายของมนุษย์ด้วย จึงออกแบบให้มุมองศาที่จะกวาดได้มีองศาจำกัด ดังตารางที่ 1 เพื่อไม่ให้มีการบาดเจ็บจากการที่ชุด Exoskeleton ขยับเกินกว่าองศาที่ร่างกายมนุษย์ขยับได้ แต่ยังทำให้ชุด Exoskeleton สามารถเคลื่อนไหวองศาได้ครอบคลุมช่วงการเดิน มุมอ้างอิงจะเป็นช่วงที่ยืนตรง เท้าจะขนานกับพื้น ส่วนแข้งและต้นขาจะตั้งฉากกับพื้น ความยาวของชิ้นส่วนของต้นขา และความยาวของแข้งคำนวณจากการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (anthropometry) จาก [4]



รูปที่ 6 (a) มุมอ้างอิงของขามนุษย์ [5] ให้การกวาดชิ้นส่วนในทิศทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก จะได้มุมสะโพก(q_1), เข่า($-q_2$), ข้อเท้า($-q_3$), L_t คือความยาว

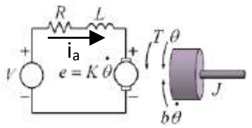
ของต้นขา (Thigh), L_s คือความยาวของแข้ง (Shank), แกนอ้างอิงคือ ลูกศรสีส้ม และแกนการแกว่งคือ ลูกศรสีน้ำเงิน และ (b) $-q_2$ = -3 องศา, $-q_3$ = 5 องศา และ (c) $-q_2$ = -50 องศา, $-q_3$ = 30 องศา

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบช่วงมุมองศา (degree) สูงสุดและต่ำสุดใน 1 รอบการเดินของข้อต่อส่วนต่างๆ ระหว่างมนุษย์กับชุด Exoskeleton ที่ออกแบบ

	Minimum angle		Maximum angle	
	มนุษย์	Exoskeleton	มนุษย์	Exoskeleton
สะโพก (q_1)	-20	-15	30	30
เข่า (q_2)	-2	3	50	50
ข้อเท้า (q_3)	-25	-10	10	10

2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์กระแสตรง

วงจรของมอเตอร์กระแสตรงและโหลดทางกลจะเป็นดังรูปที่ 7 ซึ่งสมการอนุพันธ์ที่บรรยายพลวัตของส่วนทางกล ให้การเคลื่อนที่ของกลไกเป็นอุดมคติ อธิบายได้โดยสมการที่ (1) และสมการความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า ดังสมการที่ (2)



รูปที่ 7 มอเตอร์กระแสตรงที่ต่อกับโหลดทางกล [6]

$$J\ddot{\theta} + b\dot{\theta} = \tau = k_t i_a \quad (1)$$

$$L\dot{i_a} + Ri_a = V - k_e\dot{\theta} \quad ; k_e = k_t = k \quad (2)$$

ทำการแปลงลาปลาซ แล้วจัดรูปสมการ จะได้

$$\frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{k}{s((Js+b)(Ls+R)+k^2)} \quad (3)$$

แบบจำลองของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเป็นดังสมการที่ (3) เลือกใช้ DC Wiper Motor 12V เป็นตัวขับ ค่าพารามิเตอร์ที่เป็นคุณสมบัติของ Wiper Motor โดยอ้างอิงจาก [7] แทนค่า $L = 9.6\times10^{-10}$ H, R = 0.6 Ω, J = 0.004 kgm^2, b = 0.0185 Nm/(rad/s) และ k = 0.065 V/rpm ลงใน (3) จะได้ฟังก์ชั่นถ่ายโอนของมอเตอร์กระแสตรง คือ

$$\frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{1}{(5.9077\times10^{-11})s^3+(0.0369)s^2+0.235s} \quad (4)$$

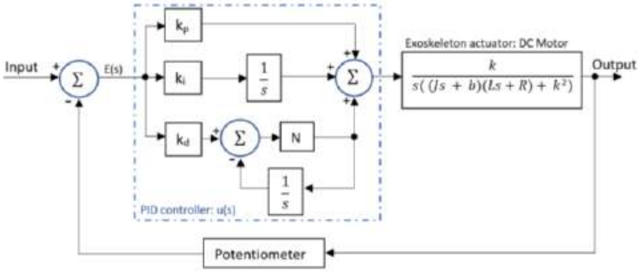
2.4 PID Controller

การควบคุมแบบ PID เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่จะนำค่าผิดพลาด E(s) จากผลต่างของมุมที่ต้องการกับมุมที่ป้อนกลับจากระบบมาที่อินพุต มาผ่านฟังก์ชั่น P, ฟังก์ชั่นปริพันธ์ I และฟังก์ชั่นอนุพันธ์ D แล้วนำสัญญาณทั้งหมดมารวมกันเพื่อส่งออกไปควบคุมอุปกรณ์ แต่เนื่องจากฟังก์ชั่นอนุพันธ์มีความไวต่อสัญญาณรบกวนมาก เราจึงต้องใส่ Filter ไปเพื่อขจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งเราสามารถกำหนดอัตราการขจัดสัญญาณรบกวนโดยปรับค่า Filter coefficients (N) และสามารถปรับความเร็วในการเข้าสู่เป้าหมายได้โดยการปรับค่า K_p, K_i, K_d ในการออกแบบการควบคุม PID จะใช้สมการที่ (5) และ (6) ดังนี้

$$E(s) = setpoint - feedback \quad (5)$$

$$u(s) = E(s)\left(K_p + K_i\frac{1}{s} + K_d\frac{N}{1+N\frac{1}{s}}\right) \quad (6)$$

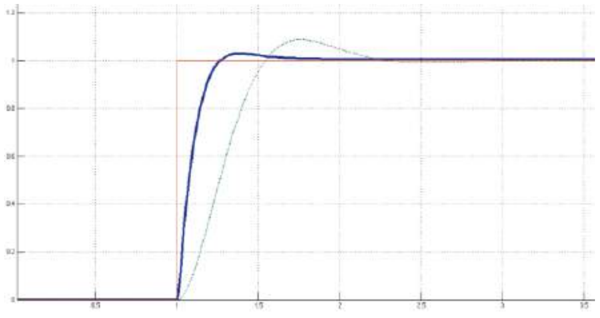
ในการสร้างชุด Exoskeleton จะนำแบบจำลองของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การควบคุมแบบ PID ของชุด Exoskeleton

3. ผลการทดลอง

นำสมการที่ (4) มาทดลองการควบคุม PID ในรูปที่ 8 โดยใช้โปรแกรม Simulink ใน MATLAB ได้ผลดังรูปที่ 9

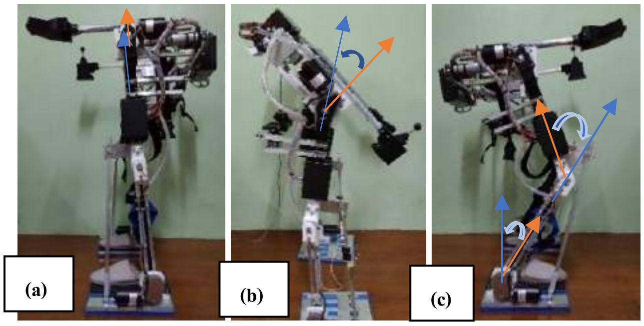


รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างผลการตอบสนองของแบบจาลองมอเตอร์กระแสตรงที่ไม่ใส่ส่วนควบคุม PID (เส้นประสีเขียว) และกราฟผลการ

ตอบสนองของแบบจาลองมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้การควบคุม PID (เส้นสีน้ำเงิน) โดยกราฟเส้นสีแดง คือ อินพุต

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การควบคุมแบบ PID สามารถตอบสนองได้เร็วกว่าและเกิด Overshoot น้อยกว่า การลดการเกิดโอเวอร์ชู้ต ก็เพื่อทำให้เมื่อนำไปใช้ในชุด Exoskeleton ไม่เกิดการกระตุกในการทำงานช่วง Swing phase จากการทดลองปรับจูนค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม MATLAB สรุปได้ว่าใช้ค่า $K_p = 2.88$, $K_i = 0.255$ และ $K_d = 0.32$ และค่า Filter coefficients (N) = 106.84

จากนั้นจึงนำหลักการทั้งหมดที่กล่าวมาก่อนหน้า มาประยุกต์สร้างชุด Exoskeleton โดยมีส่วนประกอบต่างๆ คือ 1. Potentiometer ใช้ในการวัดมุมองศาการหมุนของมอเตอร์แต่ละตัว 2. Gyroscope MPU6050 จะทำหน้าที่วัด Zero Moment Point ของชุด Exoskeleton ตรวจจับว่าชุดมีการเอียงจนเสียสมดุลหรือไม่ ในช่วง Terminal Stance phase ถ้าชุดเริ่มมีการโน้มไปข้างหน้ามากเกินองศาที่กำหนดไว้ ก็จะให้มอเตอร์ในส่วนข้อเท้าและส่วนสะโพกหมุนกลับไปในทางที่กลับมาสมดุลอีกครั้ง 3. ไมโครคอนเลอร์ Arduino Mega 2560 ใช้ในการประมวลผล และ 4. DC Wiper Motor ขนาด 12V 55rpm 4 ตัว และ DC gear motor จำนวน 2 ตัวในส่วนสะโพก และ 5. ใช้บอร์ดขับมอเตอร์กระแสตรง เบอร์ MD13S



รูปที่ 10 ชุด Exoskeleton ขยับสะโพก (q_1), เข่า (q_2) และข้อเท้า (q_3) ตามที่ได้กำหนดค่าไว้ (a) $q_1 = 0$ องศา, $q_2 = 3$ องศา และ $q_3 = -5$ องศา, (b) $q_1 = -30$ องศา, (c) $q_2 = 50$ องศา และ $q_3 = -30$ องศา

ในการควบคุมการทำงานของชุด Exoskeleton จะมีอยู่ 2 วิธี นั่นคือ 1. ควบคุมด้วยสวิตซ์ (ในสภาวะที่ผู้ป่วยเดินไม่ได้ แต่ผู้ป่วยสามารถใช้แขนได้) เมื่อทำการกดสวิตซ์ก็จะทำให้ชุด Exoskeleton เริ่มเดินตามท่าทางที่ได้โปรแกรมเอาไว้ 2. ควบคุมโดยการใช้ Force sensor ที่บริเวณฝ่าเท้า (ในกรณีที่ผู้ใช้งานเป็นผู้ที่ไม่สามารถใช้กล้ามเนื้อได้เต็มที่ หรือในกรณีของการกายภาพบำบัด) ในช่วงที่เริ่มจะก้าวขา เช่น ขาขวา น้ำหนักตัวจะถูกทิ้งไปที่เท้าข้างซ้าย เมื่อตรวจจับแรงกดที่บริเวณ Force Sensor ได้ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งการให้ก้าวขาขวา และเป็นอย่างนี้เช่นเดียวกับการทิ้งน้ำหนักที่เท้าข้างขวา แล้วก้าวขาข้างซ้าย

4. สรุป

ชุด Electro Armor 6 ที่นำเสนอในบทความนี้ เป็นชุด Exoskeleton ที่นำกลไกแบบ Four-bar linkages เข้ามาใช้เพื่อลดจำนวนมอเตอร์ที่ใช้ในการเดินและเพิ่มเสถียรภาพในช่วง Stance phase และใช้ PID controller เพื่อมาควบคุมมุมองศาของมอเตอร์แต่ละตัว จากผลการทดลอง Simulate ได้ค่า $K_p = 2.88$, $K_i = 0.255$ และ $K_d = 0.32$ และค่า Filter coefficients (N) = 106.84 เพื่อลดการเกิดโอเวอร์ชู้ต ทำให้เมื่อนำไปใช้ในชุด Exoskeleton จะไม่เกิดการกระตุกในการทำงานช่วง Swing phase น้ำหนักโดยรวมของชุดเท่ากับ 17 กิโลกรัม ชุดนี้เหมาะสำหรับคนที่สูงในช่วง 165-170 cm สำหรับในการพัฒนาต่อในอนาคต จะมีการปรับปรุงวิธีการควบคุม เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถนำไปใช้งานได้ง่ายขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Gait. (2018). Retrieved from https://www.physio-pedia.com/Gait/

[2] Normal gait. (2018). Retrieved from https://musculoskeletalkey.com/normal-gait/

[3] Four bar linkages. (2018). Retrieved from http://www.writeopinions.com/four-bar-linkage

[4] anthropometry. (2018). Retrieved from https://www.slideshare.net/vimal333/anthropometry-15401067

[5] Zhiyong Yang, Lihua Gui, Xiuxia Yang, Wenjin Gu, Yuanshan Zhang, "Simulation Research of Exoskeleton Suit Based on Sensitivity Amplification Control", Proceedings of the IEEE International Conference on Automatic and Logistics, Jinan, China, pp.1353-1357, Aug. 18-21, 2007

[6] DC Motor Control Design. (2018). Retrieved from https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=applications%2FDCMotor

[7] M. Dooner, J. Wang and A. Mouzakitis, "Dynamic modelling and experimental validation of an automotive windshield wiper system for hardware in the loop simulation", Systems Science & Control Engineering: An Open Access Journal, Vol. 3, 230–239, 2015

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การวัดสัญญาณเรโซแนนซ์แม่เหล็กในนิวเคลียสความละเอียดสูงโดยใช้ตัวปล่อยแสงเชิงควอนตัมในของแข็ง

Sensitive nuclear magnetic resonance detection with solid state quantum emitters

ปรีติ โอวาทชัยพงศ์ [1]

[1]ภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

99 หมู่ 18 ถ.พหลโยธิน ต. คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2564-3001 ext.3067 E-mail: opreeti@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

เทคนิคการวัดเรโซแนนซ์แม่เหล็กในนิวเคลียสมีการใช้อย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์ธาตุ โมเลกุล รวมไปถึงการถ่ายภาพส่องผ่านเพื่อใช้ในการแพทย์ บทความนี้จะศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจจับสัญญาณเรโซแนนซ์แม่เหล็กโดยใช้ตัวปล่อยแสงเชิงควอนตัมในเพชรชื่อว่า nitrogen-vacancy center โดยการวิเคราะห์นี้ ใช้เทคนิคทางควอนตัมสัญญาณเรโซแนนซ์ไว้ในเฟส ของคิวบิต แล้วใช้ โมเดลชโรดิงเจอร์เพื่อจำลองการเปลี่ยนไปของเฟสในระบบอิเล็กตรอนภายใต้สนามแม่เหล็กจากนิวเคลียส หลังจากนั้นจะใช้ผลที่ได้มาจำลองสัญญาณเรโซแนนซ์แม่เหล็กที่คาดว่าจะวัดได้และกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้จริง

คำสำคัญ: เซนเซอร์, เรโซแนนซ์แม่เหล็กในนิวเคลียส, เซนเซอร์เชิงควอนตัม, การวัดความละเอียดสูง, ไนโตรเจน-เวแคนซี เซ็นเตอร์, เพชร

Abstract

Nuclear magnetic resonance is a widely used measurement technique for identifying atoms and molecules as well as imaging in medical applications. This article will explore a possible highly sensitive nuclear magnetic resonance detection technique using quantum emitters in diamond, nitrogen-vacancy center. The phase accumulation of the electron spin under the influence of the nuclear spin's oscillating field is analyzed with time-dependent Schrodinger equation modelling. The magnetic resonance signature is then simulated. Furthermore, the possible measurement protocol and applications will be discussed.

Keywords: sensors, nuclear magnetic resonance, quantum sensor, high precision sensing, nitrogen-vacancy center, diamond

1. บทนำ

การวัดด้วยเทคนิค Nuclear magnetic resonance spectroscopy หรือ NMR เป็นเทคนิคที่ใช้อาศัยปรากฏการทางควอนตัมอย่างหนึ่งเรียกว่า Larmor precession หรือการหมุนของ สปินเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก ธาตุisotope ต่างๆกันก็จะมีคุณสมบัติเฉพาะที่เรียกว่า magnetic moment แตกต่างกันไปซึ่งทำความเร็วในการหมุนของสปินในนิลเคลียสแตกต่างกันออกไปด้วยเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กค่าหนึ่ง ความถี่เชิงมุมในการหมุนนี้จึงเป็นลักษณะเฉพาะของธาตุ isotope ต่างๆซึ่งเราสามารถนำเทคนิคนี้มาตรวจวัดยืนยันองค์ประกอบของสาร หรือ โมเลกุลที่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งเทคนิคนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายมากในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งด้านเคมี และชีววิทยา ขณะเดียวกันในด้านการแพทย์ก็มีการใช้เทคนิคที่คล้ายคลึงกันกับ NMR เรียกว่า magnetic resonance imaging หรือ MRI ซึ่งก็คือการวัด NMR ที่ต่างๆแล้วนำมาทำเป็นแผนภาพสามมิติของอวัยวะมนุษย์ที่ต้องการศึกษา เนื่องจากเทคนิค MRI นี้ ใช่เพียงสนามแม่เหล็ก การศึกษาจึงไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ไม่เหมือนกับการถ่ายภาพ x-ray ที่มีความอันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี

แต่เนื่องจากสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากนิวเคลียสมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการวัดที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันจึงต้องใช้ ขดลวดแม่เหล็กขนาดใหญ่ และแม่เหล็กตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด มาใช้ในการวัด รวมไปถึงต้องการจำนวนนิวเคลียสเป็นจำนวนมาก และต้องใช้เวลาวัดเฉลี่ยสัญญาณเป็นเวลานานเพื่อหักล้างสัญญาณรบกวนออก จึงจะสามารถวัดสัญญาณจากนิวเคลียสเหล่านั้นได้ ทำให้การวัดด้วยเทคนิคนี้ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน สิ้นเปลืองทั้งพื้นที่และพลังงานมาก

ในไม่กี่ปีหลังนี้ ด้วยการพัฒนาด้านความสามารถในการควบคุมระบบควอนตัมเดี่ยว (single quantum system) เปิดโอกาสให้อาจมีการนำระบบควอนตัมเดี่ยวมาใช้เป็นตัวกลางในการวัดสัญญาณให้มีความละเอียดสูงมากขึ้น เมื่อเทียบกับการวัดแบบเดิม ที่อาศัยขดลวดแม่เหล็กในการรับสัญญาณ โดยที่บทความนี้จะเจาะจงไปที่ระบบควอนตัมที่เรียกว่า Nitrogen-vacancy center หรือ NV center ในเพชร [1] ซึ่งเป็นตำหนิชนิดหนึ่งในผลึกของเพชรซึ่งประกอบไปด้วยคาร์บอนตามปกติ แต่ตำหนินี้จะเกิดขึ้นเมื่อ มีสารเจือปน ไนโตรเจนอยู่ในผลึก

และจับกับช่องว่าง ไปแทนที่อะตอมคาร์บอน หนึ่งคู่ ตามรูปที่ 1a ซึ่งระบบนี้มีอิเล็กตรอน 6 ตัว และสามารถจำลองได้ ด้วยระบบอิเล็กตรอนสปิน 1 หรือ S=1 โดย NV center นี้สามารถควบคุมได้ ด้วยแสงเลเซอร์ความยาวคลื่นย่านที่ตามองเห็น [2] และยังสามารถควบคุม spin state ได้ด้วยสนามไมโครเวฟอีกด้วย และที่สำคัญที่สุด ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนใน NV center เปลี่ยนไปตามสนามแม่เหล็ก[3] ของสิ่งแวดล้อม จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำ NV center มาใช้วัดคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจาก สปินของนิวเคลียสได้ [4]

บทความนี้จะศึกษาความเป็นไปได้ของการตรวจวัดสัญญาณ NMR โดยการจำลองสัญญาณ โดยที่จะอาศัยเทคนิคทางควอนตัมเปลี่ยนสปินของ NV center เพื่อใช้หักล้างสัญญาณรบกวน และจะนำสัญญาณนั้นมาวิเคราะห์เมื่อตัวสปินของ NV center อยู่ภายใต้อิทธิพลของสปินจากนิวเคลียส

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การสร้างแบบจำลองของสปิน

เนื่องจาก NV center เป็นระบบ สปิน 1 เราจึงสามารถจำลอง two-level system ที่มีระดับพลังงานดังรูป 1b ซึ่ง NV center ระดับพลังงานนี้เปลี่ยนแปลงไปตามสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก โดยที่พลังงานของระบบสปินนี้สามารถจำลองได้ด้วยสมการ Hamiltonian ในสนามแม่เหล็กตามสมการ Hamiltonian

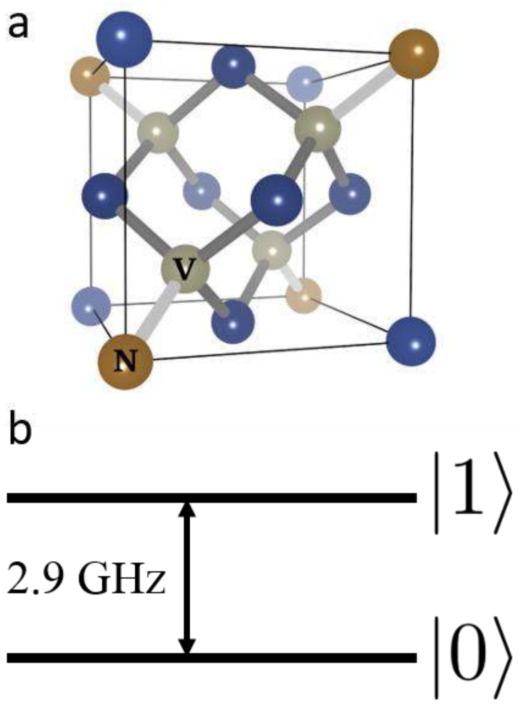
$$H = D_0 S_z^2 + g\mu_B \boldsymbol{S}\cdot\boldsymbol{B} \quad (1)$$

โดย S คือ Pauli spin matrix และ g, μB คือค่าคงที่ทางแม่เหล็กของสปิน โดยที่สมการนี้สามารถแก้หาพลังงานของระบบได้ (รูป 1b) ตามสมการ $E = D_0 + g\mu_B B_z$ จากสมการเราจึงสังเกตได้ว่า ระดับพลังงานขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสนามแม่เหล็กในแนวแกน z หรือแกนสมมาตรของ NV center ในเบื้องต้นการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานนี้ สามารถวัดได้จากความถี่ของคลื่นไมโครเวฟที่กระตุ้นเรโซแนนซ์กับความต่างของระดับพลังงาน |0> และ |1> ซึ่งสามารถนำมาใช้วัดสนามแม่เหล็กได้ แต่เนื่องจากสนามแม่เหล็กจากนิลเคลียสมีขนาดเล็กมาก เราจึงต้องใช้เทคนิคทางควอนตัมเรียกว่า dynamical decoupling เพื่อให้มีความเสถียรจากสัญญาณรบกวน [5]

2.2 การใช้เทคนิค dynamical decoupling

เนื่องจาก NV center สามารถถูกควบคุม จากแสงเลเซอร์และไมโครเวฟ เราสามารถควบคุมสปินของNV center ให้บันทึกสัญญาณลงไปในเฟสของตัวสปินได้ ซึ่งเราสามารถจำลองไดนามิกของสปินได้จากการ พิจารณาเฟสของ superposition state ใน Bloch sphere โดยที่เฟสที่เปลี่ยนแปลงใน superposition state นี้จะสามารถถูกวัดได้จากความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอนในระดับ |0> ในขั้นท้ายที่สุด

กระบวนการวัดเฟสถูกแสดงในรูปที่ 2 โดยเริ่มด้วยการนำสปินไปอยู่ที่ ระดับ |0> โดยใช้แสงเลเซอร์สีเขียว (ขั้นที่ 1) จากการนั้นควบคุมสปินให้อยู่ใน superposition ระหว่าง |0> และ |1> (ขั้นที่ 2) โดยใช้สนามที่ ground state ไมโครเวฟ ที่มีความถี่เรโซแนนซ์กับระดับ

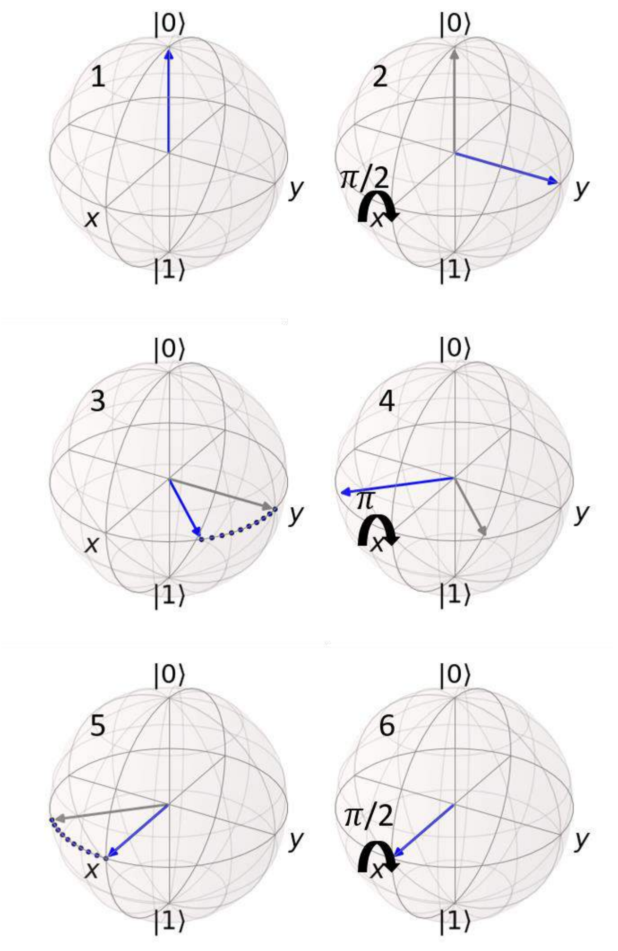


รูปที่ 1 a) โครงสร้างของตำหนิ NV center ในผลึกของเพชรโดยที่แผนภาพแสดง อะตอมคาร์บอน (น้ำเงิน), ไนโตรเจน (เหลือง) และช่องว่าง (เทา) b) ระดับพลังงานจำลองของ คิวบิต NV center

พลังงาน เป็นระยะเวลา หนึ่งในสี่ของคาบการสั่น Rabi Oscillations หรือเรียกว่า π/2-pulse จากนั้น ปล่อยให้สปินบันทึกเฟสที่มาจากสนามภายนอก (ขั้นตอนที่ 3) ต่อไปใช้ π-pulse ซึ่งมีความยาวครึ่งหนึ่งของการสั่น Rabi Oscillations (ขั้นที่ 4) และปล่อยให้สปินหมุนไปอีกข้างเป็นเวลาเท่ากับขั้นที่ 3 และบันทึกเฟสที่มีค่าลบ (ขั้นที่ 5) ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ noise ที่มีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าความเร็วของการ ควบคุม pulse ถูกหักล้างกันไป จึงทำให้มีการวัดสัญญาณได้แม่นยำมากขึ้น หลังจากนั้นจึงใช้ π/2-pulse อีกครั้งเพื่อแปลงปริมาณเฟสไปเป็นความน่าจะเป็นของอิเล็กตรอนที่จะอยู่ในระดับ |0> โดยที่ดังรูป แสดงการเก็บเฟสของสปิน

เป็นปริมาณ 90 องศา ทำให้หลังจากขั้นตอนที่ 6 จะสามารถวัดความน่าจะเป็นที่อิเล็กครอนจะอยู่ในระดับ |0> ได้เป็น 50% ซึ่งตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณเฟสที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำให้ความน่าจะเป็นของที่อยู่อิเล็กตรอนอยู่ในระดับ

ต่อมาพิจารณาสนามแม่เหล็กจากนิวเคลียสซึ่งสามารถจำลองได้ด้วยคลื่น sine ซึ่งมีความถี่เท่ากับ Larmor frequency โดยที่เราสามารถนิยาม คาบของการสั่นนั้น เป็น $T=1/f_L$

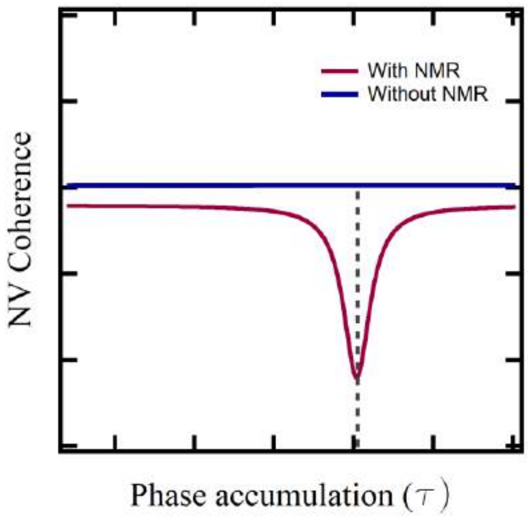


รูปที่ 2 แผนภาพจำลอง Bloch sphere แสดงสถานะทางควอนตัวของสปิน ลูกศรสีน้ำเงินคือสถานะปัจจุบันของแต่ละขั้น ส่วนลูกสอนสีเทาคือสถานะของสปินขั้นตอนก่อนหน้า

ดังนั้นการเปลี่ยนเวลาบันทึก phase t จะทำให้สัญญาณเฟสรวมกันแบบเสริม หรือหักล้างกันได้ เช่น ถ้า t <T/4 สัญญาณของนิวเคลียสถูกหักล้างกันหมด แต่หาก t =T/2 จะทำให้ช่วงบันทึกเฟสช่วงแรก (ขั้นที่ 3) และ ช่วงหลัง (ขั้นที่ 5) มีทิศทาง กลับกันตามรูปที่ 2 และทำให้สัญญาณเฟสในสปินของอิเล็กตรอนรวมกันแบบเสริมกัน

2.3 การจำลองสัญญาณ

หากพิจารณากรณีที่ไม่มีอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก เฟสที่เก็บได้จึงหักล้างกันหมดดังนั้นเราจึงสามารถพิจารณาสปินของอิเล็กตรอนอยู่ในกรอบอ้างอิงเสมือนที่เหมือนว่าเฟสไม่เปลี่ยนแปลงในการหมุนที่ปราศจากสนามภายนอก หรือ rotating frame ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเฟสเลยในแบบจำลองนี้ถ้าไม่มีสนามไฟฟ้า เพราะฉะนั้นหลังจากกระบวนการ dynamical decoupling แล้วจะทำให้ ความน่าจะเป็นที่อิเล็กตรอนอยู่ที่ระดับ |0> เป็น 1 เช่นเดิมไม่ว่า t จะยาวแค่ไหนก็ตาม แต่เมื่อพิจาณาสนามแม่เหล็กที่เป็น sine wave แต่เมื่อ t=T/2 แต่ถ้าหากเวลา t เป็นค่าอื่นจะทำให้เฟสหักล้างกันโดยเฉลี่ยเนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากนิวเคลียสหลายๆตัว เพราะเฟสของสนามจากแต่ละนิวเคลียสจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย หรือเป็นแบบสุ่ม ดังนั้นเราจึงสามารถจำลองสัญญาณเรโซแนนซ์ ได้ด้วย Fourier analysis ของฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงของสปิน ซึ่งคือฟังก์ชัน Lorentzian ที่ t=T/2 ดังนั้นสัญญาณที่จำลองออกมาได้จึงเป็นตามรูปที่ 3 คือ เมื่อไม่มีสนาม NMR จากนิวเคลียส สัญญาณจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง (เส้นสีน้ำเงิน) แต่เมื่อมีสนามNMR จะทำให้สัญญาณลดลงที่เวลา t=T/2 จากการเปลี่ยนไปของเฟสที่มีอิทธิพลมาจากสนาม NMR



รูปที่ 3 สัญญาณจำลองของการทดลอง โดยใช้ NV center วัดสนามNMR จากนิวเคลียส กราฟสีน้ำเงินแสดงกรณีที่ไม่มีสนาม NMR ส่วนกราฟสีแดงแสดงกรณีที่มีสนาม NMR และเกิดสัญญาณลดลงเมื่อ t=T/2 ตามที่แสดงโดยเส้นประ

2.7 การวิเคราะห์ผล

จากสัญญาณที่ได้ในรูปที่ 3 เราจะสามารถวัดค่าเวลาที่สปินของอิเล็กตรอนตรวจจับสนามเรโซแนนซ์จากนิวเคลียสได้ โดยที่จากการ

กำหนดขนาดของสนามแม่เหล็กคงที่ในการทดลอง จะทำให้ได้ค่า Lamor frequency ค่าหนึ่งตามสมการ $f_L = \gamma B / 2\pi$ โดยที่ B คือสนามแม่เหล็กที่ใช้ในการทดลอง ประกอบกับเวลาที่วัดได้จากการทดลองจะทำให้สามารถคำนวณหาค่า gyromagnetic ratio γ ได้ โดยที่ T=1/ f_L ยกตัวอย่างเช่นถ้าธาตุที่ต้องการตรวจจับคือ ^{19}F ซึ่งมี gyromagnetic ratio = 40.052 MHz/T หากสนามแม่เหล็กในการทดลองเป็น 50 mT จะทำให้ Lamor frequency เป็น 2.0 MHz ซึ่งจะส่งผลให้สัญญาณของ NV center จะลดลงที่ t= 249.7 ns ในทางกลับกันเราสามารถยืนยันองค์ประกอบของธาตุด้วยการหาเวลาที่ สัญญาณ NV center ลดลงแล้วนำมาคำนวณหา gyromagnetic ratio เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลได้

3. สรุป และ อภิปรายผล

บทความนี้ได้คำนวณและจำลองการนำสปินของ NV center มาใช้วัดสนาม NMR จากนิวเคลียส เพื่อแทนที่การวัดด้วยขดลวดแม่เหล็กธรรมดา จากการใช้เทคนิค dynamical decoupling เพื่อควบคุมสปินของอิเล็กตรอนและบันทึกสัญญาณจากนิวเคลียสลงไปในเฟสเพื่อและวัดค่าตอนสุดท้าย ซึ่งสัญญาณจะลดลงที่เวลา t ค่าหนึ่งซึ่งจำเพาะกับ gyromagnetic ratio ของธาตุแต่ละ ไอโซโทป

เนื่องจากอิเล็กตรอนมี magnetic moment ที่มีขนาดใหญ่กว่านิวเคลียสเกือบพันเท่า ประกอบกับเทคนิคทางควอนตัมที่สามารถทำให้สัญญาณรบกวนหักล้างกันไปเองได้ จึงทำให้การทดลองในลักษณะนี้สามารถที่จะวัดสนาม NMR ได้ละเอียดกว่าการวัดด้วยขดลวดทั่วไป ที่มีกำลังเท่ากัน นอกจากนี้ขนาดของ NV center ที่มีขนาดเพียงหนึ่งพันธะของเพชรยังสามารถเปิดโอกาสให้วัด NMR ในสารตัวอย่างที่มีขนาดเล็กถึงระดับนาโนเมตรได้อีกด้วย

4. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

[1] Hossain, F. M., Doherty, *et al.* "*Ab Initio* Electronic and Optical Properties of the N − V Center in Diamond."*Physical Review Letters*, *101*(22), 226403 (2008).

[2] Tisler, J., Balasubramanian, et al, Fluorescence and Spin Properties of Defects in Single Digit Nanodiamonds. ACS Nano, 3(7), 1959–1965. doi:10.1021/nn9003617 (2009)

[3] Taylor J M, Cappellaro P, Childress L, Jiang L, Budker D, Hemmer P R, Yacoby A, Walsworth R and Lukin M D High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution Nat. Phys. 4 810-6 (2008).

[4] Staudacher T., Shi F., et al. Nuclear magnetic resonance spectroscopy on a (5-nanometer)3 sample volume. Science 339, 561–563 (2013)

[5] de Lange G, et al., Universal dynamical decoupling of a single solid-state spin from a spin bath. Science. 2010 Oct 1;330(6000):60-3.

การถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยชุมชนมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมบูรณาการ การเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาจากโครงงานเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือก

Technology Transfer to Community Service Learning Process Integrated Instructional the STEM Education of Project Electronics Technology by Paddy Dryer

ธีรศาสตร์ คณาศรี[1] ปาริชาติ ประเสริฐสังข์[2] สมร ทวีบุญ[2] และพรชัย ผาดไธสง[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

[2]สาขาวิชาคณิตศาสตร์ และสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120

113 หมู่ 12 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120 โทรศัพท์ 043-556001 E-mail: Teerasad@windowslive.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านกิจกรรมโดยชุมชนมีส่วนร่วม เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการจากทดลองใช้การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม รูปแบบกิจกรรมบูรณาการการเรียนรู้บริการ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสำรวจชุมชนเตรียมความพร้อมการกำหนดปัญหาตามผู้เรียน 2) เสนอและวิเคราะห์จากกิจกรรมบูรณาการ 3) การวางแผนเพื่อการดำเนินการ และ4) การถ่ายทอดเทคโนโลยีความรู้ในชุมชน เพื่อประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัย พบว่ารูปแบบการเรียนรู้มีความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้เป้าหมายที่ได้ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งคือการเกิดนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ เพื่อช่วยเหลือชุมชนตามสภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม

Abstract

The objectives of this research the transfer technology through community involvement and learning process which mainly integrated. The STEM education using project electronics technology majors model for Invention and Innovation consists of 4 activities, consist of 1) Community needs survey for problem determination. 2) Propose and analyze the meeting. 3) Planning for project based learning and 4) The reflection knowledge perception in the community for evaluation. The research tools included student satisfaction questionnaire specific electronics technology. The research found that the learning satisfaction of the students. The research found that the learning satisfaction of the students in the developed form, the mean was at the high level. It aimed to create and innovate thing for supporting community.

Keywords: STEM, Invention and Innovation

1. บทนำ

ในปัจจุบันโลกเข้าสู่ยุคการพัฒนาจากการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยี การสื่อสารต้องติดตามข้อมูลข่าวสารรวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์จนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็น ส่งผลแนวโน้มการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นเป็นสำคัญต้องยึดหลักความสามารถของผู้เรียนและพัฒนาตนเองได้ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด [1] สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการสอน ทำให้มีเนื้อหาสาระและกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด ความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิดและการประยุกต์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง [2] ตามแนวทางดังกล่าวได้จัดให้มีการศึกษาตามวิธีการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ซึ่งมีหลักสำคัญคือ ผู้สอนจะใช้สถานการณ์การปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาซึ่งผู้เรียนเป็นการกำหนดทิศทางเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งต่างจากวิธีการสอนแบบบรรยาย โดยผู้สอนนำปัญหามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้มาพัฒนาศักยภาพตนเองได้สูงสุด หลักสูตรจะต้องมีการบูรณาการรายวิชาให้มีความเชื่อมโยงกันกับสถานการณ์ปัญหาในปัจจุบันให้ได้มากที่สุด สำหรับการบูรณาการศึกษาโดยส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดเพราะมุ่งเน้นให้ความรู้มากแต่ใช้ในการสอบ ไม่สนใจสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางความคิดที่จะให้เกิดการ

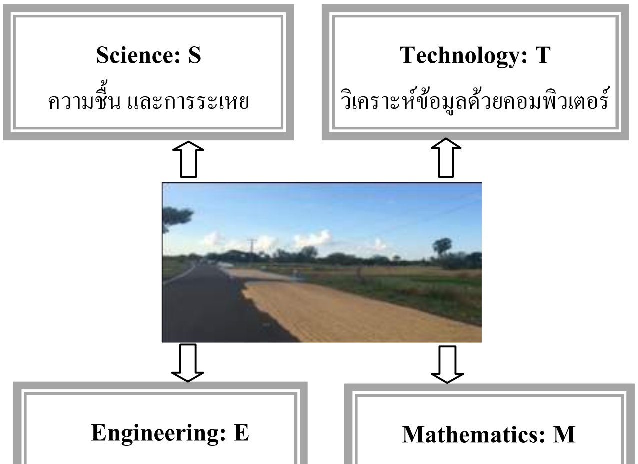
เชื่อมโยงความรู้ที่มีนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ไม่สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศไทยแลนด์ 4.0 การขับเคลื่อนประเทศไทยในยุคศตวรรษที่ 21 ต้องใช้การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered) มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ ด้วยการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และบูรณาการเพื่อหาข้อสรุป [3] ต้องการให้เรียนรู้กระบวนการส่งเสริมพัฒนาทักษะหลายด้าน ยกตัวอย่าง 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหา 2) ทักษะเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารการสื่อสารและเทคโนโลยี (Iinformation, Media, and Technology Skills) ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการจัดการเก็บข้อมูล และทำการสื่อสารต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และ 3) ทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ (Life and Career Skills) ผู้เรียนสามารถทำงานเป็นที่ มีภาวะผู้นำ และมีความรับผิดชอบ [4][5]

"สะเต็มศึกษา" (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงนำไปแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต เพื่อให้ได้เทคโนโลยีเป็นผลผลิตจากกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ไขปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะต้องทำซ้ำและต่อเนื่อง คำว่า เทคโนโลยีและวิศวกรรม (Technology and Engineering) พบว่า เป็นคำใหม่ในขั้นการศึกษาพื้นฐาน แต่กลับจะกล่าวเฉพาะในการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย กล่าวคือ วิศวกรรมหมายถึง เกี่ยวกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหา เป็นการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน เรียกรวมกระบวนการว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) กระบวนการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนรู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เข้าใจถึงกระบวนการที่เหมาะสมที่สุด เน้นให้เกิดประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมาในขณะที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มักมุ่งไปที่การได้มาซึ่ง [6]

เพื่อให้ผู้สอนได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไปผนวกองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนอย่างน้อย 2 ด้าน คือ 1) ด้านบริบทซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน และ2) ด้านเนื้อหาเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งแนวคิดการนำโครงงาน ที่เป็นสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม สำหรับผู้เรียนบางคนอาจเข้าใจเพียงบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในระดับการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ จากการสังเกตุพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนในวิชาสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบกิจกรรมการทดลองแต่ผู้เรียนยังไม่สามารถใช้ทักษะในการแสวงหาความรู้ได้อย่างถูกต้อง ผู้สอนอาจจะนำไปศึกษาปัญหาจากสภาพจริง หรือการสำรวจจากแหล่งปัญหาชุมชนรอบเขตมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาด้วยขั้นบูรณาการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักวิธีการที่แท้จริงเพื่อแก้ไขปัญหา สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนในห้องกับโครงงานหรือนวัตกรรมต่างๆ ที่มีการใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกมาใช้การสร้างกิจกรรมสะเต็มศึกษา เนื่องจากเป็นภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าวในชุมชนจะมีข้าวเปลือกจำนวนมากถูกนำมาลดความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติบนถนนคอนกรีต ซึ่งจะช่วยสร้างความสนใจในกิจกรรมที่มอบหมายให้ค้นคว้า ช่วยฝึกกระบวนการทำงานอย่าง เป็นระบบร่วมกับชุมชน รู้จักการวางแผนการทำงาน ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้ออกแบบและสร้าง ทำกิจกรรมที่บูรณาการขึ้นเพื่อพิสูจน์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเองได้

2. การดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนเรียนประจำปีการศึกษา 2559 ในวิชาสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม จำนวน 20 คน เป็นวิชาที่ต้องคิดค้นหาหัวข้อปัญหาสำหรับการทำโครงงาน และงานวิจัย โดยได้เลือกหัวข้อสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือก จากการสำรวจพื้นที่ในชุมชนพบว่าพื้นที่ตากข้าวเปลือกไม่เพียงพอ



รูปที่ 1 การดำเนินงานวิเคราะห์ปัญหาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากรูปที่ 1 ในสาระเรียนรู้ในกิจกรรมยังได้สอดแทรกทั้งความรู้ทั่วไป และความรู้ในเชิงเทคโนโลยีต่างๆ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยมีดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีอบแห้ง ซึ่งเป็นการบูรณาการใช้โครงงาน เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือกมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง แบ่งเป็นสัปดาห์ล่ะ 3 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจหรือความสามารถทางสติปัญญาที่วัดความสามารถออกมาเป็นคะแนน หลังจากการจัดกิจกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนการจัดกิจกรรมบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75

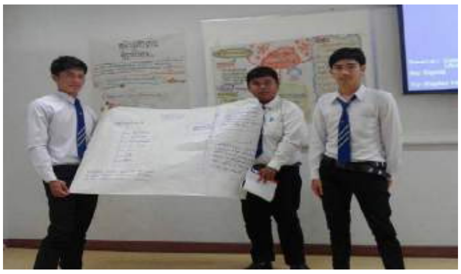
3) แบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับใช้วัดผลความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องแคล่ว โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ สังเกตภายในชั่วโมงเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 15 ชั่วโมง

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการดำเนินงานวิจัย พบว่านักศึกษาจะได้เรียนรู้ทั้งในภาคทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เกิดแรงจูงใจการกระตุ้น พร้อมไปกับการสืบค้นแสวงหาข้อมูล ดังรูปที่ 2 จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ฝึกออกแบบและสร้างพื้นฐานด้านวิศวกรรม ตลอดจนการฝึกคิดเพื่อการแก้ไขปัญหาแบบครบวงจร ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผน การออกแบบ ไปจนถึงขั้นทดลอง ปรับปรุงแก้ไข จนเป็นนวัตกรรมที่นักศึกษาช่วยกันสร้างขึ้นด้วยตนเอง

รูปที่ 2 ความสนใจผู้เรียนสะเต็มศึกษา

จากรูปที่ 3 ผู้เรียนสามารถชี้ให้เห็นถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง หรือการนำไปสร้างเป็นเทคโนโลยีต่างๆ ในการใช้ชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 [7] เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี ตลอดจนการเรียนรู้ในทักษะวิชาการหลักๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์วิศวกรรม และ



รูปที่ 3 ผู้เรียนเสนอแนวทางการเรียนรู้เทคโนโลยี

การประดิษฐ์ เพื่อให้ก้าวทันเทคโนโลยีความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนการสอนจากสาระเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.50/77.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ แสดงว่าผลการจัดกิจกรรมการบูรณาการกับการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพของกระบวนการสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 75 สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ [8] ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2) นักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการบูรณาการกับการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้

3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ของนักศึกษา จากการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องแคล่ว โดยผู้วิจัยสังเกตในชั่วโมงการสอนพบว่านักศึกษามีความสนใจเสนอแนวคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากพฤติกรรมการตอบคำถามในชั้นเรียน และนอกห้องเรียน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะเกิดคำถามตามมาเรื่อยๆ ผู้สอนต้องมีคำตอบให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในวิชาต่างๆ

4. สรุปผล และอภิปรายผล

ผู้เรียนใช้แนวทางการออกแบบและสร้างเชิงวิศวกรรมของสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม หรือโครงงานวิจัย เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือกประกอบด้วย 1) ชุดกำเนิดความร้อน 2) พัดลมดูดอากาศ 3) กระบะบรรจุข้าวเปลือก 4) ชุดวงจรไฟฟ้า และ5) ท่อลมกระแสกลับ

ดังรูปที่ 4 ถูกนำมาสอนด้านสะเต็มศึกษา เน้นทักษะสำคัญในโลกาภิวัฒน์หรือทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21 [9] [10] นักศึกษาทุกคนออกแบบด้วยตัวเองได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น การสำรวจสถานการณ์สภาพปัญหาการตากข้าวเปลือกในชุมชน นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ไปการบริการสังคม เกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่มีบทบาทช่วยแก้ปัญหา และพัฒนาต่อยอดนวัตกรรม [11]

รูปที่ 4 เครื่องกระบะอบแห้งข้าวเปลือก

เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ที่บูรณาการแบบสะเต็มศึกษาในระดับมาก พบว่านักศึกษาพอใจมากด้านการเปิดโอกาสสอบถาม วิจารณ์ และเสนอแนวคิดสร้างสรรค์ รองลงมาคือช่วยสร้างองค์ความรู้ใหม่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยส่วนใหญ่นักศึกษามีความเห็นสอดคล้องกันว่ากิจกรรมการบูรณาการด้วยสะเต็มศึกษาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นมี 6 ประการดังนี้

1) กิจกรรมเรียนรู้ที่บูรณาการเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2) นักศึกษารู้จักคิดอย่างรอบคอบ วิเคราะห์ปัญหาที่หลากหลาย

3) ฝึกให้นักศึกษารู้จักใช้องค์ความรู้ที่มีนำมาใช้งานจริงมากขึ้น จนทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งในวิชาการรู้ถึงความสำคัญในสิ่งที่เรียน

4) รู้ลึกในเชิงเทคโนโลยีทั้งรูปแบบหลักการทำงานพื้นฐาน และการประยุกต์

5) เปิดโอกาสให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบเชิงวิศวกรรม การประเมินผลที่เน้นทักษะในเชิงของการ ใช้ความคิดในเชิงปฏิบัติ

6) เน้นฝึกฝนนักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) เป็นหลัก โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2560 ขอขอบคุณนักศึกษาทุกท่านที่เข้าร่วมกิจกรรม และเกษตรกรชุมชนบ้านท่าม่วง ตำบลท่าม่วง อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

เอกสารอ้างอิง

[1] พิจิตร อุตตะโปน. (2550). “ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”,**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต**, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[2] ธรรมนูญ เกียรติกำจร. (2556). “การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน”. องค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.** 7(1), หน้า 46-49.

[3] ณัฐธยาน์ ตรีผลา. (2558). “ความพึงพอใจของนักศึกษาวิชา MGT351 พฤติกรรมองค์การ และการพัฒนาองค์การที่มีต่อการเรียนรู้เชิงรุก”. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีปทุม (ครั้งที่ 10).

[4] เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2556). “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงงาน (Project Based Learning: PBL)”. **นิตยสาร สสวท.** 42(185), หน้า 4-17.

[5] สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). “สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21”. **วารสาร สสวท.** (42)186, หน้า 3-5.

[6] อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. (2555). “สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century”. วันที่ค้นข้อมูล 2 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก http://designtechnology.ipst.ac.th/ uploads/STEMeducation.pdf

[7] พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”. **วารสารนักบริหาร**. 33(2), 49-56.

[8] บุญลอย มูลน้อย. (2559). “ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง วงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6”. การประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา และ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16.

[9] Dejarnette. (2012). America’s children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. Education, vol. 133(1), pp 770-84.

[10] J. M. Breiner, C. J. Carla, S. S. Harkness, and C. M. Koehler, (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships. School Science and Mathematics, vol. 112(1), pp 3-11.

[11] ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และประสาท เนืองเฉลิม. (2555). “การเรียนการสอนที่เน้นการบริการสังคม”. **วารสารวิชาการครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 15(1), หน้า 36-49.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ชุดวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอที สำหรับการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง

IoT Protocol Performance Testing Suite for Real Equipment or Virtual Equipment

วิปัศย์ ปุยสำลี[1] วัชระ ฉัตรวิริยะ[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

บทคัดย่อ

วิธีการทดลองวัดประสิทธิของโปรโตคอลไอโอทีโดยใช้อุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง ยังเป็นวิธีที่นิยมกันในปัจจุบันเนื่องจากเป็นการวิธีที่สะดวกและให้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าส่วนใหญ่แล้วผู้วิจัยจะต้องพัฒนาโปรแกรมเพื่อดำเนินการการทดลอง เช่น ควบคุมการรับส่งข้อมูล ควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย การเก็บผล และการแสดงผล ซึ่งงานวิจัยนี้เล็งเห็นถึงความซับซ้อนและภาระในการเตรียมการทดลองจึงได้พัฒนาชุดวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอทีสำหรับการทดลองโดยใช้อุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง โดยชุดทดลองจะมีส่วนควบคุมการทดลอง ส่วนควบคุมการรับส่งข้อมูล ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย ส่วนการเก็บผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ พร้อมดำเนินการทดลองในเงื่อนไขต่าง ๆ แบบอัตโนมัติ ชุดทดลองจะให้ผลการทดลองพื้นฐานที่ครบถ้วน อาทิเช่น ค่าเวลาไปกลับ(RTT) อัตราการสูญหายของข้อมูล (Loss rate) ค่าหน่วงเวลาไม่คงที่ (Jitter) ส่วนเกินข้อมูลจากการส่ง (Overhead)

Abstract

The Internet of Thing performance testing based on real or virtual equipment are popular solutions due to convenience and reliable result. However, from survey, the researchers had to develop the program implementing with process to simulate specific environment, such as packet sending and receiving management, network environment management, result calculating and result display. It might take several times on doing them. To reduce these workload and make it less complicated, the IoT performance testing suite for real or virtual equipment is, therefore, given in this research. With this testing suite, process management, packet sending and receiving management, network environment management, result calculating result display and automate case process testing are included. And the results could deliver in form of round trip time(RTT), loss rate, Jitter and Overhead.

บทนำ

อินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง(Internet of thing : IoT) เรียกสั้นๆว่า ไอโอที[1] คือแนวคิดที่จะเชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเครือข่าย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่จำเป็น เช่นรถยนต์สามารถบอกความเร็วให้กับรถยนต์คันหลัง เซ็นเซอร์วัดความชื่นในดินสามารถสั่งการหัวฉีดน้ำให้รดน้ำ หรือกระทั้งส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป เนื่องจากอุปกรณ์เครือข่ายในปัจจุบันมีขนาดเล็ก บริโภคพลังงานต่ำ ราคาไม่สูง ส่งเสริมแนวคิดไอโอทีเป็นอย่างดี ซึ่งเทคโนโลยีไอโอทีมีการออกแบบโปรโตคอล(Protocol)สื่อสารใหม่แยกออกจากโปรโตคอลเครือข่ายเดิม อุปกรณ์ไอโอทีส่วนมากมีความเร็วประมวลผลต่ำ หน่วยความต่ำ และอาจใช้พลังงานแบตเตอร์รี่ ดังนั้นจำเป็นต้องทำงานให้น้อยที่สุดเพื่อยืดอายุการใช้งาน จึงมีการสร้างและออกแบบโปรโตคอลไอโอทีโดยโปรโตคอลเหล่านี้จะมีขนาดหัวโปรโตคอลเล็ก(header) และการทำงานที่แตกต่างกันออกไป

เนื่องจากปัจจุบันมีโปรโตคอลไอโอทีมากมายให้เลือกใช้ ซึ่งแต่ละโปรโตคอลไอโอทีมีความเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานแตกต่างกันจึงมีงานวิจัยทดลองวัดประสิทธิภาพไอโอทีโปรโคตอล โดยทดลองกับอุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง(Virtual box, VMWare)[2]

รูปที่ 1 การทดลองโดยใช้อุปกรณ์จริง[3]

โดยมีเงื่อนไขในการทดลองแตกต่างกัน ซึ่งก่อนทำการทดลองจะพัฒนาโปรแกรม ควบคุมกระบวนการทดลองเช่น การรับหรือส่งข้อมูล การควบคุมสภาพแวดล้อมของเครือข่าย วิธีคำนวณผลลัพธ์ การเก็บผล

รวมถึงวิธีการแสดงเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผล กระบวนการเหล่านี้ยังไม่มีชุดทดลองสำเร็จให้ใช้งาน ผู้วิจัยจะต้องพัฒนาขึ้นเอง ดังนั้นจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาชุดวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอทีสำหรับอุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง ที่จะช่วยลดภาระและระยะเวลาในการเตรียมการและการทดลอง

เครื่องมือดั้งเดิมในงานวิจัยที่ผ่านมา

หัวข้อนี้จะพูดถึงงานวิจัยเกี่ยวกับการทดลองทดสอบวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอทีและเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการทดลองโดยเริ่มจากงานวิจัยแรก Yuang Chen และ Thomas Kunz เปรียบเทียบโปรโตคอล MQTT CoAP และ DDS ในเครือข่ายไร้สายที่จำกัด[3] ทดลองโดยใช้อุปกรณ์จริง นำเสนอผลลัพธ์ อัตราการสูญหายข้อมูล(loss rate) เวลาส่งข้อมูลไปกลับ(RTT) การบริโภคแบนด์วิธ ในสภาพแวดล้อมเครือข่ายต่าง ๆ โดยใช้ NetEM เป็นตัวควบคุมสภาพแวดล้อม TBF ควบคุมแบนด์วิธ งานวิจัยที่สอง Thangavel D. และคณะทำการทดลองวัดประสิทธิภาพโปรโตคอล MQTT และ CoAP เมื่อใช้ทางออกร่วมกัน[2] ทดลองโดยใช้อุปกรณ์จริงและอุปกรณ์จำลอง นำเสนออัตราการสูญหายข้อมูล(loss rate) เวลาส่งข้อมูลไปกลับ(RTT) และใช้ WireShark[11] วัดข้อมูลส่วนเกินการส่งข้อมูล(Overhead) โดยใช้ WANem ควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย งานวิจัยที่สาม Jorge E. Luzuriage และคณะทดลองวัดประสิทธิภาพโปรโตคอล AMQP กับ MQTT ในเครือข่ายอุปกรณ์ไร้สายที่ไม่มีเสถียรภาพ[4] โดยทดลองด้วยอุปกรณ์จริง นำเสนอการวัดผลค่าเวลาไม่ที่ไม่คงที่ (Jitter) โดยทำการตัดสัญญาณสื่อสารด้วยวิธีการสลับจุดรับสัญญาณ(Access point) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง งานวิจัยที่สี่ Shinho Lee และคุณศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพบริการ(QoS) กับเวลาการรับส่งข้อมูลของโปรโตคอล MQTT[5] โดยการทดลองเลือกใช้อุปกรณ์จริงแต่ใช้เครื่องแม่ข่ายที่อยู่ในอินเตอร์เน็ต

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยพบตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ตัวแปรตั้งต้น และ ตัวแปรวัดผล ดังนี้

ตัวแปรตั้งต้น ประกอบด้วย 1) ขนาดแพ็คเก็ต(Packet size) คือขนาดข้อมูลที่ใช้รับ/ส่งส่วนมากมีหน่วยเป็นไบต์(byte) 2) ความถี่ในการส่งแพ็คเก็ตเช่น 10ms/packet 50ms/packet 100ms/packet 3) คุณภาพบริการ(QoS) บางโปรโตคอลไอโอทีมีการการันตีการรับส่งข้อมูลเช่นโปรโตคอล MQTT มีคุณภาพบริการอยู่ 3 ระดับโปรโตคอล CoAP มี 2 ระดับ 4) อัตราการสูญหายข้อมูล(Loss rate) หรือร้อยละของข้อมูลสูญหายเช่นร้อยละ 5, 10, 20 5) ค่าเวลาแฝงการรับ/ส่งข้อมูล(Latency time) ในการรับส่งข้อมูลจะมีกระบวนการทำงานหลายส่วนกว่าที่ข้อมูลจะถูกส่งออกจากต้นทางไปยังปลายทางเวลาส่วนนี้คือเวลาที่แฝงอยู่ในระบบ เช่น 50ms, 100ms, 200ms 6) ปริมาณการรับ/ส่งข้อมูลของการ์ดเครือข่ายหรือแบนด์วิธ (bandwidth) อาทิเช่น 100Kbps 1000kbps หรือ 1 Gbps ตัวแปรตั้งต้นที่ 1 2 และ 3 เป็นตัวแปรตั้งต้นกับการส่งข้อมูล ส่วน 4 5 และ 6 เป็นตัวแปรตั้งต้นสภาพแวดล้อมเครือข่าย

ตัวแปรวัดผล 1) เวลาในการส่งข้อมูลไป/กลับ(RTT :: Round Trip Time) บางงานวิจัยเรียกว่าเวลาหน่วง End-to-End[6] คำนวณได้จากผลต่างของเวลาที่ได้รับแพ็คเกจกับเวลาที่ส่งแพ็คเกจ 2) อัตราการสูญหายข้อมูล(Loss rate) คือร้อยละของจำนวนแพ็คเกจที่ส่งกับจำนวนที่ได้รับจริง 3) ค่าเวลาหน่วงไม่คงที่[4] (Jitter) การส่งข้อมูลแต่ละครั้งมักมีค่าเวลาแฝงซึ่งในอุดมคติจะเท่ากันทุกครั้งที่ส่งแต่ในความเป็นจริงจะมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อค่าเวลาแฝงซึ่งทำให้เวลาหน่วงไม่คงที่ โดยสามารถคำนวณได้จากสมาการที่ 1

$$J_n = (t'_n - t'_{n-1}) - T \qquad (1)$$

J_n = ค่าเวลาหน่วงไม่คงที่ของแพ็คเกจ n (Jitter)
t'_n = เวลามาถึงของแพ็คเกจที่ n
t'_{n-1} = เวลามาถึงของแพ็คเกจที่ n
T = ค่าหน่วงเวลาส่ง

4) ข้อมูลส่วนเกินจาการส่ง[2] (Overhead) คือจำนวนข้อมูลจริงที่ได้รับซึ่งคำนวนได้ดังสามารถที่ 2

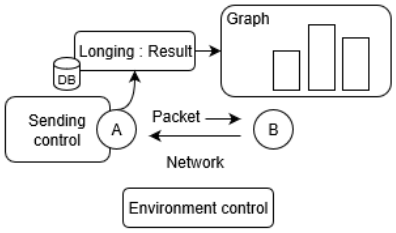
$$oh = dr - d \qquad (2)$$

oh = ขนาดของ Overhead
dr = ข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากการ์ดเครือข่าย
d = ข้อมูลที่ต้องการส่ง

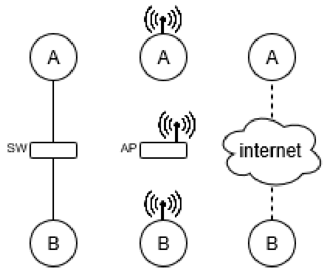
การออกแบบและพัฒนาชุดทดลอง

จากการศึกษาการทดลองวัดประสิทธิภาพโปรโตคอลไอโอทีและกระบวนการทดลองซึ่งพบวิธีดำเนินการที่คล้ายคลึงกันแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนควบคุมการส่ง/รับข้อมูล ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย ส่วนการเก็บผลลัพธ์ และการแสดงผลลัพธ์ แต่ชุดทดลองจะเพิ่มส่วนควบคุมการทดลองให้สามารถทำงานแบบอัตโนมัติ จึงออกแบบชุดทดลองดังรูปที่ 2 ประกอบด้วยตัวส่งข้อมูล(A) ตัวรับข้อมูล(B) ซึ่งใช้อุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง อุปกรณ์เครือข่ายแบบสาย ไร้สาย หรือแบบผสมและเป็นแบบท้องถิ่นหรืออินเตอร์เน็ตก็ได้ดังรูปที่ 3 ชุดทดลองรับรองตัวส่งและตัวรับข้อมูลอย่างละ 1 อุปกรณ์ ถัดมาจะอธิบายในแต่ละส่วนดังนี้ 1) ตัวควบคุมการส่ง/รับข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วนคือตัวส่งและตัวรับ ตัวส่งจะส่งแพ็คเก็ตไปยังตัวรับด้วยโปรโตคอลไอโอทีที่ผู้ใช้กำหนด และตัวรับจะส่งรับแพ็คเก็ตกลับมายังตัวส่งเป็นอันจบ

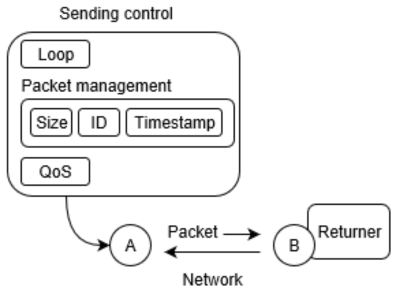
กระบวนการ ส่วนนี้ยังกำหนดจำนวนรอบในการทดลอง(Loop) ตัวจัดการแพ็คเกจ ขนาดของแพ็ตเก็ต(packet size) ไอดีของแพ็คเกจ และการบันทึกเวลาในการส่งหรือรับ ค่าคุณภาพบริการ(QoS) ดังในรูปที่ 4 2) ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย ประกอบด้วยการควบคุม อัตราการสูญหายข้อมูล (loss rate) ค่าเวลาแฝง (latency time) และแบนด์วิธ (bandwidth) โดยตัวควบคุมนี้จะทำงานร่วมกับ NetEM



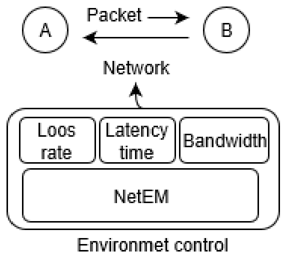
รูปที่ 2 โครงสร้างการดำเนินการของชุดทดลอง



รูปที่ 3 รูปแบบเครือข่ายที่ชุดทดลองรองรับ

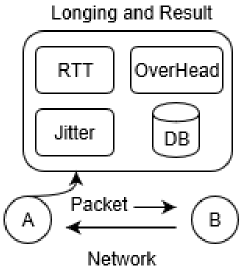


รูปที่ 4 โครงสร้างส่วนควบคุมการส่ง/รับข้อมูล



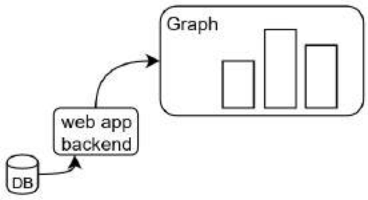
รูปที่ 5 โครงสร้างส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย

3) ส่วนการเก็บผลลัพธ์ รวมถึงคำนวนผลลัพธ์ของตัวแปรวัดผล เวลาไปกลับของแพ็คเกจ(RTT) ค่าหน่วงเวลาไม่คงที่ (Jitter) และข้อมูลส่วนเกิน



รูปที่ 6 โครงสร้างส่วนการเก็บผลลัพธ์

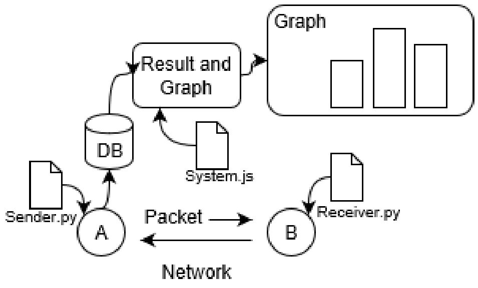
จากการส่ง(Overhead) จากนั้นเก็บลงฐานข้อมูลดังรูปที่ 6 และสุดท้าย 4) ส่วนการแสดงผลลัพธ์ สามารถดูผลลัพธ์ได้ทันทีเมื่อการทดลองเสร็จสิ้น เลือกเปรียบเทียบตัวแปรตั้งต้นกับตัวแปรวัดผลได้สะดวกในรูปแบบกราฟเส้นหรือกราฟแท่งโดยใช้ plotly[12] ซึ่งใช้งานผ่านบาวร์เซอร์ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 โครงสร้างส่วนการแสดงผลลัพธ์

ชุดทดลองที่พัฒนาเสร็จสิ้นและวิธีใช้งาน

ชุดทดลองโปรโตคอลไอโอทีที่พัฒนาขึ้นจำเป็นต้องมีโปรแกรมอื่น ๆ ประกอบการใช้งาน เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ ดังนี้ ติดตั้ง Python[7] NodeJs[8] XAMPP[9] และ NetEM[10] ในอุปกรณ์ตัวส่งเนื่องจากอุปกรณ์ตัวส่งเป็นตัวควบคุมการทดลอง ควบคุมการรับ/ส่งข้อมูล ควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย เก็บผลลัพธ์ และแสดงผลเมื่อการทดลองเสร็จสิ้น การใช้งานชุดทดลองโปรโตคอลไอโอทีผู้ใช้จะต้องนำโปรโตคอลที่ต้องการทดสอบรวมเข้ากับไฟล์ Sender.py ซึ่งอยู่ที่ตัวส่ง และ Receiver.py ซึ่งอยู่ที่ตัวรับโดยสามารถกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบในไฟล์ Sender.py ซึ่งประกอบด้วย จำนวนรอบในการทดสอบแต่ละกรณี(loop case) ขนาดของแพ็คเกจที่ส่ง (packet size) ระดับคุณภาพบริการ(QoS) อัตราการสูญหายของข้อมูล (loss rate) ค่าเวลาแฝงในเครือข่าย(latency delay) ความกว้างของเครือข่าย(Bandwidth) การกำหนดค่าตัวแปรตั้งต้นสามารถกำหนดได้มากกว่าหนึ่งค่า ชุดทดลองจะตรวจสอบกรณีและดำเนินการจนครบทุกกรณี ถัดมากำหนดชื่อฐานข้อมูลชื่อตารางที่ไฟล์ System.js เมื่อนำเข้าโปรโตคอลและกำหนด

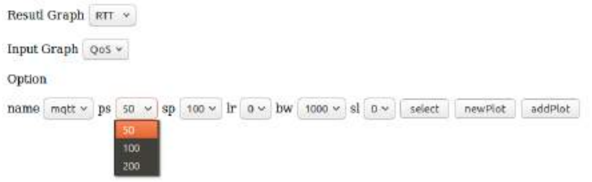


รูปที่ 8 โครงสร้างไฟล์ชุดทดลอง

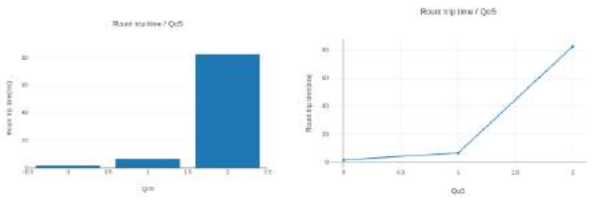
```
#sending case
loop = 100
qos = {0, 1, 2}
payload_size = {50, 100, 200} # byte
sending_prepiod = {100, 200, 500} #ms

#environment case
loss_rate = {0, 10, 20}# 0% ,10%, 20%
sys_latency = {0, 50, 100} #100ms
bandwidth = {1000, 500, 200} # kbps
```

รูปที่ 9 การกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ

ค่าตัวแปรต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วสามารถเริ่มกระบวนการทดสอบด้วยโปรแกรม Run.sh ชุดทดลองจะเริ่มทดลองโดยอัตโนมัติจนกระทั้งครบทุกกรณีที่ได้กำหนดไว้ เมื่อการทดสอบสิ้นสุดลงสามารถดูผลการทดลองได้ที่ http://localhost/iotprotocaltest:8888 จะปรากฏเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับแสดงผลการทดลองต่าง ๆ ซึ่งสามารถเลือกความสำพันธ์ของค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ ในรูปแบบกราฟเส้นหรือแบบแท่ง



รูป 10 โปรแกรมเลือกแสดงผลของผลการทดลอง



รูป 11 การแสดงผลลัพธ์จากชุดทดลอง

สรุป

การพัฒนาชุดทดลองวัดประสิทธิภาพไอโอทีโปรโตคอลสำหรับอุปกรณ์จริงหรืออุปกรณ์จำลอง ซึ่งมีส่วนควบคุมการทดลอง ส่วนตัวควบคุมการส่ง/รับข้อมูล ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมเครือข่าย ส่วนการเก็บผลลัพธ์ ส่วนการแสดงผล พร้อมทำงานได้ทันทีทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องดำเนินการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเองทำให้ลดภาระงานลงได้ อีกทั้งสามารถทำการทดลองแบบอัตโนมัติทำให้การทดลองรวดเร็วขึ้น ซึ่งในการพัฒนาต่อไป ตั้งใจพัฒนาการทดลองแบบอุปกรณ์รับส่งมากกว่า 1 ตัว

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Saadeh, W. Almobaideen, and K. E. Sabri, “Internet of Things: A review to support IoT architecture’s design,” Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems (IT-DREPS), Jordan, Dec 2017.

[2] D. Thagavel, X. Ma, A. Valera, “Performance evaluation of MQTT and CoAP via a common middleware,” Intelligent Sensors Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), Singapore, April 2014.

[3] Y. Chen, T. Kunz, “Performance evaluation of IoT protocols under a constrained wireless access network,” Selected Topics in Mobile & Wireless Networking (MoWNet), Egypt, April 2016.

[4] J. E. Luzuriage, M. Perez, P. Boronat, “A comparative evaluation of AMQP and MQTT protocols over unstable and mobile network,” Consumer Communications and Networking Conference(CCNC), USA, Jan 2015.

[5] S. Lee, H. Kim, D.-k. Hong, ”Correlation analysis of MQTT loss and delay according to QoS level,” Information Networking(ICOIN), Thailand, April 2013.

[6] K. Govindan, A. P. Azad, “End-to-end service assurance in IoT MQTT-SN,” Consumer Communications and Networking Conference(CCNC), USA, Jan 2015.

[7] Python 3.6.4, “Python”, https://www.python.org/, 2018.

[8] NodeJs 8.9.4, “Node Js”, https://nodejs.org/en/, 2018

[9] XAMPP 7.2.1, “XAMPP”, https://www.apachefriends.org/index.html/, 2018

[10] NetEM, “NetEM”, https://wiki.linuxfoundation.org/networking/netem, 2018

[11] WireShark, “WireShark”, https://www.wireshark.org/, 2018

[12] Plotly.js/”plotly”, https://plot.ly/javascript/ 2018

การเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกน

A Mini Automated Farming based on 3-Axis CNC Machine

ชนม์รัตน์ ตติยะวรนันท์
สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์: 02-9883655 E-mail: chonrat@mutacth.com

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวเกี่ยวกับการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกนด้วยการออกแบบทางเมคคานิกส์โดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีสำหรับระบบอัตโนมัติในการเพาะปลูก ซึ่งระบบอัตโนมัติในการเพาะปลูกมีส่วนประกอบได้แก่ พีแอลซีมิตซูบิชิทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก มอเตอร์สเต็ปปิ้ง และหน้าจอสัมผัสทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับตัวเครื่อง สุดท้ายใช้เวลาในการเพาะปลูกน้อยกว่า 7 นาทีในโหมดอัตโนมัติ

คำสำคัญ: การเพาะปลูกอัตโนมัติ เครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกน ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This article describes a mini automated farming based on 3-axis CNC machine. With design of mechanics based on CNC machine for farming automation. This farming automation comprises of the MITSUBISHI PLC is main controller, the stepping motors, and a touch screen for human-machine interface. Finally, the farming time less than 7 minutes to use automatic mode.

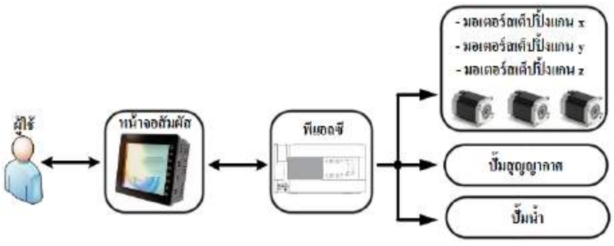
Keywords: Automated farming, 3-Axis CNC machine, Automation.

1. บทนำ

ปัจจุบันการเพาะปลูกอัตโนมัติมีความสำคัญเนื่องจากสามารถลดเวลาการทำงานของมนุษย์และลดจำนวนทรัพยากรมนุษย์ในการเพาะปลูกแบบดังเดิมได้ โดยมีงานวิจัยที่นำเสนอหลายวิธีอาทิเช่น การควบคุมการเพาะปลูกด้วยระบบควบคุมระยะไกลผ่านสมาร์ทโฟนซึ่งสามารถควบคุมการรดน้ำพืชแบบอัตโนมัติด้วยการวัดความชื้นในดินได้ [1] การเพาะปลูกผักไร้ดินในโรงเรือนปิดอัจฉริยะที่สามารถควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำได้แบบอัตโนมัติสามารถเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูกในสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ได้ [2] ระบบทำการเพาะปลูกแบบฉลาดซึ่งใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดความดัน เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง เซ็นเซอร์วัดภาวะความเป็นกรดหรือด่างของดิน เพื่อใช้ในการวางแผนค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกให้ต่ำที่สุดและเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูกให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริง [3] การใช้ Internet of Things ร่วมกับการเพาะปลูก เพื่อการควบคุมการฉีดยากำจัดวัชพืชระยะไกลแบบอัตโนมัติหรือแบบแมนนวล พร้อมทั้งมีการวัดอุณหภูมิ และความชื้นในดินเพื่อควบคุมการรดน้ำพืชแบบอัตโนมัติ [4] การเพาะปลูกมะเขือเทศอย่างชาญฉลาดโดยใช้สี ขนาด และรูปร่างของมะเขือเทศโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟัซซี ลอจิกวิเคราะห์เพื่อเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูก [5] การเพาะปลูกสวนมะม่วงในอินเดียโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินแบบไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิต [6] ส่วนงานวิจัยนี้นำเสนอการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กซึ่งสามารถดูดเมล็ดลงดิน รดน้ำพืชแบบอัตโนมัติทำให้พืชเจริญเติบโตได้

2. การทำงานของระบบที่นำเสนอ

การทำงานของระบบการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกนมีหน้าจอสัมผัสแสดงหน้าต่างการควบคุมการทำฟาร์มเพาะปลูกเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกซึ่งหน้าจอสัมผัสนี้เชื่อมต่อกับพีแอลซีทางพอร์ตอนุกรม โดยมีพีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานหลักเพื่อสั่งงานให้กับเมคคานิกส์เคลื่อนที่สำหรับอุปกรณ์หยอดเมล็ดเคลื่อนที่แบบ 3 แกนตามหลักการของเครื่องซีเอ็นซีด้วยมอเตอร์สเต็ปปิ้ง โดยแกน x และ y เป็นการเคลื่อนที่ในแนวราบแบบซ้าย-ขวา และแกน z เป็นการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง พีแอลซีสามารถสั่งงานปั๊มสุญญากาศเพื่อให้เมคคานิกส์ของอุปกรณ์ดูด-หยอดเมล็ดทำงานพร้อมทั้งสามารถสั่งงานให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อการเพาะปลูกพืชได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบการเพาะปลูกอัตโนมัติโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซี

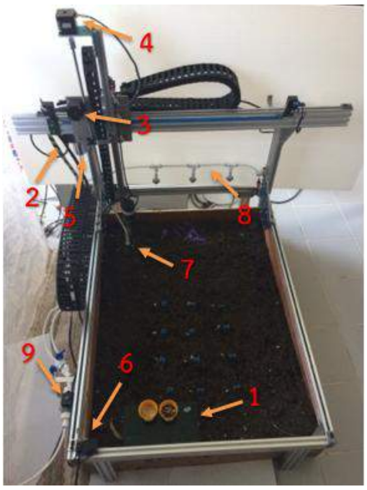
3. การออกแบบ

3.1 การออกแบบโครงสร้างเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็ก

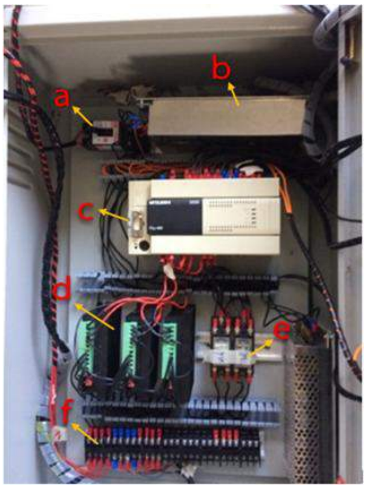
การออกแบบโครงสร้างเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกนมีขนาดความกว้าง 0.5 เมตร ยาว 1.0 เมตร สูง 1.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งหมายเลข 1 เป็นภาชนะใส่เมล็ด หมายเลข 2 มอเตอร์สเต็ปปิ้งของแกน x สำหรับเคลื่อนที่ในแนวแกนราบหน้า-หลัง หมายเลข 3 มอเตอร์สเต็ปปิ้งของแกน y สำหรับเคลื่อนที่ในแนวแกนราบซ้าย-ขวา หมายเลข 4 มอเตอร์สเต็ปปิ้งของแกน z สำหรับเคลื่อนที่ในแนวแกนดิ่งบน-ล่าง หมายเลข 5 ปั๊มสุญญากาศเพื่อสร้างสุญญากาศให้กับหัวดูดเมล็ด หมายเลข 6 ลิมิตสวิตช์ทำหน้าที่หยุดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์สเต็ปปิ้ง หมายเลข 7 หัวดูด-หยอดเมล็ดทำหน้าที่ดูดเมล็ดแล้วนำไปปลูกยังตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการ หมายเลข 8 หัวรดน้ำทำหน้าที่กระจายน้ำเพื่อเพาะปลูก หมายเลข 9 ปั๊มน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำไปยังหัวรดน้ำเพื่อเพาะปลูก

การออกแบบระบบควบคุมของการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมหลัก ซึ่งตำแหน่ง a. คือเบรกเกอร์มีหน้าที่ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ตำแหน่ง b. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ และ 12 โวลต์ ตำแหน่ง c. พีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI เป็นตัวควบคุมหลัก ตำแหน่ง d. ชุดขับมอเตอร์สเต็ปปิ้ง ตำแหน่ง e. วงจรรีเลย์ ตำแหน่ง f. แผงจุดต่อร่วมของสายไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3

การออกแบบอินพุต/เอาต์พุตของพีแอลซีรุ่น FX3U-48MT-ES ซึ่งมีอินพุต 24 อินพุต (X0-X27) มีเอาต์พุต 24 เอาต์พุต (Y0-Y27) โดยออกแบบให้อินพุต X0,X1 เป็นปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่แนวแกน x อินพุต X2,X3 เป็นปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่แนวแกน y อินพุต X4,X5 เป็นปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่แนวแกน z อินพุต X6 เป็นปุ่มสตาร์ทปั๊มสุญญากาศ อินพุต X7 เป็นปุ่มสตาร์ทระบบ อินพุต X11 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อทำการ Home ให้ระบบ อินพุต X12 เป็นปุ่มหยุดฉุกเฉิน อินพุต X13 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน x ด้านหน้า อินพุต X14 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน x ด้านหลัง อินพุต X15 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน y ด้านซ้าย อินพุต X16 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน y ด้านขวา อินพุต X17 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน z ด้านบน อินพุต X20 เป็นลิมิตสวิตช์เพื่อหยุดการเคลื่อนที่แนวแกน z ด้านล่าง อินพุต X27 เป็นปุ่มสตาร์ทปั๊มน้ำ ส่วนเอาต์พุต Y0,Y4 เชื่อมต่อกับมอเตอร์สเต็ปปิ้งแนวแกน x เอาต์พุต Y1,Y5 เชื่อมต่อกับมอเตอร์สเต็ปปิ้งแนวแกน y เอาต์พุต Y2,Y6 เชื่อมต่อกับมอเตอร์สเต็ปปิ้งแนวแกน z เอาต์พุต Y10 เชื่อมต่อปั๊มน้ำ และเอาต์พุต Y11 เชื่อมต่อปั๊มสุญญากาศ



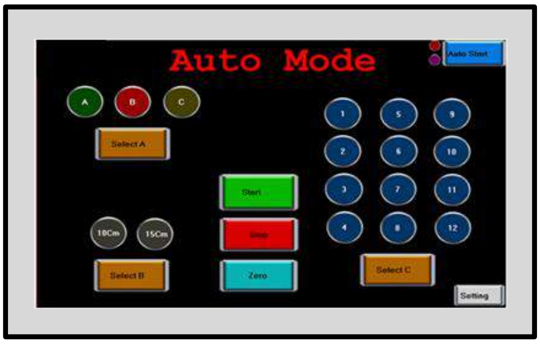
รูปที่ 2 ตำแหน่งอุปกรณ์การเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็ก



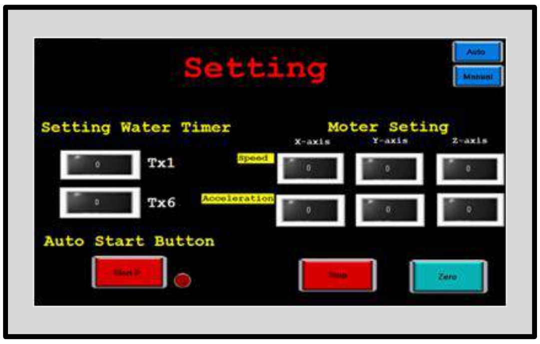
รูปที่ 3 แผงควบคุมการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้พีแอลซี

3.2 การออกแบบหน้าจอสัมผัส

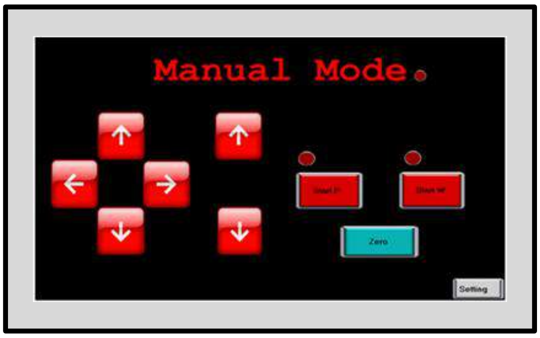
การออกแบบหน้าจอสัมผัส MONITOUCH รุ่น TS1070i โดยมี 3 หน้าต่างหลักคือ หน้าต่างหน้าจอสัมผัสโหมดอัตโนมัติสามารถเลือกระยะห่างระหว่างหลุมปลูก 2 ระยะคือ 10 ซม. หรือ 15 ซม. มีหลุมปลูกสูงสุด 12 หลุม พร้อมสามารถเลือกเมล็ดพืชได้ 3 ช่องเก็บเมล็ดดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งโหมดอัตโนมัติต้องทำงานควบคู่กับหน้าต่างหน้าจอสัมผัสตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สามารถตั้งเวลารดน้ำ ความเร็วและความเร่งในการเคลื่อนที่แบบ 3 แกนดังแสดงในรูปที่ 5 ส่วนหน้าต่างหน้าจอสัมผัสโหมดควบคุมด้วยมือสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แกนได้ตามผู้ใช้ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 หน้าต่างหน้าจอสัมผัสโหมดอัตโนมัติ



รูปที่ 5 หน้าต่างหน้าจอสัมผัสตั้งค่าพารามิเตอร์

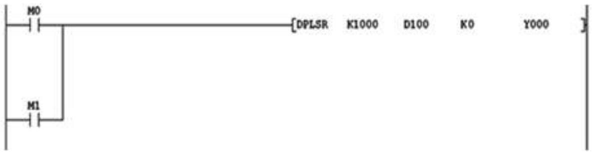


รูปที่ 6 หน้าต่างหน้าจอสัมผัสโหมดควบคุมด้วยมือ

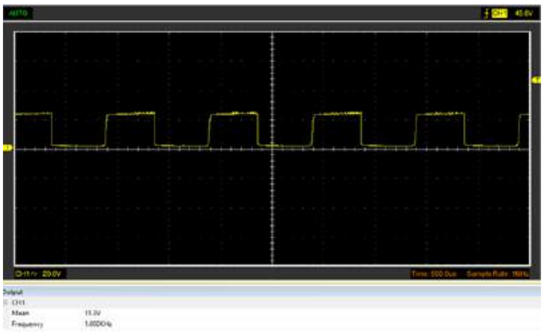
4. การทดสอบ และผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับเมคคานิกส์เคลื่อนที่

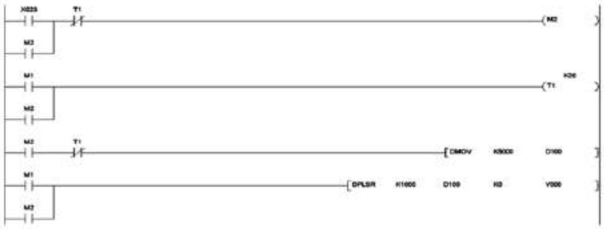
การทดสอบสร้างสัญญาณพลัสด้วยพีแอลซีที่ใช้ภาษา Ladder ให้กับมอเตอร์สเต็ปปิ้งในการขับเมคคานิกส์ให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน โดยนำเสนอที่การเคลื่อนที่แนวแกน x ด้วยคำสั่ง [DPLSR K1000 D100 K100 Y000] ดังแสดงในรูปที่ 7 การสร้างสัญญาณพัลส์โดยใช้คำสั่ง DPLSR สามารถปรับความเร็วการหมุนของมอเตอร์ได้โดยปรับค่าความถี่ที่ K1000 ส่วนคำสั่ง D100 คือค่าพัลส์ที่ได้ทำการนำข้อมูลมาเก็บไว้ซึ่งมาจากการใช้คำสั่ง DMOV มีค่าคงที่เท่ากับ 5000 และสามารถปรับอัตราเร่งของมอเตอร์ได้โดยปรับที่คำสั่ง K0 จากนั้นจะได้ผลการทดสอบสัญญาณพลัสความถี่ 1 กิโลเฮิร์ตที่เอาต์พุต Y0 ของพีแอลซีดังแสดงในรูปที่ 8 และสามารถสั่งให้เมคคานิกส์เคลื่อนที่โดยการใช้คำสั่ง Timer ด้วย (T1 K20) ดังแสดงในรูปที่ 9 สามารถทำให้เมคคานิกส์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์สเต็ปปิ้งเป็นระยะทาง 19.1 ซม.ในเวลา 2 วินาทีดังแสดงในรูปที่ 10



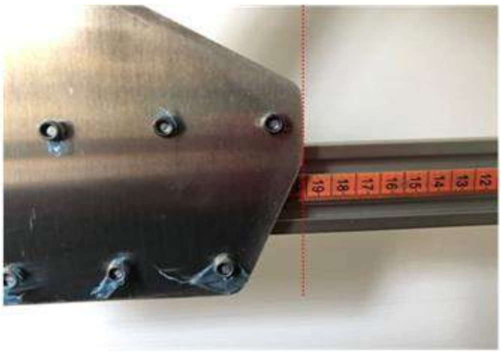
รูปที่ 7 คำสั่งสร้างสัญญาณพลัสความถี่ 1 กิโลเฮิร์ต



รูปที่ 8 ผลการทดสอบสร้างสัญญาณพลัสความถี่ 1 กิโลเฮิร์ตด้วยพีแอลซี



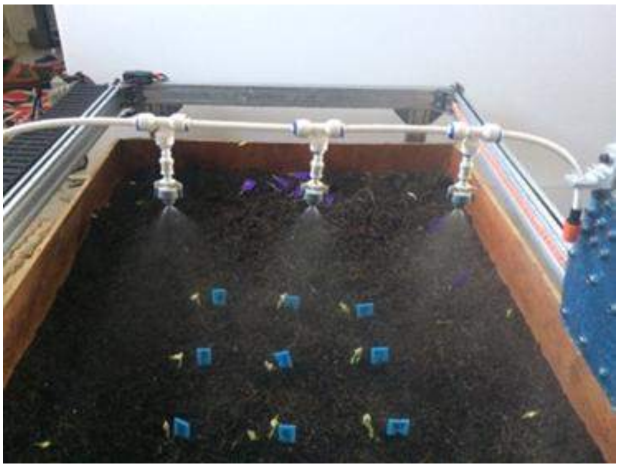
รูปที่ 9 คำสั่งตั้งเวลา 2 วินาทีมอเตอร์สเต็ปปิ้งหมุนที่ความถี่ 1 กิโลเฮิร์ต



รูปที่ 10 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์สเต็ปปิ้ง

4.2 การทดสอบการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกน

จากการทดสอบการเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกนด้วยการปลูกต้นถั่วเขียว โดยตั้งค่าจำนวนหลุมเพาะปลูก 12 หลุม ระยะห่างต่อหลุมที่ 10 ซม. เวลารดน้ำทุก 6 ชั่วโมงดังแสดงในรูปที่ 11 ได้ผลการทดสอบการเจริญเติบโตต้นถั่วเขียวสูงประมาณ 4 เซนติเมตรใช้ระยะเวลาการเพาะปลูกอัตโนมัติ 7 วัน ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 11 การเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กขณะรดน้ำต้นถั่วเขียว

รูปที่ 12 ผลการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวระยะ 7 วัน

5. สรุป

การเพาะปลูกอัตโนมัติขนาดเล็กโดยใช้แบบอิงจากเครื่องซีเอ็นซีแบบ 3 แกน ถ้าทำการปลูกต้นถั่วเขียวจำนวน 12 หลุมแต่ละหลุมมีระยะห่าง 10 ซม. ใช้เวลาทั้งหมดในการปลูกต้นถั่วเขียวคือ 7 นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนในการเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์สเต็ปปิ้งทั้ง 3 แกนอยู่ที่ระยะไม่เกิน ± 5 มม. สามารถตั้งเวลารดน้ำตั้งแต่ 1 นาทีถึง 6 ชั่วโมง หัวดูดเมล็ดสามารถดูดเมล็ดพริก เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดทานตะวันได้ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทำฟาร์มเกษตรขนาดเล็กแบบอัตโนมัติเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายณัฐภัทร มาลัยทอง และนายสุรศักดิ์ วักจันทร์ ที่ช่วยงานวิจัยพร้อมทั้งสนับสนุนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชนม์รัตน์ ตติยะวรนันท์, "การประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนสำหรับระบบควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิด", *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 (9th ECTI-CARD 2017)*, เชียงคาน จ.เลย, 25-28 กรกฎาคม 2560, หน้า 41-44

[2] R. J. Francy, P. K. Soori and S. Chacko, "Intelligent In-House Mini-Automated Farming", Journal of Advanced Agricultural Technologies, vol. 3, no. 4, pp. 286-291, Dec. 2016

[3] R. Ramya, C. Sandhya and R. Shwetha, "Smart farming systems using sensors", *Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, Chennai, India, 7-8 Apr. 2017, pp. 218-222

[4] Amandeep, et al., "Smart farming using IOT", *Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, Vancouver, BC, Canada, 3-5 Oct. 2017, pp. 278-280

[5] J. B. U. Dimatira, et al., "Application of fuzzy logic in recognition of tomato fruit maturity in smart farming", *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Singapore, 22-25 Nov. 2016, pp. 2031-2035

[6] R. K. Kodali and N. Rawat, "Wireless sensor network in mango farming", *2013 Nirma University International Conference on Engineering (NUiCONE)*, Ahmedabad, India, 28-30 Nov. 2013, pp. 1-6

วงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้เพื่อลดการเกิดรีเวิร์สอินเตอร์มอดูเลชันในการกระจายเสียงระบบเอฟเอ็ม

Cavity Bandpass Filter for Reducing Reverse Intermodulation in FM Broadcasting

ปัญญา หันตุลา[1] นันทวัฒน์ ใจเย็น[1] รังสรรค์ ทองทา[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์: 0-4422-3000
E-mail: panya_hantula@hotmail.co.th, nantawat.jaiyen@gmail.com, tongta@sut.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอวงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้ (Cavity Bandpass Filter) ที่สามารถใช้งานเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียงได้ วงจรกรองผ่านแถบที่นำเสนอสร้างจากวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ราคาถูก และมีการสูญเสียต่ำ ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่ามีสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (S11) -36.41 dB การสูญเสีย 0.25 dB และมี 3dB แบนด์วิธ 1.36 MHz สามารถลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 10 MHz จากความถี่กลาง 28.12 dB และสามารถลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 20 MHz จากความถี่กลาง 45.29 dB ตามลำดับ วงจรกรองผ่านแถบสามารถส่งผ่านความถี่วิทยุขนาดกำลังส่ง 500 วัตต์ได้

คำสำคัญ: วงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้, รีเวิร์สอินเตอร์มอดูเลชัน

Abstract

This paper proposes a high power cavity bandpass filter (BPF) that can be used to reduce interference signal from FM broadcast stations. The filter can be fabricated by material easily found in Thailand. The filter is simple to structured, low cost and low insertion loss. The experimental results show -36.41 dB of return loss (S11). Insertion loss is 0.25 dB and 3dB bandwidth is 1.36 MHz. Attenuation at 10 MHz above the center frequency is 28.12 dB and at 20 MHz above the center frequency is 45.29 dB. The filter can be used to pass RF power 500 watts.

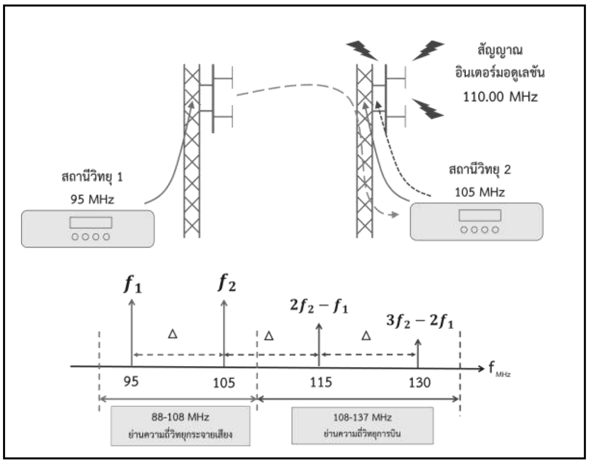
Keywords: A cavity band pass filter, Reverse Intermodulation

1. บทนำ

กิจการวิทยุการบินในประเทศไทยถูกรบกวนจากสถานีวิทยุกระจายเสียงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน การรบกวนที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีควบคุมภาคพื้นดินกับนักบินที่บังคับเครื่องบินอยู่ในขณะนั้น ซึ่งหากนักบินขาดการติดต่อสื่อสารจะส่งผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อชีวิตและทรัพย์สินของบุคคลอื่น ด้วยย่านความถี่ของวิทยุกระจายเสียง (88-108 MHz) อยู่ติดกับย่านความถี่วิทยุการบิน (108-137 MHz) จึงทำให้เครื่องส่งของวิทยุกระจายเสียงสามารถสร้างสัญญาณอินเตอร์มอดูเลชัน (Intermodulation) ล้ำเข้าไปในย่านความถี่วิทยุการบินได้ อินเตอร์มอดูเลชันเกิดจากวงจรขยายกำลัง (Power Amplifier) ของเครื่องส่งวิทยุที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear) และมีสัญญาณอินพุตมากกว่าหนึ่งความถี่ขึ้นไป ซึ่งจะก่อให้เกิดสัญญาณความถี่ใหม่จากเครื่องส่งวิทยุนอกเหนือจากความถี่อินพุต ในประเทศไทยมีจำนวนสถานีวิทยุกระจายเสียงมากกว่า 4,000 สถานี ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่ของประเทศไทย ทำให้ในบางพื้นที่มีสถานีวิทยุกระจายเสียงตั้งอยู่ใกล้กันและมีสถานีวิทยุที่ออกอากาศ 2 ความถี่พร้อมกัน รูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อสถานีวิทยุกระจายเสียงตั้งอยู่ใกล้กันทำให้สัญญาณของสถานีวิทยุ 1 สามารถแพร่ไปยังสถานีวิทยุ 2 ได้ สัญญาณดังกล่าวสามารถเดินทางเข้าไปยังวงจรขยายกำลังผ่านทางสายอากาศและสายนำสัญญาณ ซึ่งจะรวมกับสัญญาณเดิมของสถานีวิทยุ (เสมือนป้อนอินพุต 2 ความถี่) ทำให้วงจรขยายกำลังสร้างสัญญาณอินเตอร์มอดูเลชันออกมา ปรากฏการณ์นี้ว่า “Reverse Intermodulation (RIM)” [1].

วงจรกรองผ่านแถบ (Band Pass Filter: BPF) จึงถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันการเกิดอินเตอร์มอดูเลชันของเครื่องส่งวิทยุ ด้วยคุณสมบัติของวงจรกรองผ่านแถบที่ให้สัญญาณผ่านได้เพียงความถี่เดียวและลดทอนสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไป ดังนั้นสัญญาณจากสถานีวิทยุอื่นที่ย้อนกลับเข้ามาจะถูกลดทอนลงด้วยวงจรกรองก่อนที่สัญญาณดังกล่าวจะเดินทางไปถึงวงจรขยายกำลัง เมื่อสัญญาณที่ย้อนกลับเข้ามาลดลงจะทำให้ความแรงของสัญญาณ RIM ที่ออกจากเครื่องส่งวิทยุลดลงด้วย

เช่นกัน สัญญาณที่ออกจากเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงจะผ่านการกรองสัญญาณอีกครั้ง เพื่อให้สัญญาณ RIM ที่เหลืออยู่ถูกกรองออกจนหมด เหลือเพียงสัญญาณที่ต้องการส่งกระจายเสียงเท่านั้น งานวิจัยนี้นำเสนอวงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้ (Cavity Bandpass Filter) โดยสร้างจากการประยุกต์ใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย สามารถส่งผ่านกำลังความถี่วิทยุ (RF Power) ได้ 500 วัตต์ มีน้ำหนักเบา โครงสร้างและการประกอบไม่ซับซ้อน มีความทนทาน ราคาถูก มีการระบายความร้อนที่ดี และสามารถทำงานได้ตลอดย่านความถี่วิทยุกระจายเสียง



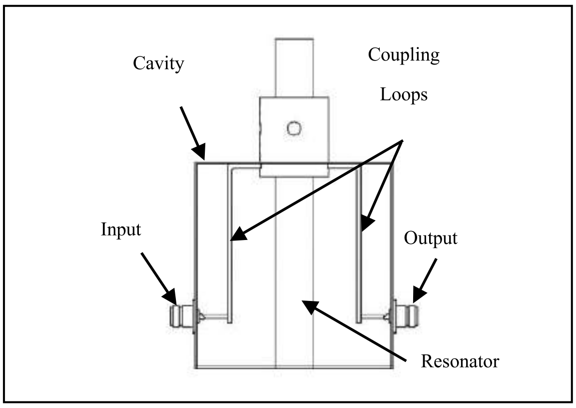
รูปที่ 1 แบบจำลองการเกิด Reverse Intermodulation (RIM) ของสถานีวิทยุกระจายเสียงที่อยู่ใกล้กัน

2. ออกแบบและสร้างวงจรกรองผ่านแถบ

2.1 โครงสร้างของวงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบวงจรกรองผ่านแถบโดยมุ่งเน้นเพื่อป้องกันการเกิดอินเตอร์มอดูเลชันจากสถานีวิทยุที่อยู่ใกล้กัน วงจรกรองผ่านแถบจึงจำเป็นต้องมีแบนด์วิธ (Bandwidth) ที่แคบ เพื่อให้สามารถส่งผ่านสัญญาณได้เฉพาะความถี่ที่ต้องการและลดทอนสัญญาณที่ความถี่ใกล้เคียงกับความถี่ใช้งานให้ได้มากที่สุด ดังนั้นจำเป็นต้องมีค่า Quality Factor (Q) สูง จึงสร้างด้วยวัสดุอลูมิเนียมที่มีลักษณะเป็นกล่องเพื่อสร้างปริมาตรในการเก็บพลังงาน โดยทั่วไปเรียกวงจรกรองประเภทนี้ว่า "วงจรกรองแบบคาวิตี้ (Cavity Filter)"

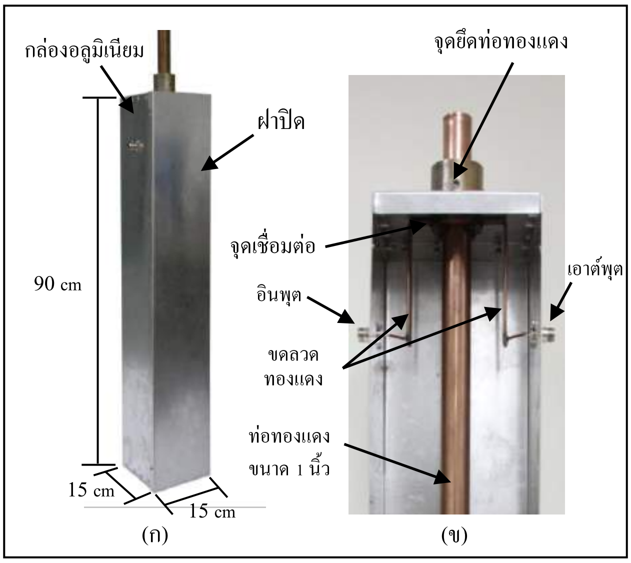
ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของวงจรกรองผ่านแถบแสดงดังรูปที่ 2 ประกอบด้วยตัวถังโลหะ (Cavity) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงาน ขดลวด (Coupling Loops) ทางด้านขาเข้าและขาออกทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความถี่วิทยุให้เป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าส่งไปยังแท่งโลหะ (Resonator) โดยแท่งโลหะทำหน้าที่เรโซแนนซ์ความถี่ที่ต้องการให้ส่งผ่านพลังงานจากขดลวดทางด้านขาเข้าไปยังขดลวดทางด้านขาออก ซึ่งความถี่ที่จะส่งผ่านพลังงานได้จะขึ้นอยู่กับความยาวของแท่งโลหะภายในตัวถัง



รูปที่ 2 ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของวงจรกรองผ่านแถบ

2.2 วงจรกรองผ่านแถบที่นำเสนอ

วงจรกรองผ่านแถบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 3(ก) โดยภายนอกสร้างจากวัสดุอลูมิเนียมหนา 1.6 มิลิเมตร เพื่อให้มีน้ำหนักเบาและสามารถระบายความร้อนได้ดี ขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 15 x 15 x 90 เซนติเมตร มีฝาปิดที่ทำจากอลูมิเนียมขนาดเท่ากันเพื่อให้สามารถเปิด-ปิดได้



รูปที่ 3 (ก) ลักษณะภายนอกของวงจรกรองผ่านแถบ (ข) ลักษณะภายในของวงจรกรองผ่านแถบ

รูปที่ 3(ก) ภายในประกอบด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ความยาว 100 เซนติเมตร อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของกล่องอลูมิเนียม จุดอินพุตและเอาต์พุตประกอบด้วยขดลวดทองแดงหนา 3 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความถี่วิทยุเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งต่อไปยังท่อทองแดงที่อยู่กึ่งกลาง ความยาวของท่อทองแดงภายในจะทำหน้าที่เรโซแนนซ์ (Resonance) ความถี่ที่ต้องการใช้งานให้สามารถส่งผ่านพลังงานไปได้ ดังนั้นสามารถเลื่อนท่อทองแดงขึ้น-ลงเพื่อปรับให้ตรงกับความถี่ที่ต้องการ เพื่อรองรับกำลังความถี่วิทยุ (RF Rower) ได้ไม่น้อยกว่า 500 วัตต์และเกิดการสูญเสียน้อยที่สุดในขณะส่งผ่านพลังงานจากขดลวดทางด้านขาเข้าไปยังขดลวดทางด้านขาออก ดังนั้นขดลวดทั้ง 2 ด้านจะถูกเชื่อมติดกันและจุดเชื่อมจะต้องยึดติดกับกล่องอลูมิเนียมอย่างแนบสนิทเพื่อให้ความร้อนสะสมที่ขดลวดทองแดงถ่ายเทไปยังกล่องอลูมิเนียมและระบายออกไปยังภายนอกได้ง่าย

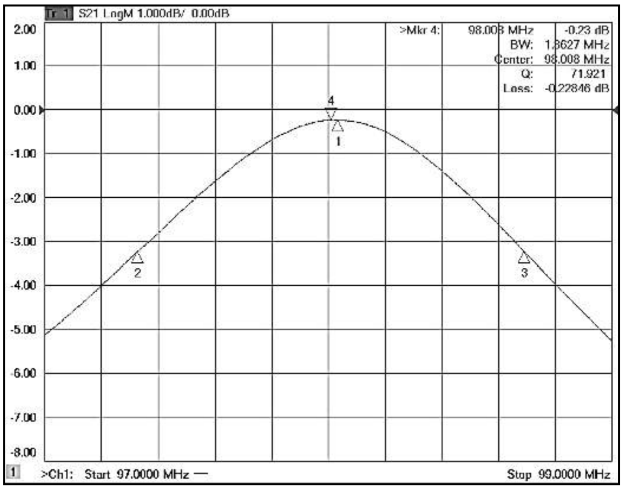
3. ผลการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ทดสอบคุณสมบัติของวงจรกรองผ่านแถบที่สร้างขึ้นด้วยเครื่อง Network Analyzer ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบในย่านความถี่วิทยุกระจายเสียง ซึ่งประกอบด้วยความถี่เริ่มต้น (88 MHz) ความถี่กลาง (98 MHz) และความถี่สุดท้าย (108 MHz) รูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบวงจรกรองผ่านแถบที่ความถี่ 98 MHz ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmitted power) อัตราการสูญเสีย (Insertion Loss) และ 3dB แบนด์วิธ (Bandwidth) และรูปที่ 6 แสดงการลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 10 MHz และ 20 MHz จากความถี่ใช้งาน

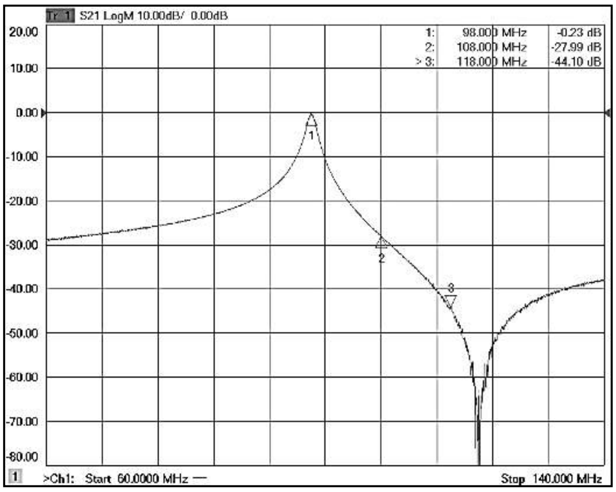
จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าวงจรกรองผ่านแถบที่นำเสนอสามารถใช้งานได้ตลอดย่านความถี่วิทยุกระจายเสียง โดยผลการทดสอบที่ความถี่ 98 MHz ซึ่งเป็นความถี่กลางของย่านความถี่วิทยุกระจายเสียง แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (S11) -36.41 dB อัตราการสูญเสีย 0.23 dB มีแบนด์วิธ 1.36 MHz การลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 10 MHz จากความถี่ใช้งานเท่ากับ 28.12 dB และห่างออกไป 20 MHz เท่ากับ 45.29 dB

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวงจรกรองผ่านแถบ

Frequency (MHz)	S11 (dB)	Insertion Loss (dB)	Bandwidth (MHz)	การลดทอนที่ความถี่ที่ห่างออกไป	
				10 MHz (dB)	20 MHz (dB)
88	-36.51	0.26	1.07	31.67	54.45
98	-36.41	0.23	1.36	28.12	45.29
108	-39.81	0.24	1.66	25.31	37.34



รูปที่ 5 สัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmitted power) อัตราการสูญเสีย (Insertion Loss) และ 3dB แบนด์วิธ (Bandwidth)



รูปที่ 6 การลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 10 MHz (ความถี่ 108 MHz) และ 20 MHz (ความถี่ 118 MHz) จากความถี่ใช้งาน

4. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวงจรกรองผ่านแถบแบบคาวิตี้ (Cavity Bandpass Filter) เพื่อใช้ในการกรองสัญญาณอินเตอร์มอดูเลชันจากเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงไม่ให้ไปรบกวนการติดต่อสื่อสารในย่านวิทยุการบิน การออกแบบมุ่งเน้นให้วงจรกรองผ่านแถบมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ราคาถูก มีการระบายความร้อนที่ดี สามารถหาวัตถุดิบในการสร้างได้ง่ายในประเทศไทย ผลการทดสอบวงจรกรองของงานวิจัยนี้พบว่าสามารถปรับความถี่ให้สามารถใช้งานได้ตลอดย่านความถี่วิทยุกระจายเสียง (88-108 MHz) คุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ผ่านแถบที่ความถี่ 98 MHz พบว่ามีสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (S11)

-36.41 dB การสูญเสีย (Insertion loss) 0.25 dB มี 3dB แบนด์วิธ 1.36 MHz และสามารถลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 10 MHz จากความถี่ที่ใช้งาน 28.12 dB และสามารถลดทอนที่ความถี่ห่างออกไป 20 MHz สามารถลดทอนได้ 45.29 dB

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการทำวิจัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนเครื่องมือและสถานที่จนบรรลุผลและประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] David Hand C.Eng MIET, "THE RF CHALLENGES OF ATC COMMUNICATIONS" Consultant Engineer - Park Air Systems Ltd.

[2] D'ostilio, James P., "Ceramic loaded temperature compensating tunable cavity filter." U.S. Patent No. 7,224,248. 29 May 2007.

[3] López, Ana Morán., "FILTER DESIGN IN COAXIAL CAVITIES." (2015).

[4] Liu, Bosui, Xun Gong, and William J. Chappell., "Applications of layer-by-layer polymer stereolithography for three-dimensional high-frequency components." IEEE Transactions on microwave theory and techniques 52.11 (2004): 2567-2575.

[5] Nasresfahani, Mitra., "Design and Fabrication of Centre Frequency and Bandwidth Tunable Cavity Filters." (2014).

[6] รังสรรค์ ทองทา, "โครงการศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรม Reverse Intermodulation การออกอากาศของสถานีที่อยู่ใกล้กันและแนวทางการดูแลให้เกิดการกวนกันให้น้อยของสถานีวิทยุกระจายเสียงสำหรับการทดลองประกอบกิจการกระจายเสียง" ,สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2014

ระบบตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกสำหรับห้องเรียนกลับทาง

Multiple–choice quiz system for flipped classroom

ตุลยา ลิมปิติ, สุภชา เชื้อบุญชัย, เสฏฐวิชญ์ สุกิจพิทยานนท์, อัญชลี ใจซื่อ และ ณัฐกานต์ พุทธรักษ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10520โทรศัพท์ 02-329-8324 E-mail: tulaya.li@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบตอบคำถามหลายตัวเลือกสำหรับใช้ในห้องเรียนกลับทางในประเทศไทย เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบดังกล่าวประกอบไปด้วยส่วนของอุปกรณ์ตอบคำถาม แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และส่วนต่อประสานกราฟิกผู้ใช้สำหรับผู้สอน ผู้เรียนสามารถตอบคำถามหลายตัวเลือกโดยใช้อุปกรณ์ตอบคำถามซึ่งส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือใช้แอปพลิเคชันในการตอบคำถามและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูล ข้อมูลที่เก็บไว้จะถูกนำมาประมวลผลเก็บเป็นค่าสถิติที่เป็นประโยชน์ในการวัดความเข้าใจของผู้เรียน โดยสามารถแสดงผลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกผู้ใช้ อุปกรณ์ตอบคำถาม และแอปพลิเคชัน จากการทดสอบการใช้งานกับห้องเรียนขนาดเล็ก พบว่าระบบสามารถใช้งานได้ดี โดยค่าหน่วงเวลาในการรับส่งข้อมูลและการประมวลผลไม่มีนัยสำคัญต่อการใช้งาน

Abstract

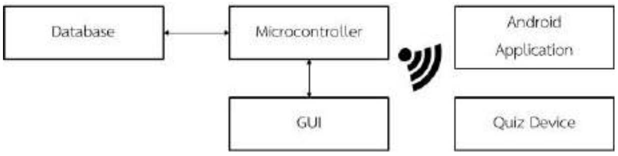
This paper proposes a design and development of a multiple-choice quiz system for flipped classrooms in Thailand, so that it is better equipped for in-class activities. The system consists of a quiz device, an Android application, and an instructor graphical user interface (GUI). Students answer the quizzes using either the device or the application. The microcontroller and application send the answers wirelessly to the database. The data is processed for scores and class statistics to evaluate students' understanding of class materials. The results are displayed on the GUI, the quiz device, and the application. The system is tested in a small classroom. It is found that the system works seamlessly with negligible transmission delays and processing times.

1. บทนำ

ห้องเรียนกลับทาง (flipped classroom) เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนแบบใหม่ ที่สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 โดยผู้เรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีและสื่อการสอนออนไลน์ และผู้สอนใช้กิจกรรมหลากหลายภายในห้องเรียนเพื่อทดสอบและเสริมความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่มอบหมาย [1, 2] เช่น การถาม-ตอบ การอภิปรายกลุ่ม หรือการเล่นเกม การทำแบบทดสอบโดยใช้คำถามแบบหลายตัวเลือก (multiple-choice quiz) เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ใช้เพื่อเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชา [3] หรือใช้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนมาล่วงหน้า [4] อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเริ่มนำเอาการเรียนในลักษณะนี้มาใช้ [5] อุปกรณ์และสื่อการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้สำหรับห้องเรียนกลับทางยังมีไม่มาก ส่วนใหญ่จะเป็น online platform หรือ application-based ด้วยเหตุนี้ ระบบตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกจึงถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้ระบบสามารถใช้งานได้ครอบคลุมกับกลุ่มผู้เรียนที่อาจจะไม่มีหรือไม่สะดวกในการใช้สมาร์ทโฟน

2. การออกแบบ

ระบบตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกสำหรับห้องเรียนกลับทางเริ่มต้นจากผู้เรียนทำแบบทดสอบโดยเลือกใช้อุปกรณ์ตอบคำถามที่ติดตั้งในห้องเรียน หรือแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของตนเอง ข้อมูลคำตอบจะถูกส่งแบบไร้สายไปยังฐานข้อมูลเพื่อประมวลผล ก่อนคะแนนและสถิติอื่นๆ จะถูกนำมาแสดงผลบนส่วนต่อประสานกราฟิกผู้ใช้ (GUI) สำหรับผู้สอน และบนแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์ตอบคำถามของผู้เรียน โดยแผนภาพของระบบแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพของระบบ

2.1 การออกแบบอุปกรณ์ตอบคำถาม (Quiz device)

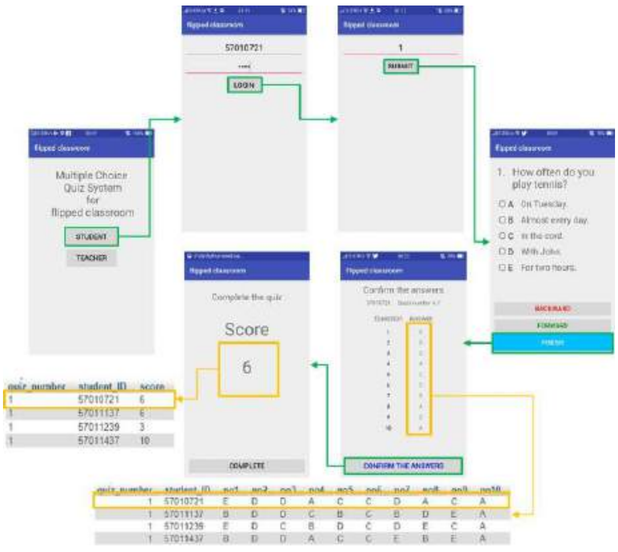
อุปกรณ์ตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกถูกออกแบบดังรูปที่ 2 หมายเลข 1 คือจอแสดงผล TFT LCD ขนาด 2.2 นิ้ว หมายเลข 2 คือ

สวิตช์ปุ่มกดสำหรับเลือกคำตอบ โดยการทำงานคืออุปกรณ์จะดึงคำถามและตัวเลือกจากฐานข้อมูลมาแสดงบนจอแสดงผล ผู้เรียนเลือกตอบคำถามที่ปรากฏบนจอโดยกดปุ่มตัวเลือก A B C D หรือ E ปุ่ม Forward (ลูกศรสีเขียว) และปุ่ม Backward (ลูกศรสีแดง) ใช้ในการเลื่อนไปยังคำถามข้อต่างๆ และปุ่ม OK (สีน้ำเงิน) ใช้สำหรับส่งคำตอบผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ไปเก็บยังฐานข้อมูล

รูปที่ 2 อุปกรณ์ตอบคำถามแบบหลายตัวเลือก

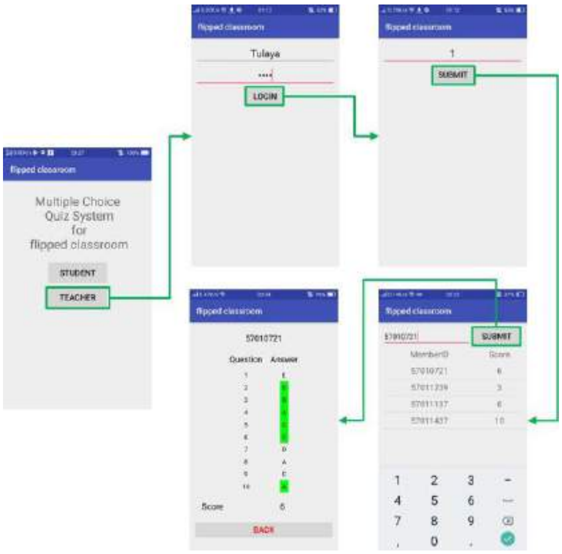
2.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานมี 2 สถานะ คือสถานะผู้เรียนหรือผู้สอน ซึ่งหน้าแรกของแอปพลิเคชันจะแสดงปุ่มเพื่อเลือกสถานะ รูปที่ 3 แสดงหน้าต่างแอปพลิเคชันสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนต้องเข้าสู่ระบบเพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานและเลือกชุดแบบทดสอบ โดยแอปพลิเคชันจะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อดึงคำถามและตัวเลือกมาแสดงบนหน้าจอ เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบครบแล้วจะแสดงหน้าต่างสรุปคำตอบ หลังจากกดส่งคำตอบระบบจะส่งข้อมูลคำตอบไปยังฐานข้อมูลและประมวลผลคะแนนมาแสดงผลทันที



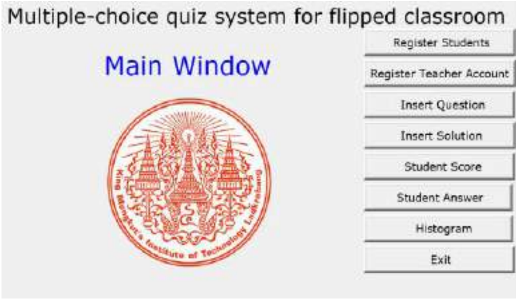
รูปที่ 3 แอปพลิเคชันสำหรับผู้เรียน

การใช้งานในสถานะผู้สอนถูกออกแบบไว้ดังรูปที่ 4 ผู้สอนต้องเข้าสู่ระบบเพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานเช่นเดียวกัน เมื่อเลือกชุดแบบทดสอบ แอปพลิเคชันจะแสดงคะแนนของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบนั้นๆ ผู้สอนสามารถคลิกบนรหัสผู้เรียนเพื่อดูรายละเอียดคำตอบแยกเป็นรายบุคคลได้อีกด้วย โดยคำตอบข้อที่ถูกต้องจะแสดงด้วยพื้นหลังสีเขียว



รูปที่ 4 แอปพลิเคชันสำหรับผู้สอน

2.2 การออกแบบ GUI สำหรับผู้สอน



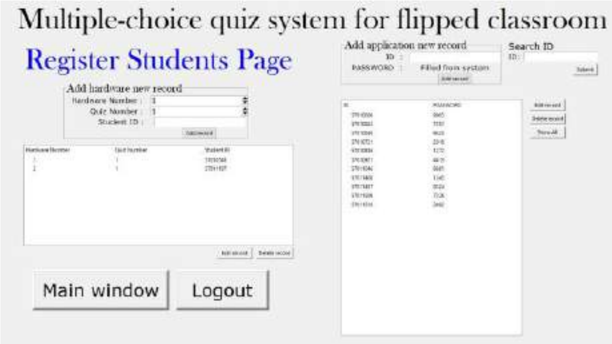
รูปที่ 5 หน้าต่างหลักของ GUI

หน้าต่างหลักของ GUI แสดงดังรูปที่ 5 ผู้สอนสามารถกดเลือกไปยัง หน้าต่างย่อย 7 หน้าต่าง คือ 1) Register Students ใช้ลงทะเบียนผู้เรียนก่อนใช้งานอุปกรณ์ตอบคำถามและแอปพลิเคชัน 2) Register Teacher Account ใช้ลงทะเบียนผู้สอนเพื่อเข้าใช้งาน GUI 3) Insert Question ใช้เพิ่มชุดแบบทดสอบลงในฐานข้อมูล 4) Insert Solution ใช้เพิ่มเฉลยของแบบทดสอบแต่ละชุด 5) Student Score ใช้แสดงคะแนนของผู้เรียน 6) Student Answer ใช้แสดงรายละเอียดคำตอบจากอุปกรณ์ตอบคำถามและแอปพลิเคชัน และ 7) Histogram หน้าต่าง

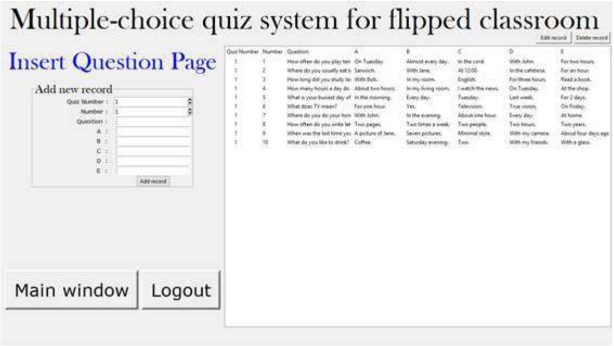
แสดงคะแนนและสถิติคำตอบในรูปแบบของกราฟฮิสโทแกรม เมื่อกดปุ่ม Exit จะจบการทำงานของ GUI

3. ผลการทดสอบระบบ

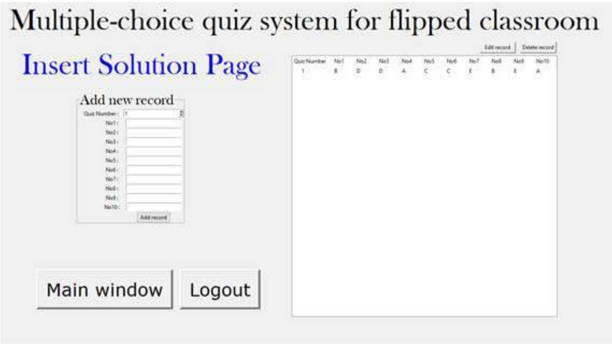
ผู้จัดทำได้ทดสอบการทำงานของระบบในห้องเรียนขนาดเล็ก โดยใช้ GUI ในการลงทะเบียนอุปกรณ์และแอปพลิเคชันของผู้เรียนดังรูปที่ 6 เพิ่มคำถามและตัวเลือกของแบบทดสอบดังรูปที่ 7 และเพิ่มเฉลยของแบบทดสอบดังรูปที่ 8 ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปเก็บยังฐานข้อมูลดังรูปที่ 9, 10 และ 11 ตามลำดับ



รูปที่ 6 หน้าต่าง Register Students



รูปที่ 7 หน้าต่าง Insert Question



รูปที่ 8 หน้าต่าง Insert Solution

number	quiz_number	student_ID
2	1	57011197
1	1	57010543

(ก)

student_ID	password
57010721	2018
57011408	1243
57010836	1272
57010921	4413
57011516	2492
57010023	7357
57011509	7226
57010636	9423
57011437	8524
57011046	9601
57010008	9003

(ข)

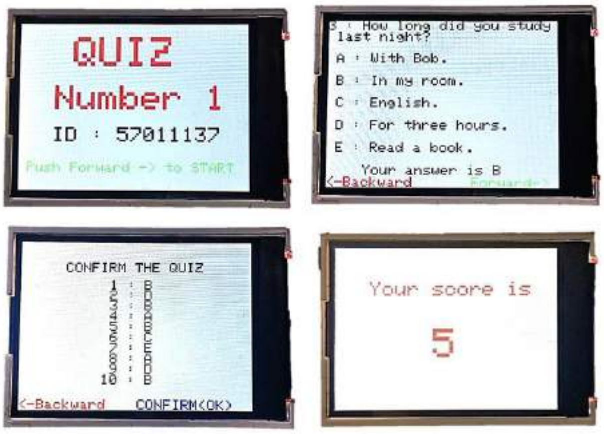
รูปที่ 9 ฐานข้อมูลผู้เรียน (ก) อุปกรณ์ตอบคำถาม (ข) แอปพลิเคชัน

no	quiz_number	question_number	question	A	B	C	D	E
1	1	1	How often do you play tennis?	On Tuesday	Almost every day	In the cord	With John	For two hours
2	1	2	Where do you usually eat lunch?	Sanwich	With Jane	At 12:00.	In the cafeteria.	For an hour
3	1	3	How long did you study last night?	With Bob	In my room	English	For three hours	Read a book
4	1	4	How many hours a day do you watch TV?	About two hours.	In my living room	I watch the news.	On Tuesday	At the shop.
5	1	5	What is your busiest day of the week?	In the morning	Every day	Tuesday	Last week.	For 2 days.
6	1	6	What does "TV" mean?	For one hour.	Yes.	Television.	For one hour.	On Friday.
7	1	7	Where do you do your homework?	With John.	In the evening	About one hour.	Every day	At home
8	1	8	How often do you write letters?	Two pages.	Two times a week.	Two people	Two hours.	Two years
9	1	9	When was the last time you took a picture?	A picture of Jane	Seven pictures	Minimal style	With my camera	About four days ago
10	1	10	What do you like to drink?	Coffee	Saturday evening	Two	With my friends	With a glass.

รูปที่ 10 ฐานข้อมูลคำถามและตัวเลือกของแบบทดสอบ

quiz_number	no1	no2	no3	no4	no5	no6	no7	no8	no9	no10
1	B	D	D	A	C	C	E	B	E	A

รูปที่ 11 ฐานข้อมูลเฉลยของแบบทดสอบ



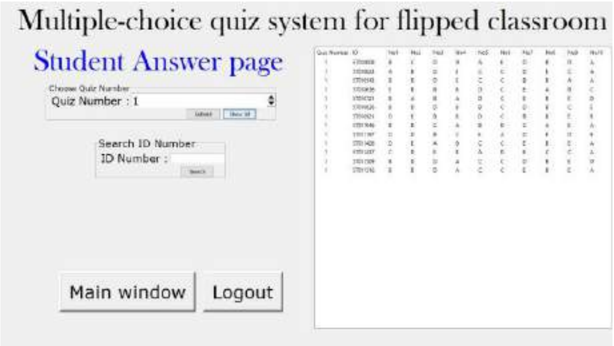
รูปที่ 12 จอแสดงผลของอุปกรณ์ตอบคำถามระหว่างการใช้งาน

ตัวอย่างผลการทำแบบทดสอบผ่านอุปกรณ์ตอบคำถาม แสดงในรูปที่ 12 เมื่อกดปุ่ม Forward เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ จะเห็นว่าคำถามและตัวเลือกถูกแสดงผลที่หน้าจอของอุปกรณ์ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จจะแสดงหน้าจอสรุปคำตอบ และสุดท้าย เมื่อกดปุ่ม OK คำตอบจะถูกส่งไปยังฐานข้อมูล จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะดึงเฉลยจากฐานข้อมูลมาคำนวณคะแนนและแสดงผลบนหน้าจอ ก่อนจะส่งข้อมูลคะแนนรวมไปเก็บยังฐานข้อมูลอีกครั้ง รูปที่ 13 แสดงฐานข้อมูลของคำตอบของผู้เรียนสำหรับแบบทดสอบนั้นๆ ซึ่งผู้สอนสามารถเรียกมา

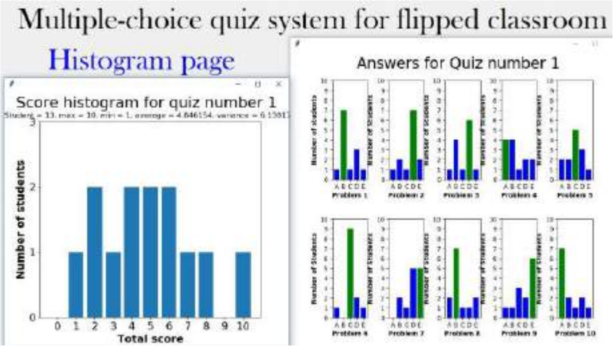
แสดงผลได้บนหน้าต่าง GUI ดังรูปที่ 14 นอกจากนี้ ผู้สอนยังสามารถดูคะแนนของผู้เรียนและสถิติคำตอบสำหรับแต่ละข้อคำถามในรูปแบบของกราฟฮิสโทแกรม ดังแสดงในรูปที่ 15 คำตอบที่ถูกต้องจะแสดงด้วยแท่งกราฟสีเขียว ทำให้ผู้สอนสามารถวัดผลได้ว่ากลุ่มผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในส่วนใด และต้องการการอธิบายเพิ่มเติมในจุดใด

quiz_number	student_ID	no1	no2	no3	no4	no5	no6	no7	no8	no9	no10
1	57010008	B	C	D	D	A	E	D	B	D	A
1	57010023	A	B	D	E	C	C	D	E	C	A
1	57010636	E	B	B	B	D	C	E	A	B	C
1	57010721	B	A	B	A	D	C	E	B	E	D
1	57010836	B	D	D	B	B	C	D	B	C	E
1	57010921	D	E	B	B	D	C	B	D	E	B
1	57011046	B	D	C	A	B	D	C	A	E	A
1	57011408	D	E	A	D	C	C	E	B	E	A
1	57011437	C	D	E	B	A	D	E	C	C	A
1	57011509	B	D	D	A	C	C	D	B	E	D
1	57011516	B	D	D	A	C	C	E	B	E	A
1	57010543	B	D	D	E	C	C	B	B	A	A
1	57011197	D	D	B	C	E	A	D	E	D	B

รูปที่ 13 ฐานข้อมูลคำตอบของผู้เรียน



รูปที่ 14 หน้าต่าง Student Answer



รูปที่ 15 หน้าต่าง Histogram

5. สรุป

ผู้จัดทำประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในกิจกรรมตอบคำถามแบบหลายตัวเลือกของผู้เรียนในห้องเรียนกลับทาง ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่ใช้อุปกรณ์ตอบคำถามและแอปพลิเคชัน โดยจากการทดสอบการใช้งานกับห้องเรียนขนาดเล็กพบว่าระบบสามารถใช้งานได้ดี ไม่มีปัญหาในการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ แอปพลิเคชัน และ GUI โดยค่าหน่วงเวลาในการสื่อสารข้อมูลกับฐานข้อมูลและการประมวลผลไม่มีนัยสำคัญต่อการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Roehl, S.L. Reddy, and G.J. Shannon. “The flipped classroom: An opportunity to engage millennial students through active learning strategies,” *J. of Family and Consumer Sci*., vol. 105(2), 2013, pp. 44-49.

[2] S.J. DeLozier, S.J. and M.G. Rhodes. “Flipped classrooms: a review of key ideas and recommendations for practice,” *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 29(1), 2017. pp. 141-151.

[3] A.B.Flynn. “Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic and spectroscopy, large and small, first to third year, English and French. *Chem. Educ. Res. and Practice*, vol. 16, 2015. pp. 198–211.

[4] S.P. Ferreri and S.K. O’Connor. “Redesign of a large lecture course into a small-group learning course. *American J. of Pharm. Educ*., vol. 77(1), 2013. Article 13.

[5] “เปิดเทอม ศธ.สั่งลดการบ้าน สพฐ.ผุดห้องเรียนกลับทาง” หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับวันที่ 10 พฤษภาคม 2556 หน้า 12.

การแปลภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยเทคนิคการสร้างกฎ

A translation of Thai Language to Thai Sign Language with Rule-based technique

ชยานนท์ บัวงามดี[1] และจรัสศรี รุ่งรัตนาอุบล[1]
[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาตัวแปลภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยเทคนิคการสร้างกฎ (Rule-based Machine Translation) โดยประโยคภาษามือไทยที่ได้จะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทย และต่อยอดเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สนับสนุนการสื่อสารระหว่างคนปรกติกับผู้พิการทางการได้ยินที่ทำงานและแสดงผลบนสมาร์ตโฟนได้ จึงสามารถใช้งานได้สะดวก ทุกที่ทุกเวลา โดยประโยคที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ ประโยคความเดียว และประโยคความรวม โดยประสิทธิภาพของตัวแปลภาษาด้วยเครื่องแบบใช้กฎที่ได้ออกแบบไว้มีค่าความถูกต้องร้อยละ 90.67 และประสิทธิภาพของภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ฐานข้อมูลคลิปวีดีโอภาษามือไทยจากเว็บไซต์พจนานุกรมภาษามือไทยอิเล็กทรอนิกส์มีผลประเมินระดับความเข้าใจภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 จาก 5 คะแนน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอต้นแบบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อพัฒนาและออกแบบระบบ

คำสำคัญ: ภาษามือไทย ภาพเคลื่อนไหวภาษามือ ผู้พิการทางการได้ยิน เทคนิคการแปลภาษาด้วยกฎ

Abstract

The objective of this research is to design and develop the rule-based machine translator for Thai to Thai sign sentences. The Thai sign sentences obtained are furtherly used and extended into a form of Thai sign language animation, and then the web-based application was designed and developed to support one-way communication between a normal Thai and deaf and hearing-impaired people. This application was designed to work on mobile to be easily and conveniently used at any time. The sentences used in this study are simple and compound sentences. The performance of Rule-based Machine Translation measured based on accuracy is 90.67 percent. The Thai sign Language animation is developed using Thai Sign Language clip video database from Thai Sign dictionary website (www.e-tsl.com). The quality and accuracy of the animation is evaluated by to Thai sign Language specialists and deaf students with a score 3.97.

Keywords: Thai sign language, Animation Thai sign language , Hearing impaired, Rule-based Machine Translation

1. บทนำ

จากข้อมูลการสำรวจโดยกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์เมื่อปี พ.ศ. 2559 พบว่าประเทศไทยมีผู้พิการที่ขึ้นทะเบียนไว้ทั้งหมด 1,657,438 คน โดยมีผู้พิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกายมากที่สุดร้อยละ 48.37 รองลงมาเป็นผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายคิดเป็นร้อยละ 18.28 และผู้พิการทางการมองเห็นร้อยละ 10.69 [1] ผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายจะมีลักษณะแตกต่างจากผู้พิการประเภทอื่น กล่าวคือเมื่อสังเกตจากลักษณะร่างกายภายนอกเราอาจไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นผู้พิการ โดยในบางกลุ่มของผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายอาจใช้เครื่องช่วยฟังช่วยในการรับฟัง แต่ในผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายแต่กำเนิด เครื่องช่วยฟังจะไม่สามารถใช้ได้ ดังนั้นข้อจำกัดหลักในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายมีเพียงการสื่อสาร หากสามารถจัดการกับข้อจำกัดนี้แล้วผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายก็จะสามารถใช้ชีวิตประจำวันและทำงานต่างๆ ร่วมกับผู้อื่นได้ไม่ต่างกับคนปรกติ

ทักษะการฟังและการพูดเป็นเครื่องมือหลักในการสื่อสารโต้ตอบระหว่างกันในคนทั่วไป แต่สำหรับผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายภาษามือเป็นเครื่องมือหลักในการสื่อสาร ภาษามือเป็นภาษาของชุมชนคนหูหนวกโดยอาศัยท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ ตำแหน่งของมือ ท่ามือ ลำตัว สีหน้า และตำแหน่งของร่างกาย ซึ่งในแต่ละประเทศ

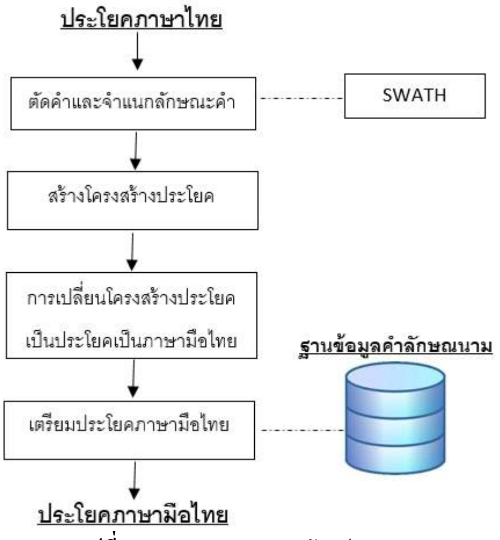
จะมีภาษามือเป็นของตัวเอง ดังเช่น ภาษามืออเมริกา ภาษามือสเปนและภาษามือไทย เป็นต้น โดยภาษามือไทยจะแบ่งลักษณะภาษาเป็น 2 ส่วน คือส่วนภาษามือที่ใช้ท่าทางต่าง ๆ เพื่อการสื่อความหมาย และส่วนภาษามือที่แทนตัวอักษรไทยซึ่งจะใช้นิ้วมือประดิษฐ์แทนตัวอักษร

ปัจจุบันในประเทศไทยจะเน้นใช้ล่ามภาษามือเป็นคนกลางในการสื่อสารระหว่างคนปรกติและผู้พิการ ดังเช่นล่ามภาษามือในการบรรยายข่าวทางทีวี แต่ปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีล่ามภาษามืออยู่เพียง 552 คน [2] ซึ่งไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามหน่วยงานและงานวิจัยหลายแห่งได้พยายามที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อสนับสนุนการสื่อสารกับผู้พิการทางการได้ยิน ดังเช่น เว็บไซต์พจนานุกรมภาษามือไทยอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลพจนานุกรมภาษามือไทยผ่านเว็บไซต์ [3] การพัฒนาตู้ TTRS ที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้พิการทางการได้ยินกับคนปรกติทั่วไป ผ่านการสนทนาทางวีดีโอโดยจะมีเจ้าหน้าที่ล่ามภาษาที่ปลายทางของศูนย์บริการเป็นคนกลางในการสื่อสาร [4] การพัฒนาระบบแปลข้อมูลการเดินทางของรถทัวร์เป็นภาษามือสเปนเพื่อบริการข้อมูลที่สำคัญกับผู้พิการทางการได้ยินที่ต้องการเดินทาง [5] เป็นต้น

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแปลภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยการสร้างกฎ เพื่อที่จะนำภาษามือไทยที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยต่อไป โดยเทคนิคการแปลภาษาด้วยเครื่องแบบใช้กฎเป็นการนำความรู้ทางภาษาศาสตร์ของทั้งภาษาต้นทางและปลายทางมาประยุกต์ใช้สำหรับสร้างกฎในการแปลภาษา [6] โดยในงานนี้ผู้ศึกษาเน้นประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศที่มีการจัดทำและเผยแพร่ก่อนหน้ามาพัฒนาต่อยอด โดยได้นำข้อมูลคลิปวีดีโอภาษามือใน [3] มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่รองรับการแสดงผลบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อการใช้งานง่าย สะดวกและเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา โดยหวังว่าการศึกษานี้จะสามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยแบบอัตโนมัติ ที่สามารถใช้เพื่อการบรรยายการโฆษณาของรายการทีวีได้ และช่วยในการสื่อสารกับคนพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. การออกแบบและพัฒนาตัวแปลภาษาไทยเป็นภาษามือไทย

การแปลประโยคภาษาไทยเป็นภาษามือไทยประกอบด้วยกระบวนการย่อยทั้งหมด 4 ขั้นตอนได้แก่ การตัดคำและจำแนกลักษณะคำ การสร้างโครงสร้างประโยค การเปลี่ยนโครงสร้างประโยคเป็นประโยคภาษามือไทย และการเตรียมประโยคภาษามือไทย ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบระบบตัวแปลภาษา

2.1 การตัดคำและจำแนกลักษณะคำ

เมื่อได้รับประโยคภาษาไทยเข้ามาระบบจะทำการตัดคำและจำแนกลักษณะคำ โดยใช้โปรแกรม SWATH [7] ซึ่งนอกจากตัดคำแล้ว SWATH สามารถระบุลักษณะคำหรือที่เรียกว่า POS Tag (Part-of-Speech Tag set) มาให้ด้วย โดย POS Tag แต่ละตัวจะมีความหมายตามลักษณะคำในภาษาอังกฤษ โดยตัวอย่าง POS Tag แสดงในตารางที่ 1 โดยจาก POS Tag ที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ในการสร้างโครงสร้างประโยคภาษาไทยต่อไป

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง POS Tag จากโปรแกรม SWATH

POS Tag	ความหมาย	ตัวอย่าง
NPRP	Proper noun	โค้ก พระอาทิตย์
VACT	Active verb	ทำงาน ร้องเพลง
VATT	Attributive verb	อ้วน ดี
NEG	Negator	ไม่ ไม่ได้

2.2 การสร้างโครงสร้างประโยค

เพื่อให้การแปลมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นในที่นี้ผู้วิจัยจะทำการแบ่งประโยคออกเป็นประโยคที่เล็กที่สุดเท่าที่จะแบ่งได้ โดยการแบ่งประโยคจะแบ่งจากตำแหน่งของคำเชื่อมและบริบทของประโยค จากนั้นจึงทำการรวมคำในแต่ละประโยคที่สามารถรวมให้เป็นกลุ่มคำหรือวลีเดียวกันได้ เพื่อเป็นการเตรียมประโยคย่อยก่อนทำการแปลโครงสร้างประโยคภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยการแปลภาษาด้วยเครื่องแบบใช้กฎ ซึ่งตัวอย่างการรวมคำจากกระบวนการที่กล่าวมาแสดงในตารางที่ 2 โดยกำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น SEN คือประโยคภาษาไทย S คือประธาน V คือกริยา O คือกรรม INO คือกรรมรอง CON คือ

คำเชื่อม ADJ คือคำขยาย NUM คือตัวเลขหรือจำนวนนับ PRE คือคำบุพบท และ CL คือลักษณนาม เป็นต้น โดยโครงสร้างเหล่านี้จะนำลักษณะคำที่ได้จาก POS Tag (แสดงด้วยตัวเอียง) มาเขียนเป็นไวยากรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบไวยากรณ์ภาษาไทย

ลำดับ			ไวยากรณ์
1	SEN	->	S + V | S + V + O | S + V + PRE + INO | S + V + O + PRE | S + NEG + V | S + NGE + V + O | S + NEG + V + PRE + O | S + NEG + V + O + PRE + INO | SEN + CON + SEN
2	S	->	S + ADJ | S + CL + ADJ | S + NUM + CL | S + CON + S | *PPRS* | *NCMN*
3	O	->	O + NUM + CL | O + CL + ADJ | O + ADJ | O + CON + O | *PPRS* | *NCMN*
4	V	->	V + V | V + CON + V | V + ADJ | *VACT* | *VSTA* | *VATT*
...	...		...
10	*PPRS*	->	“ฉัน” | “เขา” | “คุณ” | ...
11	*NCMN*	->	“หนังสือ” | “อาหาร” | “คน” | ...
12	*VACT*	->	“ทำงาน” | “ร้องเพลง” | “กิน” | ...
13	*VSTA*	->	“เห็น” | “รู้” | “คือ” | ...

ในการศึกษานี้วิเคราะห์ประโยคเพียง 4 ประเภท ได้แก่

1. ประโยคความเดียวแบบง่าย คือประโยคที่ประกอบด้วยประธาน กริยา และกรรม อย่างละ 1 คำ

2. ประโยคความเดียวแบบซับซ้อน คือประโยคที่ประกอบด้วย ประธาน กริยา กรรม คำขยาย คำลักษณนาม ตัวเลข และคำบุพบท อย่างละไม่เกิน 1 คำ

3. ประโยคความรวมแบบง่าย คือประโยคที่ประกอบด้วยประธาน กริยา กรรมอย่างละไม่เกิน 2 คำ และคำเชื่อม 1 คำ

4. ประโยคความรวมแบบซับซ้อน คือประโยคที่ประกอบด้วยประธาน กริยา กรรม คำเชื่อม คำขยาย คำลักษณนาม ตัวเลข และคำบุพบทอย่างละ 1 คำขึ้นไป

2.3 การเปลี่ยนโครงสร้างประโยคจากภาษาไทยเป็นภาษามือไทย

เนื่องจากโครงสร้างประโยคภาษาไทยและประโยคภาษามือไทยมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงโครงสร้างประโยคภาษาไทยให้สอดคล้องกับโครงสร้างประโยคภาษามือไทย ประโยคภาษาไทยมักขึ้นต้นประโยคด้วยประธานและเน้นย้ำการกระทำของประธานว่าทำอะไร ที่ไหน อย่างไร ในขณะที่ภาษามือไทยมักขึ้นต้นประโยคด้วยกรรมเพื่อให้ผู้พิการทางการได้ยินสามารถจินตนาการภาพและเข้าใจความหมายของประโยคได้ง่ายขึ้น ซึ่งในงานนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการแปลภาษาด้วยเครื่องแบบใช้กฎซึ่งกฎประกอบไปด้วยกฎระดับประโยคทั้งหมด 8 กฎ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตัวอย่างการใช้กฎเพื่อการแปลประโยคภาษาไทยเป็นภาษามือไทย เช่น “แม่ชงกาแฟ” ในภาษาไทยเป็น “กาแฟ + แก้ว + แม่ + ชง” ในภาษามือไทย ตามกฎในลำดับที่ 2

ตารางที่ 3 กฎเพื่อแปลงโครงสร้างประโยคภาษาไทยเป็นภาษามือไทย

ลำดับ	ประโยคภาษาไทย	ประโยคภาษามือไทย
1	S + V	S + V
2	S + V + O	O + CL + S + V
3	S + V + PRE + INO	INO + S + V
4	S + V + O + PRE + INO	INO + CL(INO) + O + PRE + CL(O) + S + V
5	S + NEG + V	S + NEG + V
6	S + NEG + V + O	O + CL + S + V + NEG
7	S + NEG + V + PRE + INO	INO + S + V + NEG
8	S + NEG + V + O + PRE + INO	INO + CL(INO) + O + PRE + CL(O) + S + V + NEG

2.4 การเตรียมประโยคภาษามือไทย

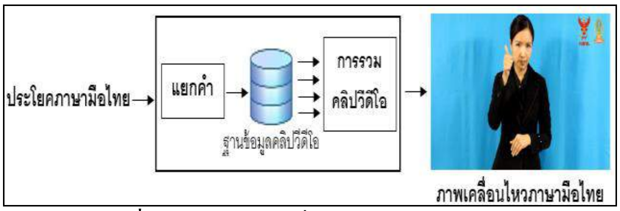
การเตรียมประโยคภาษามือไทยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเพิ่มคำลักษณนามและการรวมประโยค เนื่องจากประโยคภาษามือไทยจะเน้นเรื่องการใช้คำลักษณนาม โดยถ้าสังเกตโครงสร้างประโยคภาษามือไทยจากตารางที่ 3 จะพบว่าหลังกรรม (O) จะตามด้วยคำลักษณนามเสมอ (CL) ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องตรวจสอบว่าในประโยคมีคำลักษณนามครบตามที่จำเป็นหรือไม่ ถ้าไม่ครบจะต้องเพิ่มคำลักษณนาม โดยคำลักษณนามเหล่านี้ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลคำลักษณนามที่สอดคล้องกับคำนาม เมื่อเพิ่มคำลักษณนามแล้วจะตามด้วยการรวมประโยคย่อย ๆ ให้เป็นประโยคเดียว โดยหลักการรวมประโยคจะเป็นดังตารางที่ 4 โดย SEN1 และ SEN2 หมายถึงประโยคลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 การรวมประโยค

ลำดับ	ประโยคภาษาไทย	ประโยคภาษามือไทย
1	SEN1 + “และ” + SEN2	SEN1 + SEN2
2	SEN1 + “หรือ” + SEN2	SEN1 + SEN2
3	SEN1 + “เพราะ” + SEN2	SEN2 + SEN1

3. การสร้างภาพเคลื่อนไหวจากภาษามือไทย

เพื่อการสื่อสารภาษามือไทยอย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงนำผลลัพธ์ของประโยคภาษามือไทยที่ได้ก่อนหน้า มาพัฒนาเป็นภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทย โดยผู้วิจัยได้ใช้คลิปวีดีโอภาษามือไทยจาก [3] จำนวน 1,756 ข้อมูลมาใช้ โดยส่งประโยคภาษามือไทยเข้าไปในกระบวนการนี้จนได้ผลลัพธ์เป็นภาพเคลื่อนไหวจากภาษามือไทยดังแสดงในรูปที่ 2 โดยการนำคำที่แยกได้ไปค้นหาคลิปวีดีโอที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูล ซึ่งในครั้งแรกจะนำคำไปเปรียบเทียบกับฟิลด์ข้อมูลคำศัพท์ ถ้าไม่พบในฟิลด์ข้อมูลคำศัพท์จะทำการค้นหาอีกครั้งในฟิลด์ข้อมูลคำเหมือนหรือใกล้เคียง เนื่องจากในภาษามือไทยบางคำจะใช้ท่าภาษามือที่เหมือนกัน และบางคำสามารถใช้ท่าภาษามือทดแทนกันได้ จากนั้นจะรวมคลิปวีดีโอทั้งหมดเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทย



รูปที่ 2 การสร้างภาพเคลื่อนไหวจากภาษามือไทย

4. การประเมินผล

การประเมินประสิทธิภาพการแปลประโยคภาษาไทยเป็นประโยคภาษามือไทยด้วยการสร้างกฎ ผู้วิจัยได้ทดสอบการแปลกับประโยคภาษาไทยทั้งหมด 75 ประโยค โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความถูกต้องในการแปลแยกตามประเภทประโยค

ประเภทประโยค	ประโยคทั้งหมด	ประโยคที่ถูกต้อง	ร้อยละ
ประโยคความเดียวง่าย	12	10	83.33
ประโยคความเดียวแบบซับซ้อน	41	38	92.38
ประโยคความรวมแบบง่าย	17	17	100.00
ประโยคความรวมแบบซับซ้อน	5	3	60.0
รวม	**75**	**68**	**90.67**

โดยระบบสามารถแปลได้ถูกต้อง 68 ประโยค คิดเป็นร้อยละ 90.67 โดยประโยคความรวมแบบซับซ้อนจะให้ร้อยละความถูกต้องที่ต่ำสุด นอกจากนี้ได้ทำการประเมินความถูกต้องในส่วนของภาพเคลื่อนไหวและเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นกับอาจารย์ เจ้าหน้าที่ผู้สอนและนักเรียนผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายจำนวน 19 คน โดยคัดเลือกประโยคทดสอบมา 12 ประโยค โดยประเมินความเข้าใจของภาพเคลื่อนไหวเป็น 5 ระดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยระดับความเข้าใจของภาพเคลื่อนไหวที่ได้มีค่าเท่ากับ 3.97 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.535

5. สรุป

จากการออกแบบและพัฒนาตัวแปลจากภาษาไทยเป็นภาษามือไทยด้วยเทคนิคการสร้างกฎที่สามารถแปลประโยคความเดียวและประโยคความรวมได้ โดยมีความถูกต้องในการแปลร้อยละ 90.67 ซึ่งการแปลยังมีข้อจำกัด ได้แก่ ความครอบคลุมของกฎการแปล และความซับซ้อนและความกำกวมของประโยค ซึ่งผู้วิจัยจะต้องปรับปรุงกฎหรือเพิ่มเทคนิคอื่นๆ เพื่อให้ได้ความถูกต้องที่ดีขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ประยุกต์ใช้ประโยคภาษามือไทยที่ได้จากการแปลมาพัฒนาเป็นต้นแบบการสร้างภาพเคลื่อนไหวภาษามือไทยแบบอัติโนมัติ ซึ่งเหมาะกับงานบรรยาย ซึ่งได้มีการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันและพบว่าผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องมีความพอใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการสื่อสารหรือการเรียนการสอนภาษามือไทยได้

เอกสารอ้างอิง

[1] พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาชีวิตคนพิการ,พระราชบัญญัติ, เล่ม 124, 2550.หน้า 8 – 24.

[2] กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. (2560). สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ. Retrieved 10 มกราคม 2560, from http://nep1.dep.go.th/sign

[3] คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2559). Retrieved 29 กรกฎาคม 2558, from http://e-tsl.com/

[4] ศูนย์บริการถ่ายทอดการสื่อสารแห่งประเทศไทย. (2558). ศูนย์บริการถ่ายทอดการสื่อสารแห่งประเทศไทย Retrieved 18 พฤศจิกายน 2558, from http://www.ttrs.or.th/

[5] López-Ludeña, V., González-Morcillo, C., López, J. C., Barra-Chicote, R., Córdoba, R., & San-Segundo, R. (2014). Translating bus information into sign language for deaf people. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 32, 258-269.

[6] ณัฐพงษ์ จุฑางกูร, นราทิป เที่ยงแท้. (2553). การพัฒนาระบบแปลภาษาด้วยเครื่องแบบออนไล์สำหรับภาษาไทย-ญี่ปุ่น. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, 12, 51-56.

[7] ไพศาล เจริญพรสวัสดิ์. (2541). การตัดคำภาษาไทยโดยใช้คุณลักษณะ. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้

Three Dimensions Automatic Shaker for Orchid Tissue Culture.

สุธรรม ชุมพร้อมญาติ[1] อมรพันธ์ แก้วศรีนวล[1]
[1] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
109 หมู่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 075-773336-7 #104 E-mail:suthum.c@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานด้าปริมาณและระยะเวลาในการทำงานของเครื่อง ลักษณะการทำงานของเครื่องขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์แบบ Two in One มีระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติด้วย Twin timer และมีระบบเพลาหมุนทางเดียวแบบ one way ball bearing ตัวเครื่องมีการเคลื่อนที่ตามแนวระนาบและแนวดิ่งไปพร้อมกัน การวัดประสิทธิภาพการทำงานใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้อาจารย์และนักศึกษาทดลองใช้ ผลการทดลองพบว่าเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ มีการทำงานที่แตกต่างจากเครื่องที่จำหน่ายในท้องตลาด การเขย่ามีมิติที่แตกต่างกันทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องสามรถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องไม่ต้องพักเครื่อง ตัวเครื่องใช้งานได้สะดวก แข็งแรง ทนทาน วางขวดได้ครั้งละ 100 ใบ สามารถนำไปพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : เครื่องเขย่าอัตโนมัติ, เนื้อเยื่อกล้วยไม้

Abstract

The purpose of this research was to build a three dimensional automatic shake for orchid tissue growth and to test the efficiency of quantities and working times. The machine uses a two in one motor, controlled by twin timers and an one way ball bearing. The machine simultaneously moves by horizontal and vertical axes. The proficiency was evaluated by professors and students at the tissue culture lab, science major, faculty of science and technology.

The results show that a three dimensional shaker proves to be more efficient than a two dimensional shake, users were highly satisfy. It also shows machine wear is reduced. The increased volumes now up to 100 bottles at a time, so it means it can now be developed for commercial use.

Keyword: Automatic shaker, Orchid tissue culture.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมกล้วยไม้ของประเทศไทย ได้เจริญก้าวหน้าอย่างมาก และทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนไม้ดอกไม้ประดับทั้งหมด จากรายงานของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์รายงานปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ปี 2551 มียอดการส่งออกกล้วยไม้คิดเป็นวงเงิน 2,834.5 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การขยายพันธ์โดยทั่วไปไม่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้มากพอกับความต้องการ จึงมีความจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามาช่วยในการผลิต และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการต้องอาศัยการเขย่าตากล้วยไม้ในอาหารเหลวในวงการกล้วยไม้เรียกว่าว่า “การปั่นตา” ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือต่างๆที่นำเข้าจากต่างประเทศ

เครื่องเขย่า (Shaker) เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ เพราะจะต้องทำงานโดยการเขย่า (Shake) ตาของกล้วยไม้ในอาหารเหลวปลอดเชื้อเพื่อให้สามารถพัฒนาจนเกิดก้อนโปรโตคอร์ม (Protocorm like body) ซึ่งปกติจะต้องเขย่าตลอดเวลาเป็นเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 4-6 เดือน เพื่อให้เซลล์ได้รับอาหารและออกซิเจนอย่างทั่วถึง แล้วตรวจดูพัฒนาการของโปรโตคอร์มและย้ายลงในอาหารแข็งต่อไป หรือเขย่าต่อไปเพื่อให้เกิดโปรโตคอร์มปริมาณมาก จนได้ปริมาณตามที่ต้องการจึงย้ายลงสูตรอาหารให้พัฒนาเกิดราก และเป็นต้นสมบูรณ์ต่อไป เครื่องเขย่าจึงเป็นหัวใจของการปั่นตา ที่ต้องทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ หลายเดือนอย่างต่อเนื่อง และมีความจำเป็นต้องมีสภาพเครื่องที่ทนทานต่อการใช้งานระยะยาว และมีการเคลื่อนที่หลายทิศทาง

จากการศึกษาเครื่องเขย่าที่จำหน่ายในท้องตลาดพบว่ามีปัญหาที่ต้องปรับปรุงใน 2 ประการหลักคือ

1. เครื่องมีมอเตอร์ตัวเดียว เมื่อเขย่าได้ 6 ชั่วโมงต้องหยุดเครื่องและทำการย้ายขวด ลงไปใส่ในอีกเครื่อง ทำให้ต้องเสียเวลา และเสี่ยงต่อการเสียหาย และต้องซื้อถึง 2 เครื่อง

2.ที่รัดขวดใช้ขาเหล็กทำให้เกิดข้อเสียคือทำความสะอาดแผ่นพื้นยาก

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดประดิษฐ์เครื่องเขย่า 3 มิติขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้มากขึ้นโดยทำการติดตั้งระบบตั้งเวลา Twin time ให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มมอเตอร์เป็น 2 ตัว ทำงานสลับกันเพื่อลดการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวและเครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทำความสะอาดง่าย ทนการกัดกร่อน กันสนิม เพิ่มจำนวนตากล้วยไม้ให้มีปริมาณมากขึ้น ลดการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศที่ราคาสูง สร้างรายได้ให้กับชุมชนและผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในประเทศไทยต่อไป

2. เนื้อความหลัก

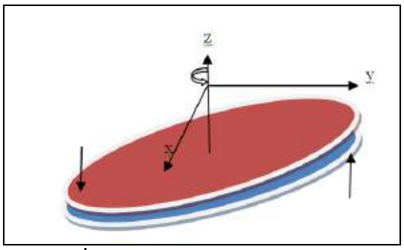
2.1 หลักการ ทฤษฎี ตัวแบบ แนวเหตุผล หรือสมมุติฐาน

2.2.1 การเพาะเนื้อเยื่อกล้วยไม้

การเพาะเนื้อเยื่อกล้วยไม้หรือที่เรียกกันว่า "การปั่นตา"เป็นการขยายพันธุ์กล้วยไม้ที่ทำให้ได้ต้นที่มีลักษณะพันธุ์เหมือนเดิมเป็นปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วโดยการนำเนื้อเยื่อจากส่วนต่างๆ ของกล้วยไม้ เช่น ตายอด ตาข้าง ปลายใบอ่อน มาเลี้ยงด้วยอาหารสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อและมีการควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิให้เหมาะสม ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงนำไปปลูกได้ต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 10 เดือนแต่ส่วนใหญ่จะใช้เวลานานกว่านี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วยไม้ ความสมบูรณ์ของหน่อ เทคนิคในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สูตรอาหารสังเคราะห์ และสภาพแวดล้อม ขั้นตอนสำคัญในการเพาะเนื้อเยื่อกล้วยไม้ พอสรุปได้ดังนี้ เลือกชิ้นส่วนของกล้วยไม้ที่มีเนื้อเยื่อเจริญที่สามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อน โดยฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวชิ้นส่วนกล้วยไม้ให้ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ก่อนตัดส่วนเยื่อเจริญออกไปเพาะเลี้ยง การเลี้ยงชิ้นส่วนหรือตาในระยะแรก เมื่อฟอกฆ่าเชื้อแล้วใช้มีดเจาะตาขนาดเล็กไม่เกิน 0.5 เซนติเมตรนำไปเลี้ยงในอาหารเหลวหรืออาหารแข็งสูตรที่เหมาะสม ตาจะมีโปรโตคอร์ม (protocorm) สีเขียวแตกออกมารอบๆ ระยะนี้ต้องเปลี่ยนอาหารทุกสองสัปดาห์ การเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์มโดยคัดเลือกโปรโตคอร์มที่เป็นก้อนกลมไม่มีใบยอด ไปเลี้ยงในอาหารสูตรที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์ม แล้วย้ายไปเลี้ยงในอาหารแข็งสูตรที่เหมาะสม เมื่อต้นสูงประมาณ 2-3 เซนติเมตรก็คัดแยกแต่ละต้นย้ายไปเลี้ยงในวุ้นอาหาร เพื่อให้เจริญเติบโตแข็งแรงพร้อมที่จะนำออกปลูกภายนอกได้

2.2.2. ทฤษฎีการทำเครื่องเขย่าปั่นตากล้วยไม้

ทฤษฎีของการเขย่าปั่นตากล้วยไม้ 3 มิติ อาศัยหลักการหมุนรอบแกนหมุน 2 แกนโดยอาศัยมอเตอร์หลัก 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยมอเตอร์ 2 ตัวแต่ละตัวหมุนตามแกนหมุนในแนวแกน Z (เคลื่อนที่หมุนส่ายในระนาบ XY) และ แกนหมุน(เคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบ (YZ) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบจำลองการเขย่าตากล้วยไม้

2.2.2.1 การเขย่าในแนวนอนขนานกับพื้นระนาบก็ใช้หลักการมอเตอร์หมุนพูเลย์ขับ ทดรอบพูเลย์ตามการเขย่าแนวราบวนเป็นวงกลมโดยใช้ลูกเบี้ยวติดที่แป้นเขย่า ความเร็วรอบในการเขย่า 120 รอบต่อนาที ตามทฤษฎีคำนวนจากพูเลย์ดังนี้ พูเลย์ขับที่มอเตอร์เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ขับเพลาชุด One way ball bearing พูเลย์ 3 นิ้ว โดยด้านปลายอีกข้างของเพลาเป็นพูเลย์ขนาด 2½ นิ้ว ไปขับพูเลย์ตาม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว และความเร็วรอบสุดท้าย คำณวนได้จากอัตราทดในชุดที่ 1 และ ชุดที่2 หารด้วยความเร็วรอบตั้งต้นของมอเตอร์

อัตราทดชุดที่ 1 พูเลย์ตามเส้นผ่าศูนย์กลาง3 นิ้ว พูเลย์ขับเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว

อัตราทด = พูเลย์ตาม / พูเลย์ขับ = 3/2 = 1.5

อัตราทดชุดที่ 2 พูเลย์ตามเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว พูเลย์ขับเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ½ นิ้ว

อัตราทด = พูเลย์ตาม / พูเลย์ขับ

= 20/2.5

= 8

ทำให้ได้อัตราทดรวมชุดที่ 1 และ 2 = 1.5 X 8

= 12

$$\text{ความเร็วรอบของพูเลย์ตามสุดท้าย} = \frac{\text{ความเร็วรอบมอเตอร์ตั้งต้น}}{\text{อัตราทดรวม}}$$

= 120.83 รอบ/ต่อนาที

2.2.2.2 การเขย่าอย่างต่อเนื่องโดยใช้ Twin timer ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 2 ตัว และใช้ระบบรองเพลาหมุนทางเดียว One way ball bearing เนื่องจากต้องเขย่าต่อเนื่องเป็นเวลาติดต่อกันนาน 4 – 6 เดือน การลดภาระของมอเตอร์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด การใช้ Twin timer และ One way ball bearing เป็นชุดควบคุม

การทำงานโดยอัตโนมัติโดยต่อจากวงจร Twin timer เข้าแผงควบคุมไปที่มอเตอร์ทั้ง 2 ตัว สามารถตั้งเวลาสลับการทำงานได้ตั้งแต่ 1 วินาที จนถึง 30 ชั่วโมง

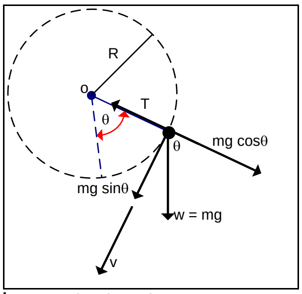
2.2.2.3 การเขย่าในแนวแกน Z โดยใช้หลักการเคลื่อนที่แบบคาบ (harmonic motion : oscillation) คือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม ตามสมการดังนี้

$$x = A\cos(\omega t + \Phi)$$

$$v = -A\omega\sin(\omega t + \Phi)$$

$$a = -A\omega^2\cos(\omega t + \Phi)$$

พิจารณาการเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวดิ่ง ลักษณะการเคลื่อนที่จะไม่เหมือนกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลมแบบสม่ำเสมอ เช่น ลูกบอลผูกติดกับเชือกยาว R หมุนเป็นวงกลมในแนวดิ่ง ความเร็วของลูกบอลจะเพิ่มขึ้นขณะหมุนลง และลดลงขณะหมุนขึ้น ความเร็วของการเคลื่อนที่จึงไม่สม่ำเสมอ ในกรณีนี้ความเร่งของการเคลื่อนที่มี 2แนว คือ แนวสัมผัสการเคลื่อนที่แบบวงกลม ($a_{\|}$) และ แนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ($a_{\perp}$) ดังนั้นแรงในการเคลื่อนที่เป็นวงกลมจึงมี 2 แนวคือ แรงลัพธ์ในแนวสัมผัสการเคลื่อนที่แบบวงกลม ($F_{\|}$)และแรงลัพธ์ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม ($F_{\perp}$) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวดิ่ง

แรงลัพธ์ในแนวสัมผัสการเคลื่อนที่แบบวงกลม ($F_{||}$) = mg sinθ
แรงลัพธ์ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม

$$(F_{\perp}) = T - mg\cos\theta$$

จากกฎข้อที่สองของนิวตันพบว่าความเร่งในแนวสัมผัสการเคลื่อนที่

แบบวงกลม ($a_{||}$) = $g\sin\theta$

ความเร็วน้อยที่สุดที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้พอดี เป็นความเร็วที่ส่งผลให้แรงเข้าสู่ศูนย์กลางมีค่าประมาณศูนย์

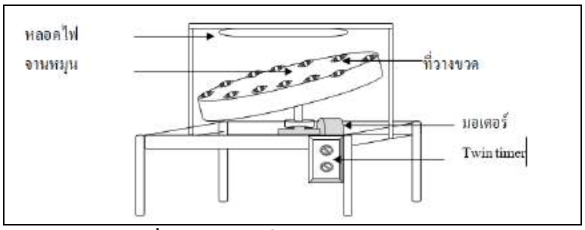
$$0 = m\left(\frac{v^2}{R} - g\right)$$

ดังนั้น $v = \sqrt{Rg}$

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเพื่อสร้างเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะของผลงานสิ่งประดิษฐ์

2.2.1 ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการเคลื่อนที่บนระนาบ xy และการสั่นตามแกน z พร้อมกันดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ

2.2.2 วิธีการสร้างและประกอบชิ้นส่วน

การประกอบมอเตอร์และชุดเกียร์

รูปที่ 4 การประกอบมอเตอร์และชุดเกียร์

การประกอบชุด Twim timer

รูปที่ 5 การประกอบชุด Twin timer

2.3 ผลการวิจัย

หลังจากสร้างเครื่องทางผู้วิจัยได้นำมาทดลองจริงในห้องปฏิบัติการโดยให้ผู้ช่วยศาสตราจารย์อมรพันธ์ แก้วศรีนวลและอาจารย์ในสาขาชีวะวิทยาทดสอบเหวี่ยงสารและเนื้อเยื่อพืชชนิดต่างๆ

รูปที่ 6 การทดสอบนำขวดมาเขย่า

2.3.1 วิจารณ์การทดลอง

จากการทดลองเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ โดยให้อาจารย์และนักศึกษาใช้ในห้องปฏิบัติการ พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแตกต่างกับที่จำหน่ายในท้องตลาด คือเครื่องที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปจะเขย่าตามแนวระนาบอย่างเดียวแต่เครื่องที่สร้างขึ้นจะเขย่า ทั้งแนวระนาบและแนวดิ่งไปพร้อมกัน ทำให้การเขย่าสารและเนื้อเยื่อมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ในการจัดว่างขวดยังได้จำนวนมาก สะดวกและรวดเร็ว เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่ต้องมีการพักเครื่อง

2.3.2 ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

ได้เครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติ สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าเดิมและลดต้นทุน

3. สรุป

การวิจัยเครื่องเขย่าอัตโนมัติ 3 มิติสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้เป็นเครื่องเขย่าหรือเครื่องเหวี่ยงหลายทิศทาง สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ชุดสลับ เพื่อทำงานได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน ตัวเครื่องจะมีความแตกต่างจากท้องตลาดคือจะเขย่าทั้งในแนวระนาบและแนวดิ่งพร้อมกัน มีระบบตั้งเวลาแบบ Twin timer ตัวเครื่องติดตั้งมอเตอร์แบบ two in one ชุดเพลาเป็นแบบ one way ball bearing มีการตั้งเวลาอย่างต่อเนื่องสลับการทำงานของมอเตอร์เพื่อลดการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัว นอกจากนี้เครื่องดังกล่าวยังทำงานได้สะดวก มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ทำความสะอาดง่าย มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพการใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกไม่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อน จากการวิจัยสามารถนำเครื่องต้นแบบไปพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์เพื่อใช้งานในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถถ่ายทอดประสบการณ์การทำเครื่องแก่ผู้ประกอบ การหรือชุมชนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผู้ใช้งานได้เสนอให้ปรับปรุงเครื่องเล็กน้อยในส่วนของการเขย่าในแนวดิ่งโดยเพิ่มความแรงของการเขย่าให้มากขึ้น

4. กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ ได้รับอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2554 ทางผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์อมรพันธ์ แก้วศรีนวลและอาจารย์อุไรวรรณ วันทอง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ รวมถึงการออกแบบและร่วมทำการวิจัยจนสำเร็จ ขอขอบคุณนายสัญญา ยอดธรรม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการสร้างและประกอบเครื่องจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและสถานที่ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญในการทำวิจัยของบุคลากร และคอยติดตามความก้าวหน้าจนทำให้การวิจัยสำเร็จลุร่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ขอมอบให้เป็นส่วนหนึ่งในการจัด การเรียน การสอนของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและผู้ที่สนใจในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] จรัส บุณยธรรมา. 2545. ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ; สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

[2] ปิยพงษ์ สิทธิคง. 2547. ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา เล่ม 1 ; บริษัทเพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด.

[3] วิทยาศาสตร์, กรม, ดินฟอกสี, รายงานกิจกรรมของกรรมวิทยาศาสตร์, ตุลาคม 2516- กันยายน 2517, ฉบับ

[4] Alfermann. .A.W. and Petersen M. 1995. Natural products formation by plant cell biotechnology. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 199 - 205.

[5] Alonso, M. and Finn, J.E. 1973. University Physics , Vol I,II, Addison-Wesley.

[6] Dodds J.H. and Roberts L.W. 1995. Experiments in Plant Tissue Culture 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำนมดิบ โดยใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตัล คาปาซิเตอร์

Detection of Water Adulteration in Raw Milk Using Interdigital Capacitor Sensor

สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์[1]*, ถนอมศักดิ์ วงศ์มีแก้ว[2]
โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ[2] คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
*E-mail: sboonkirdram@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการตรวจสอบการเจอปนของน้ำในน้ำนมดิบ โดยใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตอล คาปาซิเตอร์ การตรวจสอบประกอบด้วย เซนเซอร์อินเตอร์ดิจิตอล คาปาซิเตอร์และเครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าที่ความถี่ 1KHz และ 100KHz แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ วัตถุประสงค์การตรวจสอบคือ การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างการเจือปนของน้ำกับน้ำนมดิบ มีปริมาตร 500 มล. โดยการเติมน้ำลงในน้ำนมดิบจะเติมครั้งละ 10% ถึง 100% ผลการทดลองมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.999$ และ $R^2 = 0.9992$ เมื่อใช้ความถี่ 1KHz และ 100KHz ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตอล คาปาซิเตอร์ตรวจวัดการปนเปื้อนน้ำในน้ำนมดิบ เซ็นเซอร์ได้รับการประดิษฐ์เพื่อให้มีประสิทธิภาพการรับรู้ที่ดี ข้อได้เปรียบของเซ็นเซอร์คือโครงสร้างที่เรียบง่ายและราคาไม่แพง

คำสำคัญ: น้ำนมดิบ; เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตัล คาปาซิเตอร์; ค่าความจุไฟฟ้า

Abstract

This research paper presents a detection of water adulteration in raw milk using interdigital capacitor sensor. The detection consists of a interdigital capacitor sensor and the capacitance measurement is 1V. 10KHz and 100KHz. The raw milk was 500 ml. The objective of this detection is relationship between the water adulteration by adding water will added each 10% until 100%. The experimental results of the coefficient of R2 = 0.999, R2 = 0.9992 and using frequency 1KHz and 100KHz respectively. The experimental also results show there is possibility of a sensor for Water Adulteration in Raw Milk generally. A sensor has been fabricated to have better sensing performance. The advantage of this sensor is a very simple structure and inexpensive.

Keywords: Raw milk, Interdigital Capacitor sensor, Capacitance,

1.บทนำ

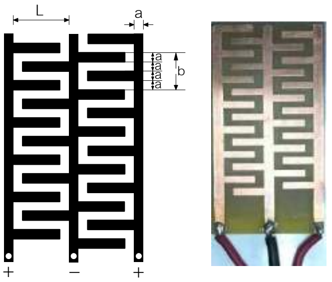
น้ำนมดิบ(raw milk) เป็นแหล่งอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย มีคุณค่าทางโภชนาโดยเฉพาะหญิงมีครรภ์ ผู้สูงอายุและในเด็ก ซึ่งช่วยในการพัฒนาการด้านสมองให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การบริโภคนมมีเพิ่มขึ้นทั่วโลกและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา [1] เพราะน้ำนมดิบและผลิตภัณฑ์น้ำนมมีแคลเซียม โซเดียม และแมกนีเซียมอยู่ในรูปของฟอสเฟตคลอไรด์และเคซีนเอท มีมากในน้ำนมปกติ [2] การผลิตน้ำนมดิบให้มีคุณภาพดีนั้นมีปัจจัยที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ เช่น ชนิดของพันธุ์ (Breed) อายุ (Age) วัวแต่ละตัว (Individuality) ช่วงระยะเวลาระหว่างการรีดนม (Time of Milking) ระยะเวลาที่แม่วัวให้น้ำนม (Lactation period) และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ฤดูกาล อาหาร ความสมบูรณ์ของแม่วัวขณะมีลูกอ่อน โรคหรือการเจ็บป่วยของแม่วัวและภาวะของเต้านม น้ำนมดิบยังเป็นวัตถุดิบหลักเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมหลายชนิด เช่น น้ำนมพาสเจอไรซ์ นมเปรี้ยว โยเกิร์ต นมผง เนยแข็ง ซึ่งคุณภาพน้ำนมดิบมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ น้ำนมที่มีคุณภาพต้องสะอาดไม่มียาหรือสารตกค้างในน้ำนม ไม่มีเชื้อโรคติดต่อถึงคน มีรสหวานเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของน้ำนม มีปริมาณไขมันเนย (Fat) โปรตีนนม (Protein) เนื้อนมพร่องมันเนย (Solid not Fat : SNF) และเนื้อนม (Total Solid : TS) ตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าการเกษตร มกษ. 6003-2553 กำหนดองค์ประกอบน้ำนมเพื่อการบริโภคที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและคุณประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับ ส่วนประกอบของน้ำนมคือ น้ำซึ่งมีอยู่ประมาณ 87% ส่วนที่เหลือคือไขมันนมและของแข็ง ในน้ำนมที่ไม่รวมไขมัน (milk solid not fat) ซึ่งประกอบด้วย โปรตีน น้ำตาลแล็กโทส เกลือแร่ วิตามิน การตรวจคุณภาพน้ำนมเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมนม เพราะสามารถบอกว่าน้ำนมเหมาะสมจะนำมาบริโภคหรือทำผลิตภัณฑ์นมต่อไป

หรือไม่ การตรวจคุณภาพน้ำนมอาจจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การตรวจคุณภาพน้ำนมเบื้องต้น เป็นการตรวจคุณภาพน้ำนมดิบก่อนเข้าสู่ขบวนการผลิตเพื่อป้องกันน้ำนมดิบที่มีคุณภาพไม่ดีเจือปนลงไปในน้ำนมคุณภาพดีและตรวจสอบว่าน้ำนมดิบเหมาะสมจะนำมาบริโภคหรือทำผลิตภัณฑ์หรือไม่ และการตรวจคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจหาจำนวนแบคทีเรียในน้ำนมรวมทั้งสิ่งเจือปน ปัจจุบันการเติมน้ำเป็นส่วนหนึ่งของการเจือปนนมพบบ่อยที่สุด การเพิ่มขึ้นของน้ำอาจเกิดจากการเจือจางของนมที่ตั้งใจหรืออาจเกิดขึ้นที่โรงงานผลิตนมในกระบวนการผลิตสำหรับการล้างสายการผลิต [3] น้ำนมดิบที่ถูกเจือจางด้วยน้ำทำให้ในความเข้มข้นของเกลือแร่และแลคโตสลดลง มีผลในการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางไฟฟ้าของนม เช่น ความสามารถในการนำไฟฟ้าลดลง [4][5] อีกทั้งการมีส่วนผสมของน้ำเพิ่มขึ้น สร้างปัญหาที่สำคัญให้กับอุตสาหกรรมนม นำไปสู่ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ การเสื่อมสภาพ คุณภาพของผลิตภัณฑ์และเสี่ยงต่อความต้องการและความปลอดภัยของผู้บริโภค วิธีการตรวจคุณภาพของน้ำนมที่ผ่านมา สามารถตรวจสอบผ่านการวัดจุดเยือกแข็งของนมหรือการเปลี่ยนแปลงของการหักเหของแสงจากส่วนประกอบของนมหลังจากการกำจัดส่วนประกอบไขมัน [6] การวิเคราะห์สี การประเมินความเป็นกรด การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ (Microbial population count) การตรวจหาไขมันในน้ำนมดิบ เป็นต้น วิธีการตรวจคุณภาพดังกล่าวตัวอย่างน้ำนมต้องถูกนำไปตรวจสอบในห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานมีความแม่นยำ มีราคาแพงและใช้เวลานาน จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำนมดิบพบว่ามีคุณสมบัติเป็นสื่อกระแสไฟฟ้า เนื่องจากมีสารประกอบประจุไฟฟ้า เช่น เกลือที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมาก (Colloidal particles) กระจายทั่วไปในตัวกลาง (Continuous phase) ซึ่งมีอิทธิพลสำคัญต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำนม [7] คือ ค่าความจุไฟฟ้า

จากการศึกษาการใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิทัล คาปาซิเตอร์ (Interdigital Capacitor Sensor: IDCs) พบว่ามีความคุณสมบัติ รูปแบบโครงสร้างที่ประดิษฐ์ง่ายโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์(PCB) มีราคาถูก เนื่องจากการทำงานและใช้งานไม่ซับซ้อน [8] อีกทั้งถูกนำไปใช้งานทั่วไป เช่น เซนเซอร์แบบสัมผัส [9] เซนเซอร์แรงกด [10] การตรวจสอบสารเคมี [11] งานด้านความชื้นและเซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ [12] การตรวจสอบการปนเปื้อนสารพิษที่เป็นอันตรายในอาหารทะเล [13] การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยใช้อินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์ [14] การตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำผึ้ง [15] บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาระดับของน้ำในน้ำนมดิบ ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่แสดงคุณสมบัติของความเข้มและคุณภาพของน้ำนมดิบ โดยศึกษาผลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เจือปนในน้ำนมดิบ การวิเคราะห์ใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาใช้น้ำนมดิบได้จากสหกรณ์โคนมวาริชภูมิ จำกัด อ.วาริชภูมิ จ.สกลนคร มีค่าความเป็นกรด (pH) 6.80 การศึกษาใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิทัล คาปาซิเตอร์ มีโครงสร้างคล้ายซี่หวี (Comb) ทำโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ด้านเดียวชนิดเกรด FR-4 (Woven glass and epoxy) ความหนาของวัสดุฐานรอง (t) = 0.764 µm ค่าไดอิเล็กทริกของวัสดุฐานรอง (ε_S) = 4.3 ความหนาของทองแดงบน PCB เท่ากับ 35µm เซนเซอร์ประกอบด้วยแผ่นตัวนำทองแดงที่เป็นขั้วไฟฟ้า 3 ชุดมีสองขั้วบวกและขั้วลบ ความยาวของแผ่นตัวนำ (L) เท่ากับ 10 มม. ช่องว่างระหว่างแผ่นและความกว้างตัวนำ (a) เท่ากับ 3 มม. จำนวนเซนเซอร์ 1 ชุด (b) เท่ากับ 4a เท่ากับ 12 มม. N จำนวนซี่ เท่ากับ 32 ซี่ และความสูงเท่ากับ 100 มม. แสดงในรูปที่ 1 การทดลองโดยน้ำนมดิบบรรจุอยู่ในภาชนะ (Beaker) ขนาด 500 มล. การเติมน้ำลงในน้ำนมดิบจะเติมครั้งละ 10% ถึง 100% การทดลองจะนำเซนเซอร์ไปจุ่มลงไปในน้ำนมดิบ ดังรูปที่ 2 และต่อขั้วของแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องวัด LCR Meter ยี่ห้อ Good Will รุ่น 6100 ค่าความผิดพลาด 0.05%

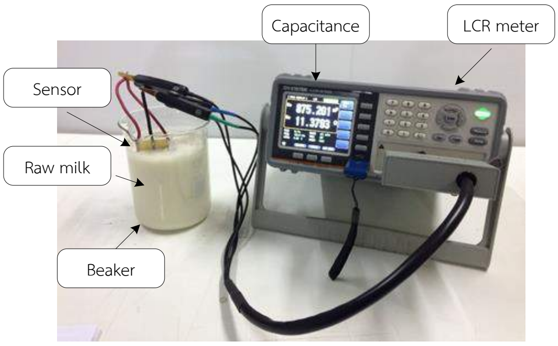


(a) โครงสร้างเซนเซอร์ (b) เซนเซอร์ที่ใช้ทดลอง
รูปที่ 1 เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์

รูปที่ 2 การจุ่มเซนเซอร์ลงไปในน้ำนมดิบ

การต่อขั้วบวกและขั้วลบของเซนเซอร์ จากเครื่องวัด แสดงดังรูปที่ 3 ใช้ความถี่ 1KHz แรงดันกระตุ้น 1 โวลต์ นำเซนเซอร์จุ่มลงในบีกเกอร์แล้วทำการเติมน้ำในน้ำนมดิบในช่วง 10 ถึง 100% การทดลองซ้ำจำนวน 10 ครั้ง นำค่าความจุไฟฟ้าที่อ่านได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า

ความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปน จากนั้นทำการทดลองเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนแปลงค่าความถี่ที่เครื่องวัด LCR เป็น 100KHz และนำที่วัดค่าได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ



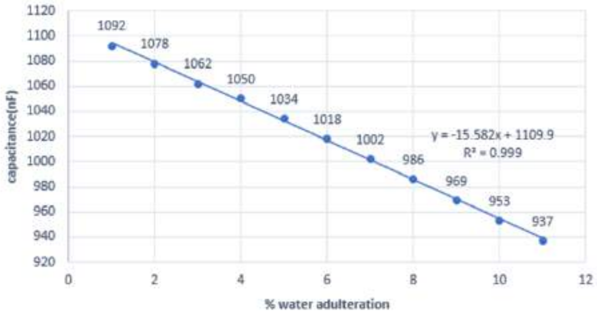
รูปที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือเพื่อทำการทดลอง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% ใช้น้ำนมดิบปริมาตร 500 มล. โดยใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตัลคาปาร์ซิเตอร์ ความถี่จากเครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ คือ 1KHz และ 100KHz ผลการทดลองจำแนกออกได้เป็น

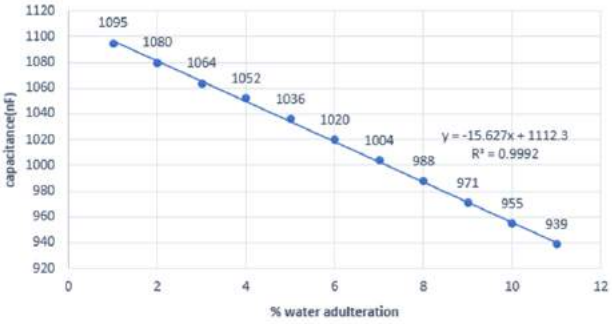
3.1 ค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% แรงดันกระตุ้น 1 โวลต์ ใช้ความถี่จากเครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ คือ 1KHz และ 100KHz

3.2 เปรียบเทียบความเป็นเชิงเส้น โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เพื่อหาสมการการถดถอยเชิงเส้นและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบกับน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100%



รูปที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% ใช้ความถี่ 1KHz

รูปที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% ความถี่จากเครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ คือ 1KHz พบว่า ค่าความจุไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 937nF ถึง 1092nF โดยน้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปนมีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1092nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 10% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1078nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 20% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1062nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 30% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1050nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 40% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1034nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 50% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1018nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 60% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1002nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 70% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 986nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 80% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 969nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 90% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 953nF น้ำเปล่ามีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 937nF ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.999$ สมการเส้นตรง $Y = -15.582x +1109.9$



รูปที่ 5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% ใช้ความถี่ 100KHz

รูปที่ 5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของน้ำนมดิบและน้ำนมดิบที่มีน้ำเจือปนอยู่ในช่วง 10 ถึง 100% ใช้ความถี่จากเครื่องมือวัด LCR มิเตอร์ คือ 1KHz พบว่า ค่าความจุไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 939nF ถึง 1095nF โดยน้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปนมีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1095nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 10% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1080nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 20% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1064nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 30% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1052nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 40% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1036nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 50% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1020nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 60% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 1004nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 70% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 988nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 80% มีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 971nF น้ำนมดิบที่มีไม่มีน้ำเจอปน 90% มีค่าความ

จุไฟฟ้าเท่ากับ 955nF น้ำเปล่ามีค่าความจุไฟฟ้าเท่ากับ 939nF ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.9992$ สมการเส้นตรง $Y = -15.627x + 1112.3$

4. สรุป

การตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำนมดิบเป็นสิ่งสำคัญ เพราะน้ำทำให้คุณภาพของน้ำนมดิบเปลี่ยนไปหรือคุณภาพลดลง ส่งผลต่อการนำไปบริโภค การตรวจสอบน้ำนมดิบทั่วไปต้องใช้ห้องปฏิบัติการ บุคลากรและมีค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งระยะเวลาในการตรวจสอบนาน บทความวิจัยนี้นำเสนอผลการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่เจือปนกับน้ำนมดิบ โดยใช้เซนเซอร์แบบอินเตอร์ดิจิตัล คาปาซิเตอร์ ที่มีความคุณสมบัติ รูปแบบ โครงสร้างที่ประดิษฐ์ง่ายโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์(PCB) มีราคาถูก เนื่องจากการทำงานและใช้งานไม่ซับซ้อน ผลการทดลองมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.999$ เมื่อใช้ความถี่ 1KHz และ $R^2 = 0.9992$ เมื่อใช้ความถี่ 100KHz

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร รองศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์ ที่ให้คำปรึกษาการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Xingyue Zhu, Zhimin Zhao, Kun Qian, LexinWang and Xiufeng Lan. (2016). A rapid method for measuring fat content in milk based onW-type optical fibre sensor system. Transactions of the Institute of Measurement and Control Vol. 38(12) 1471–1479

[2] สมจิต สุรพัฒน์. (2549). นมและผลิตภัณฑ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.พิมพ์ครั้งที่5.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 264-281

[3] Joanna K. Banach, Ryszard Zywica, Jerzy Szpendowski & Katarzyna Kiełczewska. (2012). Possibilities of Using Electrical Parameters of Milk for Assessing its Adulteration with Water International Journal of Food Properties. International Journal of Food Properties, 15:274–280

[4] Mabrook, M.F.; Petty, M.C. (2002). Application of electrical admittance measurements to the quality control of milk. Sensors and Actuators B. 84, 136–141.

[5] Mabrook, M.F.; Petty, M.C. (2003b). A novel technique for the detection of added water to full fat milk using single frequency admittance measurements. Sensors and Actuators B., 96, 215–218.

[6] Nickerson, S.C. (1999). Milk production: Factors affecting milk composition. In: Milk Quality; Harding,F.; Ed.; Aspen Publishers, Inc.: Glasgow, UK. 3–5.

[7] P.F. P.F. Fox, P.L.H. McSweeney. (1998). Dairy Chemistry and Biochemistry Department of Food Chemistry University College Cork, Ireland

[8] Sarawoot Boonkirdram, Worawat Sa-ngiamvibool. (2015). A Novel Planar Interdigital Capacitor Level Sensor. August 1(8):93–97.

[9] Johannes K. Sell, Herbert Enser, Bernhard Jakoby, Michaela Schatzl-Linder, BernhardStrauß, and Wolfgang Hilber. (2016). Printed Embedded Transducers: Capacitive Touch Sensors Integrated Into the Organic Coating of Metalic Substrates, IEEE SENSORS JOURNAL, Vol.16, NO. 19

[10] M J A Mentink, B H Van Duren, D W Murray, H S Gill. (2017). A novel flexible capacitive load sensor for use in a mobile unicompartmental knee replacement bearing: Anin vitro proof of concept study, Medical Engineering & Physics, Volume 46, Pages 44–53

[11] Schierbaum, KD, Geiger, J., Weimar, U. and Gopel, W. (1993). Special palladium and platinum doping for SnO2-based thin film sensor arrays. Sensors and Actuators B: Chemical, 13(1–3), 143–147.

[12] Laville, C and Pellet, C. (2002). Interdigitated humidity sensors for a portable clinical microsystem. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 49(10), 1162–1167.

[13] Syaifudin, A.R.M., Jayasundera, K.P. and Mukhopadhyay, S.C. (2009). A low cost novel sensing system for detection of dangerous marine biotoxins in seafood. Sensors and Actuators B: Chemical, 137(1), 67–75.

[14] Angkawisittpan, N. and Manasri, T. (2012). Determination of Sugar Content in Sugar Solutions using Interdigital Capacitor Sensor. Journal of the Institute of Measurement Science, (12), 8–13.

[15] Adisorn Nuanon, N. Angkawisittpan, Chonlatee Phanotong and Apirat Siritaratiwat.(2015). Detection of Water Adulteration in Honey Using Coaxial Capacitor Sensor. SWU Engineering Journal10 (2), 9–18.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องให้อาหารกุ้งสวยงามแบบอัตโนมัติโดยอาดุยโน่

Automatic Shrimp Feeding Machine Based on Arduino

วิทยา ศรีกุล[1] วัชรีภรณ์ แสงใสรัตน์[1] พุทธาวุฒิ ลีกุลธร[1] สุภัทรา เกิดเมฆ[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ.สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 06-2352-8222 E-mail: Witaya@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องเลี้ยงกุ้งแบบแยกเลี้ยงเดี่ยว ซึ่งเป็นการเลี้ยงกุ้งแบบคอนโด โดยนำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์ประสานกับระบบสมองกล ช่วยในการเลี้ยงกุ้งแบบแยกเลี้ยงเดี่ยว เพื่อลดการสูญเสียจากการทำร้าย และกินกันเองของกุ้ง และ มีวัตถุประสงค์จะลดเวลาในการดูแลกุ้งสำหรับผู้เลี้ยงกุ้งชนิดนี้ เครื่องจะทำงานเป็นแบบให้อาหารอัตโนมัติ ซึ่งมีการออกแบบระบบเลี้ยงกุ้งโดยใช้กล่องที่มีขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร สำหรับการแยกเลี้ยงเดี่ยวจะเริ่มแยกเมื่อกุ้งมีขนาดความยาว 1 นิ้ว และนำออกจำหน่ายเมื่อมีขนาด 3 นิ้วเป็นต้นไป โดยระบบจะมีปั๊มน้ำวนเพื่อเพิ่มมวลอากาศและกำจัดของเสียซึ่งถูกควบคุมผ่านบอร์ดอาดุยโน่ ซึ่งสามารถคำนวณการให้อาหารกุ้งได้ในปริมาณที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากมีการตรวจจับขนาดกุ้งแบบเวลาจริงแล้วประมวลผลภาพผ่านกล้อง จากการทดสอบระบบมีสมรรถนะที่ดี และสามารถเลี้ยงกุ้งให้มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีอัตราการมีชีวิตร้อยละร้อยโดยใช้เวลาในการเลี้ยง 2 เดือน

คำสำคัญ: เครื่องให้อาหารกุ้ง, อาดุยโน่, กล้องPixy

Abstract

In this paper presents a single shrimp feeding system, which feeding shrimp by the condominium farming. Electronic and embedded system is integrated with in this system. The single shrimp condo farming to reduce the loss of attack each other, and shrimp eat each other. This system will intended reduce the time of shrimp care for shrimp farmers. The machine is automatically fed. The shrimp system is designed by using a box that is 16 cm wide, 25 cm long and 15 cm high. We will separate single fed shrimp when the shrimp are one-inch long. It can be sold when the size is 3 inches onwards. The system will have a vortex pump to increase air mass and eliminate waste. It is controlled through the Arduino boards. Which can calculate the right amount of feed them efficiently. This is due to the fact that the size of the shrimp is measured in real time and processed through the webcam. The performance of the system is pretty good and the shrimp can be growth as similar size. The survival rate was 100%, using 2 months of shrimp feed farming.

Keywords: Shrimp feeder, Arduino, Pixy CMUcam5

1. บทนำ

เครย์ฟิช หรือ ล็อบสเตอร์น้ำจืด (Crayfish) เป็นกุ้งน้ำจืดจำพวกหนึ่ง มีรูปร่างลำตัวใหญ่ เปลือกหนา ก้ามใหญ่ดูแข็งแรง ในปัจจุบันมีการนิยมนำมาเลี้ยงในตู้ปลาเป็นสัตว์น้ำสวยงาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนิด Procambarus clarkii ที่มีการพัฒนาสายพันธุ์จนมีสีสันที่หลากหลายจากเดิมที่สีตามธรรมชาติ ซึ่งสำหรับในประเทศไทยเครย์ฟิชชนิดนี้มีการเลี้ยงกันมานานแล้วไม่ต่ำกว่า 20 ปี ในชื่อของกุ้ง “กุ้งแดง” หรือ “กุ้งญี่ปุ่น” สำหรับในตัวที่มีสีสันหลากหลายออกไปตามที่ได้กล่าวมา ก็เรียกชื่อต่าง ๆ กันไปตามสี เช่น “ไบร์ออเรนจ์” “อิเล็คทริคบลู” “กุ้งฟ้า” หรือ “สโนวไวท์” เป็นต้นจึงถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรฐกิจ

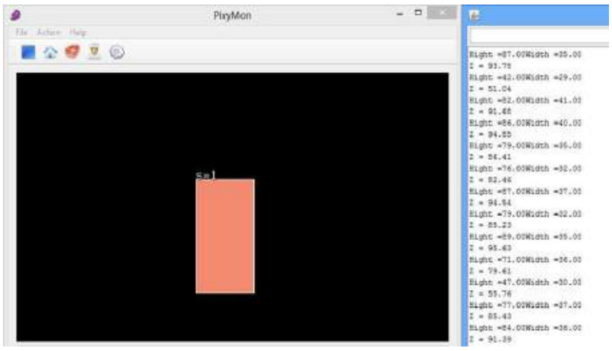
กุ้งเครย์ฟิชปฐมวัยจะมีการลอกคราบบ่อยกว่าตัวโตเต็มวัยโดยมีอัตราเฉลี่ย หนึ่งครั้งต่อหนึ่งเดือน เมื่ออายุได้ 1 ปี การลอกคราบจะเหลือเพียงปีละครั้ง สำหรับการลอกคราบแต่ละครั้งใช้เวลา สองถึงสามวัน ที่จะทำให้เปลือกใหม่ที่ได้นั้นจะแข็งแรงเท่าเดิม ซึ่งหากเลี้ยงรวมกันหลายตัว ต้องเลี้ยงในพื้นที่มีขนาดใหญ่ เพราะกุ้งชนิดนี้มีนิสัยค่อนข้างก้าวร้าว และหวงถิ่นที่อยู่อาศัย ชอบแบ่งอาณาเขตของตนเอง เมื่อเลี้ยงรวมกันจะพบว่า กุ้งที่มีขนาดตัวเล็กกว่า มักถูกกุ้งขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหาร ในเชิงธุรกิจ กุ้งชนิดนี้เป็นกุ้งสวยงามและมีราคา แต่การเลี้ยงจำนวนมากนั้น จะต้องการการเอาใจใส่ จึงได้แนวคิดในการให้อาหารแบบต่างๆ และศึกษา [1],[2],[5] และ [6] ซึ่งเป็นวิธีการให้อาหารสัตว์น้ำขนาดพื้นที่กว้าง ได้มีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ และมีเครื่องจักร [3] เป็นการให้อาหารในการเลี้ยงกุ้งแบบขนาดใหญ่จึงได้มีการประยุกต์แนวคิด บางส่วนมาใช้งาน และ หาประเด็น และ จุดอ่อนของการจากงานวิจัย [4] นำมาปรับใช้

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัดทำจึงทำการทดลองเลี้ยงกุ้งแบบแยกเลี้ยงเดี่ยวแบบคอนโด คือเลี้ยงในกล่องที่มีขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร โดยเลี้ยงกุ้งกล่องละหนึ่งตัว เรียงกันเป็นชั้น ๆ เหมือนคอนโด ซึ่งการแยกเลี้ยงเดี่ยวในลักษณะนี้ เพื่อลดเหตุการณ์ที่กุ้งกินกันเองได้ แต่การเลี้ยงกุ้งในลักษณะนี้ ผู้จัดทำได้พบปัญหาการให้อาหารกุ้ง เนื่องจากการให้อาหารกุ้งต้องใช้เวลานานในแต่ละครั้งและต้องให้อาหารปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการออกแบบเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติแบบคอนโดควบคุมด้วยอาดุยโน่ ซึ่งสามารถให้อาหารกุ้งได้ในปริมาณที่เหมาะสมและรวดเร็ว สามารถกำหนดเวลาและจำนวนครั้งในการให้อาหารกุ้งในแต่ละวันได้ โดยมีการแสดงผลเพื่อใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้งานเครื่องดังกล่าว

2. ระบบการเลี้ยงกุ้ง

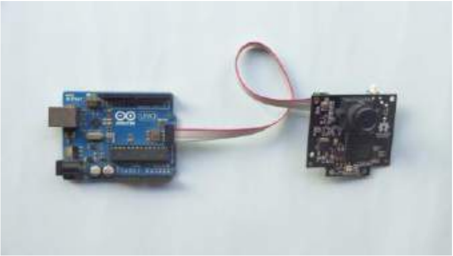
2.1 โมดูลกล้อง Pixy

Pixy CMUcam5 เป็นโมดูลกล้องตรวจจับและแยกแยะวัตถุด้วยสี ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ โดยส่งข้อมูลที่ต้องการทราบ ให้กับโมดูล และ โมดูลจะส่งผลลัพท์ หรือคำตอบกลับมายังระบบ เป็นค่าพิกัด ขนาดของกุ้งนั่นเอง ทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์อาดุยโน่ มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลความกว้างตัวกุ้ง และ ความยาว ตัวกุ้งเท่านั้นโดยผลที่ได้จะแสดงเป็นพื้นสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเท่ากับขนาดตัวกุ้งที่กล้องจับภาพได้ แต่จะไม่แสดง ตัวกุ้งแสดงผล ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ข้อมูลที่ได้จากกล้อง คิดความกว้างและความยาวของตัวกุ้ง

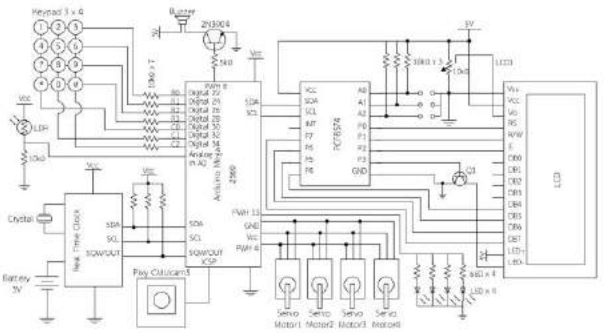
กล้อง Pixy CMUcam5 ใช้ Hue และ Saturation (เป็นปริภูมิสี) เป็นหลักในการทำ Image Detection กล่าวคือ แสงหรือความสว่างจะมีผลต่อ Pixy CMUcam5 เพียงเล็กน้อยในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งมักจะเป็นปัญหาสำคัญใน Image Sensor หลาย ๆ ตัว กล้อง Pixy CMUcam5 สามารถจำและแยกแยะสีได้ 7 สี หาวัตถุได้ประมาณ 100 ชิ้น โมดูลกล้อง Pixy มีการเชื่อมต่อ แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 Pixy CMUcam5 โมดูลกล้องตรวจจับสีและวัตถุ

2.2 วงจรระบบให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ

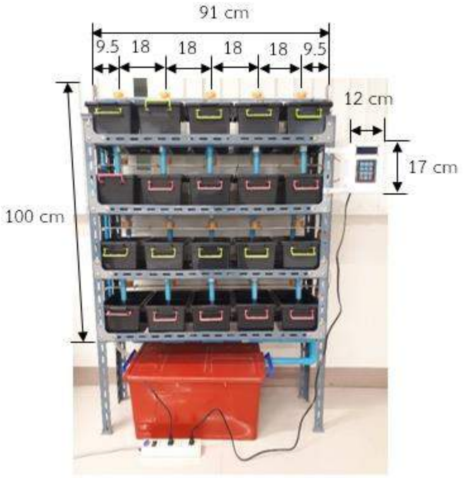
ในส่วนของการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานเครื่องให้อาหารกุ้ง ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และโมดูลส่วนต่าง ๆ ที่ทำงานประสานกันโดยมีการรับค่าจากผู้ใช้ทางแป้นปุ่มกดและแสดงผลการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ผ่านทางจอแอลซีดี โดยบันทึกและอ่านค่าจากโมดูลฐานเวลาจริง การทำงานจะรับส่งค่าจากกล้อง Pixy ในการวัดขนาดของกุ้ง แล้วประมวลผลเพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ทำหน้าที่ในการให้อาหารกุ้งแสดงวงจรเครื่องให้อาหารกุ้ง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรเครื่องให้อาหารกุ้ง

2.3 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ

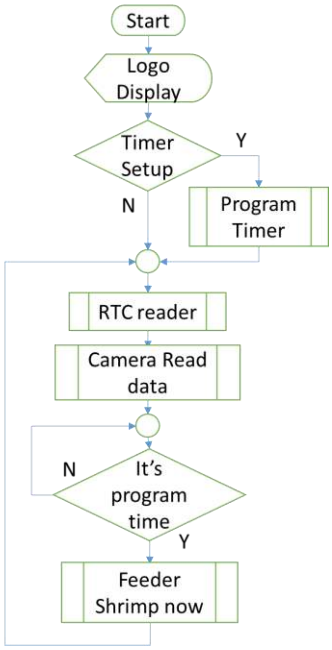
ในการออกแบบโครงสร้างจะนำเหล็กฉากประกอบกันเป็นชั้น ๆ ขนาด 4 ชั้น ดังรูปที่ 4 โดยปั๊มน้ำจากถังพักให้ไหลวน จากชั้นสูงสุดลงสู่ชั้นล่างสุด เพื่อพาเศษอาหารและมูลกุ้งลงสู่ถังพัก เป็นการเพิ่มอากาศ และกำจัดของเสีย สำหรับส่วนตรวจจับขนาดกุ้งติดตั้งตำแหน่งบนสุดที่มุมด้านขวาของตัวเครื่อง ในส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานและส่วนควบคุมหลักของเครื่องติดตั้งตำแหน่งด้านขวาบนของตัวเครื่อง และมีที่บรรจุอาหารอยู่ด้านบนกล่องเลี้ยงกุ้ง ซึ่งควบการให้อาหารโดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์สำหรับการให้อาหาร แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างเครื่องให้อาหารกุ้ง

2.4 ผังการทำงานโปรแกรมควบคุมเครื่องให้อาหารกุ้ง

การออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องได้ออกแบบอัลกอริทึมดังรูปที่ 5 เริ่มการทำงานจากการแสดงผลชื่อของเครื่องและข้อความต้อนรับ ขั้นตอนต่อไประบบจะตรวจสอบการตั้งค่าเวลาในการให้อาหาร ถ้าไม่มีการกำหนดจะเป็นค่าที่ถูกกำหนดจากระบบ ในขั้นตอนถัดไปเป็นการอ่านข้อมูลจากฐานเวลาจริงเพื่อเทียบกับโปรแกรมการให้อาหารที่กำหนดมาในขั้นตอนโปรแกรม Timer



รูปที่ 5 ผังงานโปรแกรมควบคุม

ในลำดับขั้นตอนถัดไปเป็นการตรวจสอบขนาดกุ้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดจำนวนอาหาร ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการตรวจเช็คเวลาปัจจุบันเทียบกับเวลาที่โปรแกรม เมื่อถึงเวลาที่กำหนดระบบจะทำการให้อาหารกุ้ง ตามขนาดที่ได้จากการอ่านค่าขนาดตัวกุ้งและโปรแกรมจะทำการวนลูป ตรวจเช็คจนกระทั่ง ปิดเครื่องเพื่อหยุดการทำงาน

2.5 การกำหนดปริมาณอาหาร

การให้อาหารกุ้งจะมีการเปลี่ยนแปลงตามน้ำหนักของกุ้งโดยจะมีการคิดที่ 5% ของน้ำหนักตัว ซึ่งวิธีการวัดน้ำหนักกุ้งได้มาจากขนาดความยาวของตัวกุ้งเป็นวิธีการวัดทางอ้อมเพราะใช้กล้องเป็นตัวตรวจจับ ผู้วิจัยทำการทดลองวัดความยาวเทียบกับน้ำหนักกุ้งโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก แสดงดังรูปที่ 6 และเก็บผลทดลอง แสดงในตารางที่ 1

รูปที่ 6 ผังงานโปรแกรมควบคุม

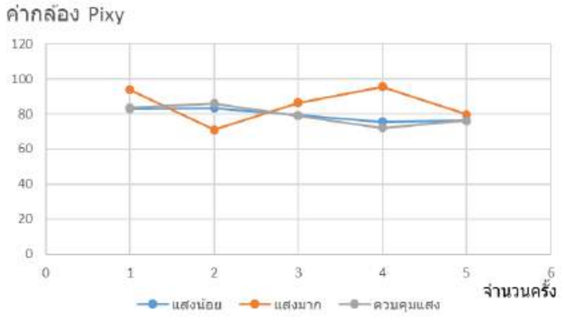
ดังนั้นการให้อาหารกุ้งจะมีการกำหนดจากน้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งที่สุ่มตัวอย่างวัดโดยจะมีการคิดที่ 5% ของน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาอาหารที่ให้กับกุ้งขนาดความยาว 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว มีน้ำหนักของอาหาร 70 mg. 205 mg 680 mg และ 1.6 g ตามขนาดกุ้งตามลำดับ

ตารางที่ 1 น้ำหนักกุ้งเปรียบเทียบขนาด

ขนาด	เพศ	ตย.ที่ 1	ตย.ที่ 2	ตย.ที่ 3	ตย.ที่ 4
1-1.5″	ผู้	1,800	1,200	1,500	1,500
	เมีย	1,000	900	1,600	1,200
2-2.5″	ผู้	4,700	3,200	4,300	4,100
	เมีย	4,500	4,100	3,400	4,000
3-3.5″	ผู้	12,900	13,300	14,900	13,700
	เมีย	13,200	14,500	12,600	13,400
4-4.5″	ผู้	33,600	31,000	32,400	32,300
	เมีย	33,900	30,900	31,100	32,000

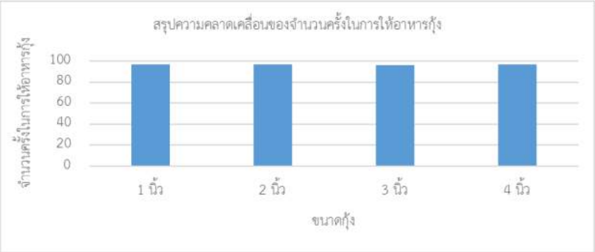
3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองการอ่านความยาวของกุ้งจากกล้อง Pixy โดยมีผลกับแสงรบกวนภายนอกแสดงในกราฟที่ 1 จึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีการควบแสงโดยมีแหล่งกำเนิดแสงขณะอ่านขนาดความยาวกุ้งขนาดความยาว 2 นิ้ว ปรากฏผล ดังกราฟที่ 1 จะเห็นได้ว่าการควบคุมแสงให้ความแม่นยำกว่า การไม่มีการควบคุมแสง



กราฟที่ 1 ผลกระทบของแสงที่มีต่อกล้อง Pixy

การทดลองให้อาหาร โดยแสดงผลการให้อาหารของกุ้งขนาดต่างๆ โดยให้อาหารกุ้งทั้งหมด 100 ครั้ง มีผลการทดลองให้กับกุ้งทุกขนาด จำนวน 400 ครั้ง มีการผิดพลาดต่ำ แสดงในกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 ผลการทดสอบความแม่นยำการให้อาหารกุ้งแต่ละขนาด

การทดลองด้านการใช้พลังงานของเครื่องให้อาหารกุ้งวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน 0.78 kWh หรือ 0.78 หน่วย คิดพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนที่ 30 วัน เป็น 23.4 หน่วย โดยมีค่าบริการ รวม ค่า Ft. รวมค่าไฟฟ้าต่อหน่วย และ ภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดทั้งหมดเป็นค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเท่ากับ 126.74 บาทต่อเดือน

5. สรุป

การอ่านค่าขนาดกุ้งจากกล้อง Pixy เมื่อมีการควบคุมแสงสามารถอ่านค่าแม่นยำสูงถึงร้อยละ 97 การทดลองเลี้ยงกุ้งโดยใช้เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติเลี้ยงกุ้งระยะเวลาสองเดือนได้ผลการทดลองให้มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีอัตราการรอดสูงถึง ร้อยละร้อย โดยมีข้อจำกัดของเครื่องคือกรณีขนาดของอาหารกุ้งที่ขนาดใหญ่จะทำให้การให้อาหารคาดเคลื่อนและอีกประการตัวเครื่องยังไม่รองรับระบบ IOT

เอกสารอ้างอิง

[1] How Chui Wei, S.M Salleh, Abdullah Mohd Ezree, I. Zaman1, M.H Hatta, "Improvement of automatic fish feeder machine design," International Conference on Materials Physics and Mechanics, Langkawi, Malaysia, 2017.

[2] Yeoh S. J., Taip F. S., Endan J., Talib R. A. and Mazlina M. K. S., "Development of Automatic Feeding Machine for Aquaculture Industry," Pertanika Journal of Science and Technology, Malaysia July 2008, pp. 105-110.

[3] Dindo T. Ani, Meryll Grace F. Cueto, Nino Jerome G. Diokno, and Kimberly Rose R. Perez, "Solar Powered Automatic Shrimp Feeding System," in Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, Vol. 3. No.5, December 2015, pp. 152-159 .

[4] T Napaumpaipom, N Chuchird, "Study on the Efficiency of Three Different Feeding Techniques in the Culture of Pacific White Shrimp," in Journal of Fisheries and Environment, Vol. 37 No. 2, 2013, pp. 8-16

[5] นายเกียรติศักดิ์ อยู่ดี, "เครื่องให้อาหารเม็ดอัตโนมัติ," unpublished.

[6] ภัทราวุธ อภิชาติวงค์สกุล, วพเจฎ แสงทอง, "เครื่องให้อาหารสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังแบบอัตโนมัติและโปรแกรมได้," unpublished.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

An automatic infrared heating control system for virgin coconut oil extraction

เสนอ สะอาด[1*]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์: 0-7431-7162 E-mail: s_saner@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยการนำไขมันของน้ำกะทิที่ผ่านการทำความเย็นมาสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยกรรมวิธีการอบไอน้ำ ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดถูกออกแบบให้ผลิตไอน้ำด้วยอินฟราเรดฮีตเตอร์ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถตั้งค่าเวลาการทำงานได้สูงสุด 24 ชั่วโมง มีการควบคุมระดับน้ำในหม้อต้มด้วยระบบเติมน้ำอัตโนมัติ รองรับกะทิในการสกัดได้ไม่น้อยกว่า 40 ลิตร/ครั้ง ผลการทดสอบการทำงานพบว่าระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดฯ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 35-90 องศาเซลเซียส ผิดพลาดไม่เกิน 2.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 0.47 องศาเซลเซียส/นาที และสามารถควบคุมระดับน้ำได้ตามที่กำหนด ช่วงอุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 0.23 ลิตร/น้ำกะทิ 1 ลิตร สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 9.5 หน่วย/ครั้ง

คำสำคัญ: กะทิสด, น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์, การสกัดน้ำมันมะพร้าว, อินฟราเรดฮีตเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The aims of this paper is to design the automatic infrared heating control system for virgin coconut oil extraction by using fat of coconut milk that is produced from the freezing process in order to extract the oil with steaming process. Infrared heating control system of boiling process is designed to produce steam with an infrared heater that is controlled by using microcontroller. And also can be set up to a maximum time at 24 hours during 35-90 °C of temperature and it also controls the appropriate water level during the process operating. This system can be supported fresh coconut milk to extract no less than 40 liters in each time. The results of trial found that is good operated. This system can be used to automatic control the temperature range 35-90 °C with the error as 2.0% at the rate of temperature rising as 0.47 °C/min. In addition, it can be controlled the water level at setting point. The highest efficiency of the system can be extracted coconut oil at the temperature range 65-75 °C. The ratio of amount of virgin coconut oil extraction per liter compared with fresh coconut milk is 0.23:1 with ratio of electrical power consumption is 9.5 units in every 40 liters of fresh coconut milk.

Keywords: virgin coconut oil, fresh coconut milk., Infrared heater, microcontroller

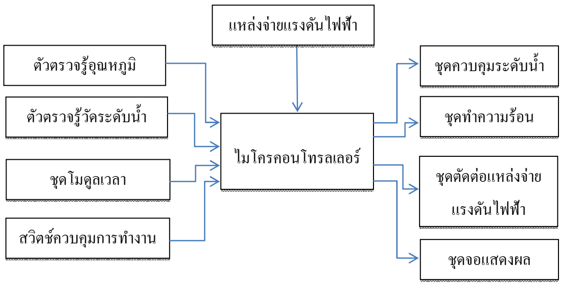
1. บทนำ

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) เป็นน้ำมันที่มีประโยชน์หลายประการทั้งใช้ในการประกอบอาหาร ดูแลผิวพรรณและเส้นผม วิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ที่ได้รับความนิยมมี 3 วิธี คือ (1) การสกัดเย็น (2) การสกัดร้อน และ (3) การปั่นเปียก[1] ซึ่งวิธีการสกัดเย็นได้รับการนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สูง ใส มีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นฉุน มีรสชาติเหมือนมะพร้าวอ่อน สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เกิดการบูด [2]

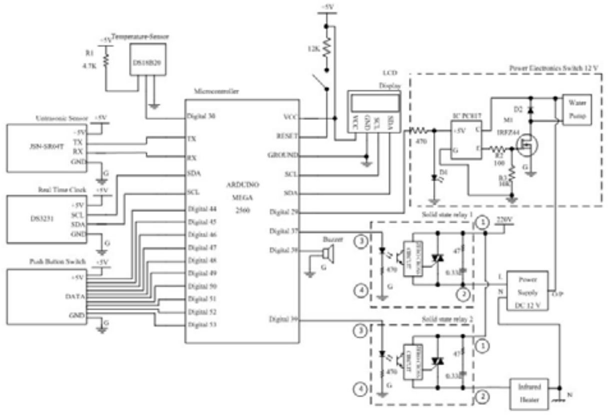
เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างมาก วิธีการผลิตแบบเก่าไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการได้เพียงพอทำให้เกิดการคิดค้นเพื่อสร้างเครื่องผลิตน้ำมันมะพร้าวที่รวดเร็วและง่ายสะดวกต่อการใช้งาน เช่น เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ [3] โดยนำน้ำกะทิไปหมักและทำความร้อนที่อุณหภูมิ 30-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาถึง 48 ชั่วโมง สามารถให้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำกะทิ อย่างไรก็ตามน้ำมันมะพร้าวที่ได้มีความเหนียวเหนอะหนะ เก็บรักษาได้ไม่นาน เครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นบริสุทธิ์ด้วยการปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ[4] โดยการนำน้ำกะทิที่ผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 26 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายสูงและน้ำมันที่ได้ยังเก็บรักษาได้ไม่นาน และเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็น[5] โดยการนำเนื้อมะพร้าวขูดมาผ่านการอบแห้ง 4 ชั่วโมง แล้วนำมาบีบอัดด้วยสกรูส่งถ่ายกำลังสูง เครื่องสามารถทำงานได้สูงสุด 8 ชั่วโมง ผลิตน้ำมันมะพร้าวได้มากถึง 4 ลิตร

ต่อชั่วโมง แต่น้ำมันมะพร้าวที่ได้มีความบริสุทธิ์น้อย และวิธีการสกัดเย็นผ่านการอบไอน้ำด้วยชุดทำความร้อนจากฮีตเตอร์[6] ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บ้านตาแปด หมู่ที่ 5 ตำบลปากบาง อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ได้ผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จัดจำหน่ายเป็นสินค้า OTOP ด้วย เครื่องดังกล่าวประสบปัญหาการเสียหายและชำรุดบ่อยครั้ง อีกทั้งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิความร้อนตามที่ต้องการได้และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าสูง

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิและปริมาณน้ำอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ มีความปลอดภัยสูง เพื่อนำไปใช้งานกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บ้านตาแปด อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ต่อไป



รูปที่ 1 ไดอะแกรมระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 2 วงจรควบคุมการทำงานของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติฯ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

2. การออกแบบระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติ

ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติสามารถแบ่งการออกแบบได้เป็น 2 ส่วน คือ ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด และโครงสร้างของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด

2.1 ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด

รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติ ถูกออกแบบให้ทำงานแบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อธิบายการทำงานได้ดังนี้

(1) ตัวตรวจรู้อุณหภูมิ/วัดระดับน้ำ ทำหน้าที่วัดค่าอุณหภูมิและระดับน้ำภายในหม้อต้ม ค่าที่ได้จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป ทำให้สามารถรักษาระดับอุณหภูมิและระดับน้ำภายในหม้อต้มได้ตามต้องการ

(2) ชุดโมดูลเวลา ทำหน้าที่เป็นเป็นฐานเวลาและตัวตั้งเวลาในการเปิด-ปิดการทำงานของระบบ

(3) สวิตช์ควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานเพื่อตั้งโหมดการทำงาน เวลาเปิดปิด อุณหภูมิ ระดับน้ำ เมื่อมีการตั้งค่าเรียบร้อยจะสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ

(4) ชุดควบคุมระดับน้ำ ทำหน้าที่ เปิด-ปิดน้ำจากถังเก็บน้ำสำรองแบบอัตโนมัติ โดยใช้วงจรมอสเฟสทำหน้าที่ในการตัดต่อปั๊มน้ำ

(5) ชุดตัดต่อแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและควบคุมความร้อน ทำหน้าที่เปิด-ปิด การทำงานของระบบ และชุดทำความร้อนจากอินฟราเรดฮีตเตอร์ ขนาด 1,000 วัตต์ โดยใช้โซลิดสเตตรีเลย์เป็นตัวตัด-ต่อการทำงานจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

(6) ชุดจอแสดงผล ทำหน้าที่แสดงการทำงานของระบบ เช่น ค่าอุณหภูมิ เวลาการทำงาน ระดับน้ำ เป็นต้น

(7) ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหัวใจสำคัญของระบบทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลักโดยรับค่าจากตัวตรวจรู้อุณหภูมิ/ระดับน้ำ สวิตช์ควบคุมการทำงาน แล้วทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ออกแบบไว้ มี 2 โหมด คือ แบบอัตโนมัติ และแบบกำหนดโดยผู้ใช้ ในโหมดอัตโนมัติค่าอุณหภูมิ ระดับน้ำและเวลาได้ถูกกำหนดไว้แล้วตามโปรแกรม และในโหมดกำหนดโดยผู้ใช้จะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 36-95 องศาเซลเซียส เวลาใช้งานสูงสุด 24 ชั่วโมง วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 2

รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด

2.2 โครงสร้างของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด ถูกออกแบบให้รองรับน้ำกะทิเพื่อการสกัดน้ำมันมะพร้าวได้ไม่น้อยกว่า 40 ลิตร แบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ โครงสร้างหลัก ชุดการสกัดน้ำมันมันมะพร้าวด้วยความร้อน ชุดควบคุมการทำงานของระบบ และชุดถังเก็บน้ำสำรอง ตามลำดับ

(1) โครงสร้างหลัก เป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 70x100x80 เซนติเมตร สำหรับรองรับวางภาชนะใส่น้ำมันมะพร้าว ชุดทำความร้อน หม้อต้มน้ำ และชุดควบคุม มีการเชื่อมต่อกับถังเก็บน้ำสำรองด้านบนเป็นหน้าจั่วมุมเอียงเพื่อป้องกันการหยดน้ำลงในน้ำมันมะพร้าว สามารถเปิด-ปิดได้ โครงสร้างทำจากเหล็ก ด้านในมีการบุแผ่นเมทัลชีลและฟอยล์เพื่อรักษาอุณหภูมิความร้อนภายใน

(2) ชุดการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยความร้อน ถูกออกแบบให้มีตัวทำความร้อนด้วยอินฟราเรดฮีตเตอร์ ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่แผ่คลื่นรังสีไปยังหม้อต้มน้ำสแตนเลสทำให้เกิดความร้อนขึ้น ติดตั้งอยู่กับโครงสร้างหลัก ด้านล่างของหม้อต้มน้ำ มีตัวตรวจรู้อุณหภูมิและตัวตรวจรู้ระดับน้ำติดตั้งอยู่ภายในหม้อต้มน้ำ รวบบริเวณหม้อต้มสามารถวางภาชนะสำหรับการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จำนวน 8 ใบ

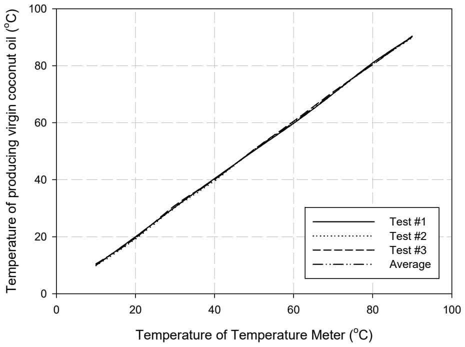
(3) ชุดควบคุมการทำงานของระบบ ทำหน้าที่ติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานของระบบ ถูกติดตั้งให้อยู่ภายในกล่องเพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน โดยเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ มีการแสดงผลการทำงานผ่านจอแอลซีดี มีระบบการตัดการทำงานฉุกเฉินกรณีผิดปกติและการเชื่อมต่อสายดิน

(4) ชุดถังเก็บน้ำสำรอง รองรับน้ำสำรองได้สูงสุด 10 ลิตร ทำจากพลาสติกเชื่อมต่อกับปั๊มน้ำ เพื่อถ่ายเทน้ำไปยังหม้อต้มแบบอัตโนมัติ

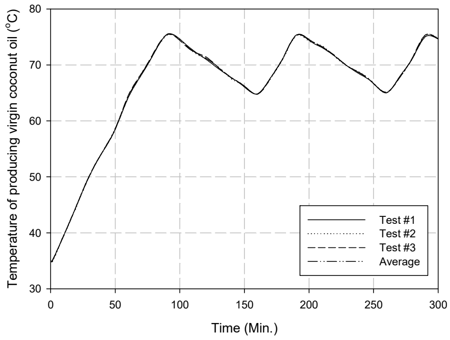
รูปที่ 4 ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดฯ ที่นำเสนอ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด ดังในรูปที่ 4 ถูกนำมาทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานก่อนนำไปใช้งานจริง โดยทำการทดสอบความแม่นยำของระบบควบคุมอุณหภูมิเปรียบเทียบกับมิเตอร์มาตรฐาน การรักษาระดับน้ำและการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยทำการทดลองเป็นจำนวน 3 ซ้ำ รูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด เปรียบเทียบกับดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ที่อุณหภูมิ 10-90 องศาเซลเซียส ค่าที่ได้มีความผิดพลาดสูงสุด 2.0 เปอร์เซ็นต์ รูปที่ 6 แสดงการควบคุมอุณหภูมิของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 65 -75 องศาเซลเซียส ระบบสามารถควบคุมการทำงานได้ตามที่กำหนด มีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ 0.47 องศาเซลเซียส/นาที สามารถรักษาระดับน้ำได้ถูกต้องมีค่าผิดพลาดสูงสุด 1.0 เปอร์เซ็นต์ รูปที่ 7 แสดงการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยระบบควบคุมความร้อนที่นำเสนอด้วยไขมันที่ได้จากการแยกชั้นของน้ำกะทิที่ผ่านการทำความเย็นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทดสอบ 5 ช่วงอุณหภูมิ คือ 45-55, 55-65, 65-75, 75-85 และ 85-95 องศาเซลเซียส พบว่าค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้ประสิทธิภาพสูงสุด อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้สูงถึง 23 เปอร์เซ็นต์ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้จากระบบอื่นๆ กับระบบที่นำเสนอดังตารางที่ 1 และผลิตภัณฑ์กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บ้านตาแปด (สินค้า OTOP) ดังรูปที่ 8

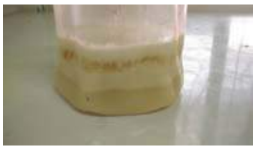


รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดฯ กับดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ 6 การควบคุมอุณหภูมิของระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดฯ ที่อุณหภูมิ 65 -75 องศาเซลเซียส

(ก) การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ด้วยไขมันของน้ำกะทิ



(ข) กะทิผ่านการสกัด 14 ชั่วโมง (ค) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้

รูปที่ 7 การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 65 -75 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้จากระบบอื่นๆกับระบบที่นำเสนอ

ประสิทธิภาพการทำงาน และคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว	ระบบการทำงานที่ใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์				
	การหมักควบคุมอุณหภูมิ[3]	การปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ [4]	ระบบบีบเย็น [5]	เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบ้านตาแปด (แบบเดิม)[6]	ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรด (ที่นำเสนอ)
1.ปริมาณน้ำมันมะพร้าว	30 %	26 %	-	10 %	23 %
2.ระยะเวลาในการสกัด	48 hr.	1 hr.	24 hr.	24 hr.	24 hr.
3.ลักษณะของน้ำมันมะพร้าว	เหนียวเหนอะหนะ	ใส	ใส	ใส	ใส
4.ความหืนของน้ำมันมะพร้าว	ปานกลาง	น้อย	น้อย	น้อยมาก	น้อยมาก
5.ปริมาณความเจือปนของน้ำ	น้อยมาก	น้อยมาก	มาก	น้อย	น้อยมาก
6.ระบบควบคุมระดับน้ำ	-	-	-	ไม่มี	มี
7.อุณหภูมิที่ใช้	30-50 °C	26 °C	60 °C	60-80 °C	65-75 °C
8. ตั้งเวลาการทำงาน	-	-	-	ไม่มี	มี
9.การป้องกันน้ำหยดลงถังบรรจุน้ำกะทิ	-	-	-	ไม่มี	มี
10. ต้นทุนการผลิต	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
11. กำลังไฟฟ้า	700 W	-	-	3,000 W	1,000 W

รูปที่ 8 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บ้านตาแปด หมู่ที่ 5 ตำบลปากบาง อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา

3. สรุป

ระบบควบคุมความร้อนจากอินฟราเรดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้ออกแบบ มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตไอน้ำด้วยอินฟราเรดฮีตเตอร์เพื่อในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีระบบเติมน้ำอัตโนมัติ ระบบรักษาอุณหภูมิ ป้องกันน้ำหยดลงในน้ำมันสกัด และทำงานโดยอัตโนมัติ สามารถรองรับการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้สูงถึง 9 ลิตร/วัน/เครื่อง โดยสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเพียง 9.5 หน่วย/ครั้ง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แก่กลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมขนาดเล็กต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บ้านตาแปด และนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้ผลงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, "น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์", สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พฤษภาคม 2553 : pp. 1-24.

[2] กานดา แสนมณี, "วิธีทำน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 100 เปอร์เซ็นต์ แบบธรรมชาติ" ได้จาก https://www.gotoknow.org/posts/296587, สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2560.

[3] ขจรศักดิ์ อินทอง ภรันยู ไพรัตน์ และสมเกียรติ ไก่แก้ว, "การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ", ปริญญานิพนธ์, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, สงขลา, 2553.

[4] มัณฑนา แก้วชื่น วิทยา ปั้นสุวรรณ และวิเชียร ลีลาวัชรมาศ, "การแยกน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นบริสุทธิ์จากน้ำกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ", การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน ครั้ง ที่ 9, 8-9 ธันวาคม 2555: pp 2347-2353.

[5] พลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย, "เครื่องบีบอัดน้ำมันมะพร้าวด้วยการบีบอัดเย็นอย่างต่อเนื่อง", มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพ, 2555.

[6] การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์, บ้านตาแปด หมู่ที่ 5 ตำบลปากบาง อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา, unpublished.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า

Detecting the Natural Indigo Dyed Fabric and Synthesis Indigo Dyed Fabric using Interdigital Capacitor Sensor

สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์ [1] สาคร อินทะชัย[2]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ต. ธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0651054995 E-mail: sboonkirdram@hotmail.com
[2]สาขาวิชาเครื่องกลและอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ต. ธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0845115527 E-mail: sakorn@snru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคความจุทางไฟฟ้า เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม โดยทำการวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำย้อมครามธรรมชาติกับน้ำย้อมครามสังเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม A กลุ่ม D และกลุ่ม F ค่าความจุทางไฟฟ้ามีแนวโน้มเข้าใกล้กับค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำย้อมครามธรรมชาติมาตรฐาน ส่วน กลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม B กลุ่ม C และกลุ่ม E ค่าความจุทางไฟฟ้ามีแนวโน้มเข้าใกล้กับค่าความจุทางไฟฟ้าของสารละลายไดคลอโรมีเทนและเมทานอล สรุปได้ว่า กลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม B กลุ่ม C และกลุ่ม E มีการผสมน้ำย้อมครามสังเคราะห์ในกระบวนการผลิต

คำสำคัญ: ผ้าย้อมครามธรรมชาติ, ผ้าย้อมครามสังเคราะห์, เทคนิคทางไฟฟ้า

Abstract

This is research aimed to invent and design an equipment to detect the natural indigo-dyed fabric and the synthesis indigo-dyed fabric using the interdigital capacitor sensor to ensure the product's quality and to and more values to the product for the groups of the indigo-dye fabric producers by measuring the number of the capacitor in both the natural and synthesis indigo-dyed liquids. The research outcome indicated that Group A, D, and F had more numbers of the capacitor that was closer to the natural indigo liquid standard; whereas Group B, C, and E had more of capacitor that was more similar to those of Dichloromethane and Methanol. Therefore, Group B, C, and E added more of the synthesis liquid during their dyed-fabric production.

Keywords: Natural Indigo Dyed Fabric, Synthesis Indigo Dyed Fabric, Interdigital Capacitor Sensor

1. บทนำ

ปัจจุบันผ้าย้อมครามจัดเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั้งในจังหวัดสกลนครและจังหวัดใกล้เคียง ถือเป็นผลิตภัณฑ์ประจำถิ่นของจังหวัดสกลนครและเป็นแหล่งผลิตผ้าย้อมครามธรรมชาติที่มีคุณภาพและปริมาณมากที่สุดในประเทศไทย โดยเป็นผลิตภัณฑ์ทรงคุณค่าทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ทำให้การผลิตผ้าย้อมครามได้รับความสนใจในการผลักดันให้เป็นผลิตภัณฑ์หลักของจังหวดสกลนคร และได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา จึงได้มีกลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมครามจำนวนมาก

การนำวัตถุดิบจากธรรมชาติในท้องถิ่นมาใช้ในกระบวนการย้อมสี โดยวัสดุธรรมชาติต่างๆ ได้มาจากวัสดุของพืช สัตว์ และแร่ธาตุ [1]การนำสีธรรมชาติมาย้อมสี ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ผลิต สิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค อีกทั้งวัตถุดิบให้สียังมีมากหาได้ง่ายในท้องถิ่นของประเทศไทย [2] เช่น การย้อมสีจากคราม เป็นสีย้อมธรรมชาติที่เก่าแก่มากซึ่งมนุษย์รู้จักกันมามากกว่า 6,000 ปี

แต่ปัจจุบันเกิดการนำเอาครามสังเคราะห์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นออกไซด์ของโลหะหนัก ซึ่งโลหะหนักหลายชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง ใส่แล้วรู้สึกร้อน สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและเร่งอัตราการเกิดภาวะโลกร้อนให้เร็วขึ้น มาใช้กับกลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมครามธรรมชาติ บางกลุ่มมีการนำครามสังเคราะห์มาผสมกับครามธรรมชาติเพื่อที่จะให้สีสด สีไม่ตก อายุการใช้งานที่นานขึ้น ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าการผลิตด้วยครามธรรมชาติ จึงส่งผลเสียทำให้ลูกค้าที่มาเลือกซื้อเกิดความไม่มั่นใจ เรื่องของราคาแต่ละกลุ่มก็ไม่เท่ากัน อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตก็ไม่มีคุณภาพด้วย ซึ่งล้วนแล้วแต่เกิดจากการนำครามสังเคราะห์มาใช้ในการผลิตผ้าย้อมครามในจังหวัดสกลนคร

ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการสร้างเครื่องมือในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคความจุทางไฟฟ้า เพื่อการันตีคุณภาพ เกิดความมั่นใจในคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม

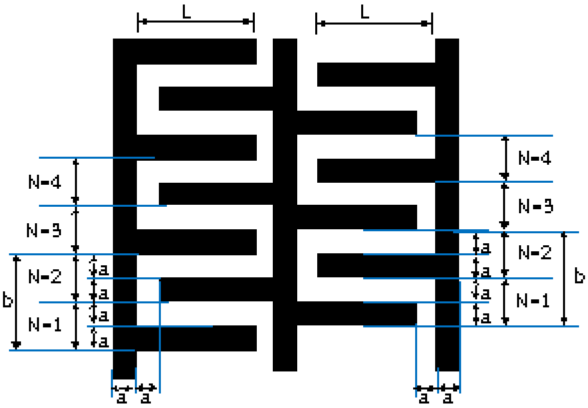
2. อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า โดยทำการทดลองเครื่องมือในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติจากการสุ่มของกลุ่มผู้ผลิตผ้าครามจำนวน 6 กลุ่มกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ เพื่อให้ได้เครื่องมือในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ ซึ่งมีวิธีการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า

ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดให้ค่าความยาวของแผ่นตัวนำ (L) เท่ากับ 2 มม. ความกว้างของแผ่นตัวนำ (a) เท่ากับ 2 มม. และระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ (b) เท่ากับ 10 มม. โดยใช้แผ่นปรินท์แบบด้านเดียว ชนิด เกรด FR-4 (woven glass and epoxy) ความหนาแผ่นตัวนำ (t) = 0.35 μm ค่าไดอิเล็กทริกของวัสดุฐานรอง $\varepsilon_s = 4.3$ ค่าไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε) ของน้ำ (ε_w) เท่ากับ 80.4 ที่อุณหภูมิห้องปกติ และ H คือ ความสูงของตัวรับรู้ระดับน้ำแบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ ดังแสดงในรูปที่ 1

ตัวรับรู้ระดับน้ำแบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ เมื่อออกแบบเสร็จแล้วนำไปกัดปรินท์โดยใช้แผ่น PCB แบบด้านเดียวทั่วไป เมื่อได้ลายทองแดงแล้วทำความสะอาดแผ่นปรินท์ กำจัดเศษทองแดงที่เกินออกและตรวจสอบความต่อเนื่องแผ่นตัวนำ เพราะจะส่งผลต่อความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้น แล้วจึงเคลือบลายด้วยแผ่นปรินท์เพื่อป้องกันออกไซด์บนลายปรินท์ ดังแสดงในรูปที่ 2

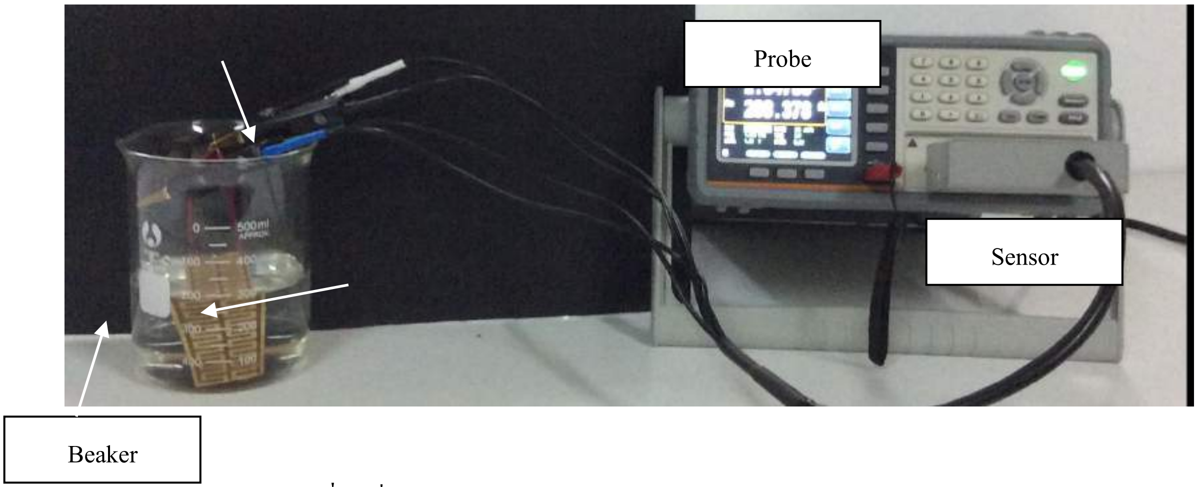


รูปที่ 1 รายละเอียดของตัวรับรู้ค่าความจุทางไฟฟ้าของคราม แบบอินเตอร์ดิจิตอลคาปาซิเตอร์

รูปที่ 2 ตัวรับรู้ค่าความจุทางไฟฟ้าของคราม แบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบที่สร้างขึ้น

2.2 การทดสอบและประเมินผล

การวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำย้อมครามธรรมชาติกับน้ำย้อมครามสังเคราะห์ แบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ โดยการต่อตัวรับรู้ค่าความจุทางไฟฟ้าของคราม แบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ เข้ากับเครื่องมือวัด LCR meter พร้อมป้อนความถี่คงที่ 1KHz. แรงดันกระตุ้น 1 โวลท์. โดยต่อขั้วบวกและขั้วลบที่เครื่องวัด LCR meter ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องในการตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์

3. ผลและวิจารณ์

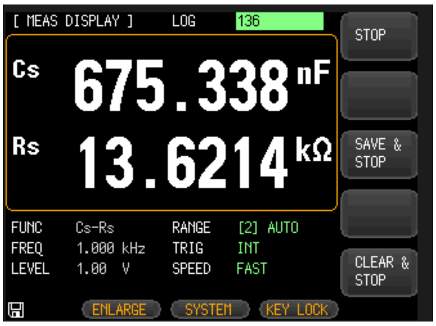
3.1 วัดค่าความจุทางไฟฟ้าของค่ามาตรฐาน

ทำการทดลองวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของค่ามาตรฐาน คือ ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำมีค่าเท่ากับ 2.04344 μF ค่าความจุทางไฟฟ้าของสารลายไดคลอโรมีเทนและเมทานอลมีค่าเท่ากับ 359.041 nF ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำครามธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 12.6087 μF และค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำครามสังเคราะห์มีค่าเท่ากับ 26.0967 μF

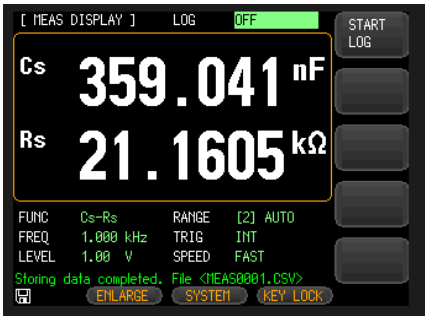
3.2 ค่าความจุทางไฟฟ้าของผ้าย้อมครามจากกลุ่มผู้ผลิตผ้าคราม จำนวน 6 กลุ่ม

ทำการทดลองวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของผ้าย้อมครามจากกลุ่มผู้ผลิตผ้าคราม จำนวน 6 กลุ่ม คือ ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม A มีค่าเท่ากับ 1.11102 μF ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม B มีค่าเท่ากับ 675338 nF ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม C มีค่าเท่ากับ 359.041 nF ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม D มีค่าเท่ากับ 1.140714 μF ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม E มีค่าเท่ากับ 349.128 nF และค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม F มีค่าเท่ากับ 1.38008 μF ดังแสดงในรูปที่ 4 – 10

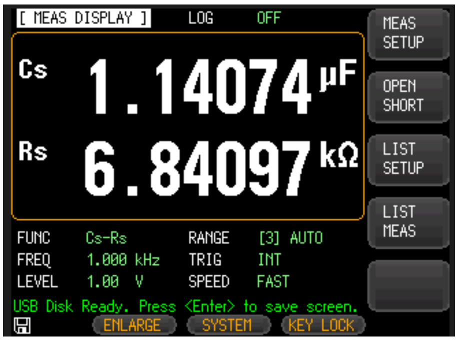
รูปที่ 4 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม A



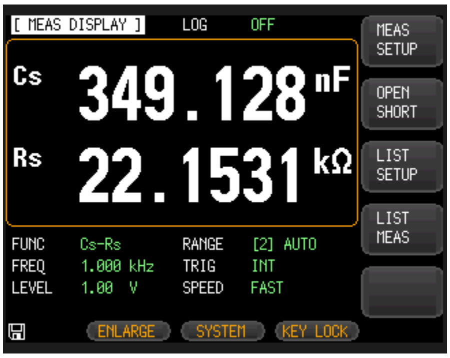
รูปที่ 5 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม B



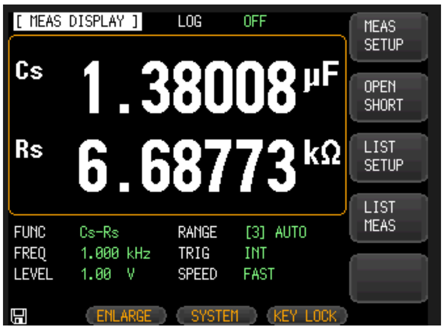
รูปที่ 6 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม C



รูปที่ 7 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม D



รูปที่ 8 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม E



รูปที่ 9 ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม F

จากการทดลองวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของผ้าย้อมครามจากกลุ่มผู้ผลิตผ้าคราม จำนวน 6 กลุ่ม และค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำครามธรรมชาติมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 12.6087 μF พบว่า ค่าความจุทางไฟฟ้าของกลุ่ม A มีค่าเท่ากับ 1.11102 μF ค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม D มีค่าเท่ากับ 1.140714 μF และค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำกลุ่ม F มีค่าเท่ากับ 1.38008 μF มีค่าใกล้เคียงค่าความจุทางไฟฟ้าของน้ำครามธรรมชาติมาตรฐานแสดงว่า กลุ่มผู้ผลิตผ้าครามไม่มีการผสมน้ำครามสังเคราะห์

4. สรุปผลการทดลอง

เครื่องตรวจสอบผ้าย้อมครามธรรมชาติกับผ้าย้อมครามสังเคราะห์ด้วยเทคนิคความจุทางไฟฟ้า เป็นนวัตกรรมใหม่ที่จะทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มผู้ผลิตผ้าย้อมคราม และสามารถพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์ได้

5. ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรแช่ผ้าย้อมครามในสารละไดคลอโรมีเทนและเมทานอล จนกว่าสีครามจะหลุดออกหมดใยผ้าทั้งหมด และออกแบบให้มีความกระทัดรัดและสามารถใช้งานง่ายสำหรับกลุ่มชุมชน

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และ ขอขอบคุณสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการจัดดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] วิชาญ เอียดทอง.2552. คราม: สีธรรมชาติจากต้นถั่ว ใช้ย้อมฝ้ายไหม อ้างอิงจาก http://oamc.ku.ac.th/knowledge/03- july/02.pdf เมื่อวันที่ 3 กันยายน 2559.

[2] การย้อมผ้าคราม. ผ้าฝ้ายย้อยครามบ้านโนนเรือ. อ้างอิงจาก Parkramsk.snru.org เมื่อวันที่ 3 กันยายน 2559

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

แอปพลิเคชันคาดการณ์พลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์

Application for estimating power output from solar photovoltaic systems

ศศิวิมล ทรงไตร[1*], อมรรัตน์ ลิ้มมณี[1], พีระวุฒิ ชินวรรังสี[1], ณัฐวรรณ สุวรรณจิต[1], วิศุทธิ์ แสวงสุข[1], พีระพงศ์ ฟักเขียว[1], สุนทร ศิระไพศาล[1], เอกฉันท์ รัตนเลิศนุสรณ์[1], กอบศักดิ์ ศรีประภา[1]

[1] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

112 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 02-564-6900 E-mail: sasiwimon.songtrai@nectec.or.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชัน SolarMight บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ใช้เป็นเครื่องมือจำลองการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อคาดการณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบ โดยใช้โมเดลที่เน้นผลของการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิของแผงเซลล์ฯ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดพื้นที่ติดตั้งจาก Google Map และเลือกเงื่อนไขการติดตั้งระบบ เช่น ชนิดของแผงเซลล์ มุมและทิศทางที่ต้องการติดตั้ง โดยผู้ใช้จะได้รับ ค่าพลังงานไฟฟ้ารายเดือน มาตรประเมินศักยภาพ (Rating) อีกทั้งมีฟังก์ชันประเมินราคา สรุปผลเป็นรายงานไฟล์ PDF ให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้ที่สนใจติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ช่วยประกอบการตัดสินใจก่อนติดตั้งจริง

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์, ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์, การคาดการณ์, ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า, การสูญเสียอุณหภูมิ

Abstract

We have developed software tool for estimating power output from solar photovoltaic (PV) systems. It is a mobile application for Android platform named “SolarMight”. The prediction model emphasizing temperature loss was used. Users can find location of interest on the Google Map and select installation conditions such as PV type, tilt angle and orientation. SolarMight provides simulated monthly electricity output with a rating scale. There are also optional features such as cost estimate and PDF summary report. This tool provides useful information for those who plan to install PV system.

Keywords: solar cell, photovoltaic system, prediction, electricity generation potential, temperature loss

1. บทนำ

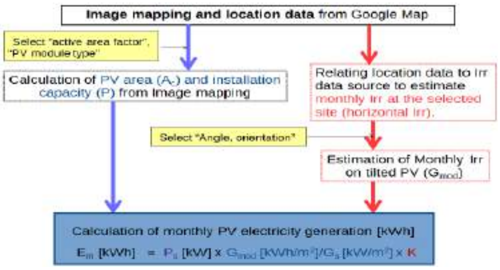
ปัจจุบันนี้การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งก่อนทำการติดตั้งควรต้องทำการประเมินศักยภาพ และรูปแบบในการติดตั้งระบบ เนื่องจากมีผลต่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งในปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีอยู่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมที่มีขายในท้องตลาดซึ่งมีความซับซ้อนของการใช้งาน และมีค่าใช้จ่าย ในขณะโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ผลคาดการณ์ก็มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากโมเดลที่ใช้ไม่ได้ใช้ฐานข้อมูลสภาพแวดล้อมจริงของประเทศไทยมาร่วมพิจารณา

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาแอปพลิเคชัน SolarMight โดยใช้โมเดลที่เน้นค่าการสูญเสียจากอุณหภูมิแผงเซลล์ฯ ซึ่งเป็นการสูญเสียหลักในเขตร้อน [1] และใช้ข้อมูลค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของกระทรวงพลังงาน [2] ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง แอปพลิเคชันนี้สามารถจำลองการติดตั้งคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้ารายเดือนที่จะได้ เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจติดตั้งระบบ

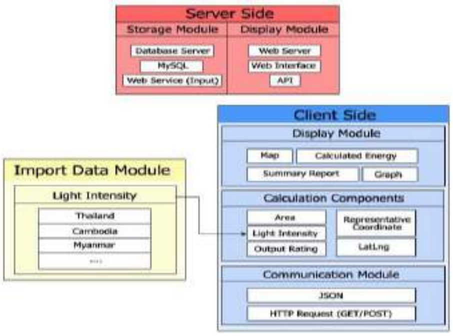
2. การออกแบบและคุณสมบัติ

ในการคาดการณ์ใช้ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์จากกระทรวงพลังงาน ข้อมูลอุณหภูมิ และข้อมูลความเร็วลมจากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลระบบฯ ที่ติดตั้งจริงในประเทศไทยและเพื่อนบ้าน โดยใช้โมเดลคาดการณ์ที่เน้นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเนื่องมาจากอุณหภูมิของแผงเซลล์ฯ รายละเอียดของการพัฒนาโมเดลนี้แสดงในบทความ [1] ซึ่งแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น มีรูปแบบการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยเริ่มจากการค้นหาพื้นที่โดยใช้ Google Map จากนั้นทำการเลือกว่าจะกำหนดพื้นที่โดยการวาดรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) หรือกำหนดขนาดของระบบที่ต้องการติดตั้งเป็นค่าตัวเลขหน่วยกิโลวัตต์ (kW) และทำการกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการติดตั้งระบบ เช่น ชนิดของแผงเซลล์ฯ ทิศ

และมุมที่ใช้ในการติดตั้ง เป็นต้น ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าแสดงในรูปแบบกราฟและตาราง โดยสถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชันแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แผนผังรูปแบบการใช้งานของซอฟต์แวร์



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน SolarMight

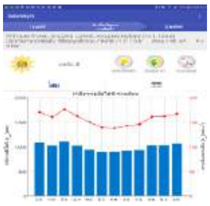
3. แอปพลิเคชัน SolarMight

ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการทำงานของแอปพลิเคชัน SolarMight แสดงในรูปที่ 3 ผู้ที่สนใจทดลองแอปพลิเคชัน SolarMight สามารถ Download ได้จาก Google Play Store

(ก) ค้นหาตำแหน่ง

(ข) กำหนดพื้นที่

(ค) กำหนดเงื่อนไข



(ง) ผลการประเมินค่าพลังงานไฟฟ้า

(จ) ปริมาณไฟฟ้าที่ได้เทียบกับเวลาใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า

(ฉ) ราคาประเมินเบื้องต้น และรายชื่ออุปกรณ์ บริษัทรับติดตั้ง

(ช) รายงานสรุปไฟล์ PDF

รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการทำงาน

4. สรุป

คณะวิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชัน SolarMight เพื่อใช้คาดการณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโมเดลคาดการณ์ที่เน้นการสูญเสียจากอุณหภูมิซึ่งเป็นการสูญเสียหลักในเขตร้อนอย่างประเทศไทย และใช้ฐานข้อมูลค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของกระทรวงพลังงาน ทำให้ผลคาดการณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ประกอบกับรูปแบบการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน และสามารถเข้าถึงได้ง่าย แอปพลิเคชัน SolarMight จึงสามารถช่วยให้ผู้ที่สนใจติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ทราบถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะได้ และข้อมูลที่จำเป็นในเบื้องต้น เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ สำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจก่อนการติดตั้งจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Limmanee, S. Songtrai, P. Chinnavornrungsee, N. Suwannajit, V. Savangsuk, P. Fakkheow, S. Sirapaisan, E. Rattanalerdnusorn and K. Sriprapha,"Development of a tool for estimating power output of photovoltaic systems: A proposed assessment model emphasizing temperature loss", Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology, 2017 , pp. 99-102

[2] Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), Ministry of Energy, Thailand, 2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามผู้สูงอายุโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

Fall Detection System and Elderly Surveillance Using Internet of Things Technology

ชัยวุฒิ วุทธิสิทธิ์[1] สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

เลขที่ 2 ถนนราชธานี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

โทรศัพท์หมายเลข 0-4535-2000 โทรสารหมายเลข 0-04535-2129e-mail : info@ubru.ac.th

บทคัดย่อ

การหกล้มในผู้สูงอายุเป็นสาเหตุสำคัญของการบาดเจ็บและอาจนำไปสู่การเสียชีวิตได้ หากไม่ได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดหรือการช่วยเหลือได้ทันท่วงที ดังนั้นการป้องกันโดยการเฝ้าติดตามการหกล้มในผู้สูงอายุจึงมีความสำคัญอย่างมาก ในบทความนี้จึงได้พัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ซึ่งพัฒนาเป็นอุปกรณ์สวมใส่โดยอาศัยเทคนิคการวัดความเร่งจากการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติอย่างรุนแรงหรือการหกล้มอย่างกะทันหันของผู้สูงอายุ จากนั้นจะนำผลที่ได้แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่นไลน์ ให้ผู้ดูแลที่เกี่ยวข้องหรือบุคลากรทางกาแพทย์ได้เข้ามาช่วยได้ทันท่วงที รวมไปถึงการนำเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งมาช่วยในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมและลักษณะการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุและการเฝ้าติดตามแบบเวลาจริงเพื่อทำให้ทราบแนวโน้มการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติและเพื่อเป็นการเตรียมการป้องกันการช่วยเหลือผู้สูงอายุนั้นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากผลการทดสอบประสิทธิภาพรวมของระบบการตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามผู้สูงอายุมีประสิทธิภาพการทำงานเป็น 86 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การตรวจจับการหกล้ม, อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง, อุปกรณ์สวมใส่, ผู้สูงอายุ

Abstract

Fall in the elderly is a major cause of injury and can lead to death. If not closely supervised or timely assistance. Therefore prevention by surveillance falls in elderly is of great importance. In this article we have developed a fall detection and behavior surveillance of the elderly which the developed as a wearable device based on the technique of measuring acceleration from fast abnormally movements or sudden fall of the elderly then the result will be notify through LINE application for caregivers or medical staff to help promptly. It also includes the internet of things technology to help the data storage the behavior and movement characteristics of the elderly and real-time surveillance to make it know abnormal movements and prepare for prevention helping the elderly to be more effective. From the experiment of the overall performance of the fall detection system and elderly surveillance have a performance is 86 percent.

Keywords: fall detection, internet of things, wearable device, elderly

1. บทนำ

จากการประมาณการแนวโน้มของจำนวนประชากรของประเทศไทย [1] ในช่วงระยะเวลา 30 ปี คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2553 ถึง 2583 พบว่าประชากรที่เป็นผู้สูงอายุ จะมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าเท่าตัว และมีแนวโน้มว่าประชากรผู้สูงอายุอาจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องต่อไปในอนาคต ปัญหาหลักที่ตามมาอย่างเห็นได้ชัด คือ กลุ่มผู้สูงอายุ ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป เป็นวัยที่ต้องระมัดระวังในการดูแลตนเองหรือผู้สูงอายุบางรายไม่สามารถดูแลตัวเองได้เองและจำเป็นที่จะต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากลูกหลานหรือบุคลากรทางการแพทย์ แต่เนื่องจากในช่วงบางเวลาการดูแลผู้สูงอายุอาจไม่ได้รับการดูแลอย่างทั่วถึง หรือในกรณีที่บุคลากรทางแพทย์ที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงไม่เพียงพอต่อการรองรับกับความต้องการในการดูแลอย่างใกล้ชิด ทั้งในที่บ้านพักคนชราหรือศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ

การหกล้มของผู้สูงอายุเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ ที่นับวันจะเพิ่มขึ้นทั่วโลกเนื่องจากจำนวนและอายุขัยของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น การหกล้มของผู้สูงอายุก็เป็นปัญหาหนึ่ง ที่มักจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียเกิดขึ้นได้ ซึ่งปัญหาการหกล้ม [2] อาจเกิดจากสาเหตุการป่วยแล้วเกิดอุบัติเหตุเป็นลมแล้วล้ม หรืออาจเกิดจากอุบัติเหตุลื่นล้ม หรือสะดุดล้ม ปัญหานี้จึงเป็นปัญหาหนึ่งที่เกี่ยวเนื่องโดยตรงกับเรื่องสุขภาพของกลุ่มผู้สูงอายุ อีกกรณีหนึ่ง คือ การหกล้มของกลุ่มผู้สูงอายุเกิดจากการลื่น สะดุด ก้าวพลาด ถูกผู้อื่นชนหรือดัน หรือการหกล้มจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่ง เช่น จากการปีน ตกจากที่สูง ตกบันได รวมถึงการตกหรือหกล้มที่เกี่ยวข้องกับเก้าอี้ เตียง รถเข็น เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น โดยกลุ่มคนดังกล่าวมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากการสูญเสียหรือเป็น

อัมพาตหลังจากที่หกล้มแล้ว สูงกว่ากลุ่มวัยอื่น ๆ อุบัติเหตุเกี่ยวกับการหกล้มมักจะเกิดในบริเวณที่ผู้สูงอายุเพียงคนเดียว ถึงแม้ว่าจะมีผู้ที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิดแต่ก็ไม่สามารถอยู่ดูแลได้ตลอดและหากเกิดการล้มขึ้นแล้วปัญหาตามมา คือ การไม่ได้รับการช่วยเหลือได้ในขณะนั้นหรือได้ทันท่วงที

ปัจจุบันการพัฒนาด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีมีมากมายทั้งเกี่ยวข้องกับทางการแพทย์หรืออุปกรณ์ช่วยเหลือกลุ่มผู้ต้องการทำกายภาพบำบัดหรือกลุ่มผู้สูงอายุ การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการแพทย์หรือช่วยเหลือผู้สูงอายุได้มีการนำกล้องวงจรปิดมาช่วยในการตรวจสอบเฝ้าระวังผู้สูงอายุหากมีการล้มภายในห้องน้ำ [3] แต่ปัญหาของการตรวจสอบด้วยกล้องจะต้องมีการปรับค่าอัลกอริทึมที่เหมาะสมกับแสงภายนอกที่สะท้อนของน้ำ จากนั้นก็ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณมาติดตั้งไว้ที่ตัวผู้สูงอายุแบบพกพา [4] ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ใช้หลักการส่งสัญญาณมายังโหนดรับสัญญาณและส่งข้อมูลแสดงผลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก โดยแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชั่น แต่เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวได้มีการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการวิจัยเท่านั้นทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อาจไม่ตรงกับลักษณะหรือท่าทางของผู้สูงอายุในบางท่าทางได้ ทำให้ผลการวิเคราะห์เกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ในบทความนี้จึงได้มีแนวทางในการพัฒนาระบบตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามพฤติกรรมการเคลื่อนไหวผู้สูงอายุที่ ร่วมกับการนำเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet Of Things) หรือ IOT [5] และพัฒนาโดยใช้บอร์ด ESP32 ในประมวลผลซึ่งทำให้การทำงานมีความเร็วขึ้น จะมีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ผู้สูงอายุมีการติดอุปกรณ์สวมใส่นี้ โดยในอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการล้มจะใช้โมดูล GY-521 เป็นโมดูลวัดความเร่งซึ่งจะช่วยในการตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติอย่างรวดเร็วและกะทันหันของผู้สูงอายุ และจะมีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่นไลน์ (Line Notify) เพื่อให้ผู้ที่ดูแลที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุหรือบุคลากรทางการแพทย์ได้รับข้อมูลการแจ้งเตือนที่จะสามารถช่วยเหลือได้ทันท่วงทีและสามารถนำข้อมูลที่บันทึกบน Cloud Server ของ IOT มาใช้ในการวิเคราะห์วินิจฉัยเพื่อหาทางป้องกันในลำดับต่อไป

2. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทางผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาในด้านการตรวจจับการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งได้นักวิจัยที่ได้พัฒนาระบบทางด้านการตรวจจับการล้มในผู้สูงอายุโดยงานวิจัย [6] จะเป็นการศึกษาแนวโน้มของการพัฒนาระบบงานวิจัยด้านการป้องกันการหกล้มของผู้สูงอายุดังกล่าวได้ทบทวนบทความที่เกี่ยวข้องซึ่งยังไม่มีการหาทางป้องกันและคำแนะนำในการเฝ้าติดตาม ต่อมาได้มีนักวิจัยที่ได้พัฒนาระบบอุปกรณ์อัจฉริยะโดยมีการตรวจจับการหกล้มและแจ้งเตือน [7] โดยระบบดังกล่าวจะมีการแจ้งเตือนทันทีเมื่อมีการหกล้ม หากอยู่ในระดับที่มีการแจ้งเตือนและไม่สามารถหยุดการแจ้งเตือนได้ และยังมีนักวิจัยที่ได้นำเทคโนโลยีทางด้านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งมาใช้พัฒนาในระบบการเฝ้าติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพในด้านต่าง ๆ [8] ร่วมกับบอร์ดสมองกลฝังตัว Raspberry Pi ระบบดังกล่าวยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ในระบบที่เป็นอุปกรณ์พกพาหรือ Smart Phone

3. การออกแบบระบบ

บทความนี้ได้ออกแบบระบบโดยใช้บอร์ด ESP32 Dev Kit V1.0 ดังรูปที่ 1 และลักษณะการกำหนดขาใช้งานทั่วไป (General Purpose Input/Output หรือ GPIO) ดังรูปที่ 2 ในการพัฒนา ใช้ชิพ ESP-WROOM-32 Dual Core ของ Tensilica LX6 [9] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32-bit มีความเร็ว 2.4MHz (600 DMIPS) แบบ ใช้มาตรฐานการสื่อสาร Wi-Fi IEEE802.11 b/g/b ด้วยเทคโนโลยีใช้พลังงานต่ำ (Low Power Technology)

รูปที่ 1 ลักษณะบอร์ด ESP32 Dev Kit V1.0

รูปที่ 2 ลักษณะขาใช้งานทั่วไปสำหรับ ESP32

การพัฒนาระบบ IOT โดยใช้ ESP32 ถูกพัฒนาให้สามารถติดตั้ง Package ที่ใช้กับ Arduino IDE ได้ โดยใช้โปแกรม Git [10] ในการติดตั้ง Package ESP32 และระบบตรวจจับการหกล้มจะใช้โมดูลเซนเซอร์วัดความเร่งรุ่น GY-521 โดยใช้ชิพ MPU-6050 ดังรูปที่ 3 [11]

รูปที่ 3 ลักษณะโมดูลเซนเซอร์วัดความเร่ง GY-521

ตัวโมดูลเซนเซอร์วัดความเร่งจะมีการทำงาน 2 ลักษณะ คือ การทำงานเป็นตัววัดความเร่ง (Accelerometer) ประกอบด้วย Ax, Ay และ Az จะใช้วัดความเร่งเชิงเส้นเทียบกับค่าแรงโน้มถ่วง g โดยสามารถบอกความเอียงของเซนเซอร์ได้ และการทำงานอีกอย่างหนึ่ง คือ การบอกค่าแรงเฉื่อย (Gyroscope) ได้ แต่ในบทความนี้จะมุ่งเน้นในการใช้ค่าความเร่งเชิงเส้น ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการตรวจจับการหกล้ม โดยอาศัยหลักการคำนวณค่าความเร่งเชิงเส้นดังสมการที่ 1

$$A_{Cin} \geq |A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \qquad (1)$$

จากสมการที่ 1 เป็นสมการของค่าประมาณองค์ประกอบแรงโน้มถ่วงของความเร่งตามแนวแกน X , Y และ Z และสามารถคำนวณมุมของการหกล้ม $\theta(t)$ ในช่วงเวลา t ได้จากสมการที่ 2

$$\theta(t) = \cos^{-1}\left(\frac{A_x(t)}{\sqrt{A_x(t)^2 + A_y(t)^2 + A_z(t)^2}}\right) \qquad (2)$$

4. กรอบแนวคิดของงานวิจัย

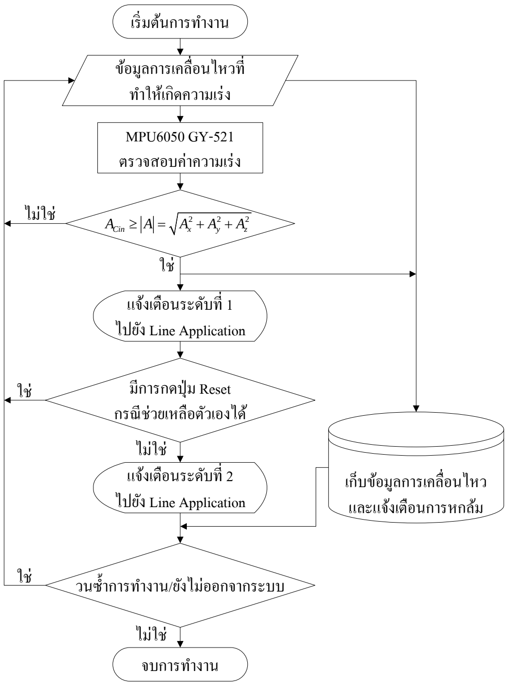
ในหัวข้อนี้จะอธิบายกรอบแนวคิดของงานวิจัยระบบตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามผู้สูงอายุโดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 4 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

จากรูปที่ 4 เป็นกรอบแนวคิดของงานวิจัยซึ่งจะเริ่มต้นจากการการใช้เซนเซอร์ GY-521 ตรวจจับการหกล้ม โดยใช้ ESP32 ประมวลผลและเก็บข้อมูลบน IOT พร้อมกับแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชั่นไลน์

5. วิธีการสำหรับการตรวจจับการหกล้ม

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงผังงานการทำงานของระบบตรวจจับการหกล้มโดยมีรายละเอียดของผังงานดังนี้

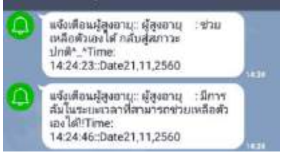


รูปที่ 5 ผังงานการทำงานของระบบตรวจจับการหกล้ม

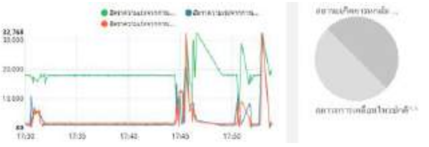
จากรูปที่ 5 เป็นผังงานการทำงานของระบบตรวจจับการหกล้มและการทำงานของโมดูลเซนเซอร์วัดความเร่ง โดยใช้ ESP32 ในการประมวลผลและควบคุมการทำงาน ร่วมกับโมดูล GY-521 เป็นหลักซึ่งสามารถอธิบาย

6. การทดลองและการประเมินผล

ในการทดสอบระบบตรวจจับการหกล้มด้วย ESP32 ได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองลักษณะ คือ การแจ้งเตือน เมื่อมีการหกล้มและเก็บข้อมูลลงในระบบ IOT ดังรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ และประสิทธิภาพการตรวจจับการหกล้มของโมดูลเซนเซอร์วัดความเร่งในตารางที่ 1



รูปที่ 6 ลักษณะการแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชั่นไลน์



รูปที่ 7 ลักษณะของกราฟที่แสดงบน Cloud IOT

จากรูปที่ 6 เป็นลักษณะของช่วงเวลาการแจ้งเตือนการหกล้มไปที่แอปพลิเคชั่นไลน์ ในส่วนรูปที่ 7 จะเป็นลักษณะของกราฟที่มีการเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุจริงผ่าน Cloud ของ IOT

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับการหกล้ม

ประสิทธิภาพการ	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ (%)
ตรวจจับการหกล้ม	**4.33**	**86.67**

จากตารางที่ 1 จะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับการหกล้ม 3 ระดับ คือ 50 cm , 100 cm และ 150 cm จำนวน 5 รอบ รอบละ 5 ครั้ง โดยมีประสิทธิภาพการตรวจจับการหกล้มอยู่ที่ 86 เปอร์เซ็นต์ และรูปที่ 8 คือ ลักษณะการหกล้มตามแนวแกน X, Y และ Z ตามลำดับ

ตามแนวแกน +X ตามแนวแกน +Y ตามแนวแกน -Z

รูปที่ 8 ลักษณะของการหกล้ม

7. สรุปผลและแนวทางการพัฒนา

ในบทความวิจัยนี้อธิบายถึงวิธีการตรวจจับการหกล้มและเฝ้าติดตามผู้สูงอายุ พัฒนาโดยใช้บอร์ด ESP32 ในการประมวลผลร่วมกับโมดูลเซนเซอร์วัดความเร่ง สามารถแจ้งเตือนและเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุได้ ระบบการทำงานไม่ซับซ้อน โดยบุคลากรทางการแพทย์สามารถนำข้อมูลที่ถูกจัดเก็บบน Cloud Server ของ IOT ไปใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาทางป้องกันต่อไปได้ แนวทางในการพัฒนาต่อไป อาจจะเพิ่มในส่วนของการระบุพิกัด ตำแหน่งของผู้สูงอายุ หรือสามารถวิเคราะห์ถึงแนวโน้มความเสี่ยงบริเวณที่จะเกิดอันตรายต่อผู้สูงอายุซึ่งจะช่วยทำให้ระบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท วีนัส ซัพพลาย จำกัด สำหรับการอนุเคราะห์ให้คำแนะนำการใช้งานอุปกรณ์และแหล่งข้อมูลความรู้ และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมการปกครอง. “จำนวนประชากรในประเทศไทยปี 2560 (พร้อมข้อมูลจำนวนจังหวัด, อำเภอ, หมู่บ้าน)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.zcooby.com/2560 – thailand – information – number -statistics/. 2560

[2] วสุวัฒน์ กิติสมประยูรกุล, “การล้มและการป้องกัน,” สมาคมเวชศาสตร์ฟื้นฟูแห่งประเทศไทย, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://rehabmed.or.th/assoc/as_thai/news_detail.php?news_id=232.

[3] ธีรศักดิ์ โชติกวณิชย์, “ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับตรวจจับการล้มขณะอาบน้ำด้วยกล้องที่รักษาความเป็นส่วนตัว” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตมหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานครินทร, 2555.K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.

[4] ปริวัฒน์ เลื่อมสำราญ. “ระบบติดตามผู้สูงอายุโดยใช้เครือข่ายไร้สาย.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://digital_collect, lib. buu.ac.thf /dcms/files/55910292.pd. 2559.

[5] A. McEwen and H. Cassimally, “Designing the internet of things,” Wiley and Sons, 2014.

[6] N. El-Bendary, Q. Tan, F. C. Pivot, and A. Lam, “Fall Detection and prevention for the elderly: A Review of trends and challenges,” Internation Journal on Smart Sensing and Intelligent system vol. 6, no. 3, pp. 1230-1266, june 2013.

[7] J. He, C. Hu, and X. Wang, “A smart device enabled system for autonomous fall detection and alert,” International Journal of Distributed Sensor Networks volume 2016.

[8] A. Abdelgawad, K. Yelamarthi, and A. Khattab, “IoT-Based health monitoring system for active and assisted living,” ICST Institute for computer sciences, social informatics and telecommunications engineering, pp. 11-20 2017.

[9] บริษัท วีนัสซัพพลาย จำกัด, “ESP-WROOM-32 WiFi Serial Transceiver Module,” Copyright 2012 ThaiEasyElec.com

[10] RobotSiam Channel, “การติดตั้ง Arduino Core for ESP32 WiFi chip,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://robotsiam. blogspot.com/ 2017/09/arduino-core-for-esp32.html.

[11] Commanrone Electronics for you, “การใช้งาน GY521 MPU6050,” [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://comman-dronestore.com/ learning/gy521_001.php.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การจำแนกความชื้นข้าวเปลือกมาตรฐานด้วยโพรบย่านไมโครเวฟอย่างง่ายโดยโหมดการวัดคลื่นสะท้อนกลับ

Classification of Standard Paddy Moisture Content using a Low-Profile Microwave Probe with Reflection Mode Measurement

ปกรณ์เกียรติ์ เศวตเมธิกุล[1] อุดมศักดิ์ จันทรทาโพ[2] สมสิน วางขุนทด[3]

[1]ห้องปฏิบัติการวิจัยนวัตกรรมคลื่นความถี่สูงและการประยุกต์ หน่วยวิจัยแม่เหล็กไฟฟ้าประยุกต์เพื่อการพยากรณ์และการสื่อสารชาญฉลาด

[2]สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-4750, 1

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233-000 ต่อ 3124

E-mail: pkkt@rmutt.ac.th, audomsak_j@rmutt.ac.th, somsin@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำแนกความชื้นข้าวเปลือกมาตรฐานด้วยการใช้โพรบย่านความถี่ไมโครเวฟอย่างง่ายโดยการวัดโหมดคลื่นสะท้อนกลับ โพรบที่ใช้งาน พัฒนาจากตัวแพร่กระจายคลื่นรูปสี่เหลี่ยมบนวัสดุฐาน FR4 และออกแบบที่ความถี่ของการแพร่ที่ 3 GHz ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ที่ฐานด้านในของกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมทรงสูง โดยปริมาณของข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบ 970 มล. และอุณหภูมิห้องในการทดสอบ 26 องศาเซลเซียส ในการทดลอง ใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายในการทดสอบข้าวเปลือกที่มีความชื้น ในช่วง 10% - 24% ความละเอียด 2% ต่อช่วงการวัด จากผลการทดลอง พบว่า ค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับจากการวัดข้าวเปลือกความชื้น ระหว่าง 10% - 14% อยู่ในช่วง 29.876 - 26.62 dB และค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับจากการวัดข้าวเปลือกความชื้นระหว่าง 16% - 24% อยู่ในช่วง 25.893 - 17.437 dB สรุปได้ว่า ค่าการสูญเสียสะท้อนกลับที่มากกว่า 26.62 dB สามารถกำหนดเป็นค่าอ้างอิงในการจำแนกค่าความชื้นความเปลือกที่ต่ำกว่า 14% ได้ นอกจากนี้ ผลของงานวิจัยนี้ ยังได้สมการเชิงเส้นที่ใช้ทำนายความชื้นของข้าวเปลือกทั่วไปที่มีความชื้นระหว่าง 10% - 24% ได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ความชื้นข้าวเปลือก, โพรบไมโครเวฟอย่างง่าย, โหมดการวัดคลื่นสะท้อนกลับ, การประยุกต์ของคลื่นไมโครเวฟด้านเกษตรกรรม, การทดสอบแบบไม่ทำลาย

Abstract

This paper proposes a classification of paddy moisture content using a low-profile microwave probe with reflection-mode measurement. The microwave probe was made of a 3-GHz rectangular patch radiator based a FR4 laminate, which was installed at the inner bottom of a plastic rectangular box, where the amount of paddy sample was 970 ml and room temperature was set at 26°C. In our experiment, a vector network analyzer was employed to investigate the paddy moisture content at a range of 10% - 24% with a resolution of 2%. The measured results showed that the reflection loss of 10% - 14% moisture content was 29.876 - 26.62 dB, and the reflection loss of 16% - 24% moisture content was 25.893 - 17.437 dB. Therefore, the reflection loss at more than 26.62 dB can be defined as the reference point for moisture content at less than 14%. Furthermore, a linear equation defined by our results can be used to predict any paddy moisture content at a range of 10% - 24% as well.

Keywords: paddy moisture content, low-profile microwave probe, reflection mode measurement, microwave application for agriculture, non-destructive testing

1. บทนำ

โดยทั่วไป การจำแนกคุณภาพข้าวเปลือก จะพิจารณาจากค่าความชื้นเป็นสำคัญ โดยได้กำหนดค่าความชื้นมาตรฐานในการเก็บไว้ที่ 14% ซึ่งค่าความชื้นนี้ได้ถูกอ้างอิงกับราคาในการซื้อ-ขายด้วย [1] ในการวัดประเมินความชื้นข้าวเปลือกด้วยวิธีการมาตรฐาน สามารถทำได้ 2 วิธีการใหญ่ๆ คือ วิธีการทางตรง (Direct method) เป็นวิธีการที่มักใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ วิธีใช้ตู้อบไฟฟ้า วิธีการกลั่น การใช้แสงอินฟราเรด และวิธีการทางอ้อม (Indirect method) เป็นวิธีที่ใช้วัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า ได้แก่ การวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้า การวัดค่าความจุไฟฟ้า [2] โดยในทางปฏิบัติ มักใช้วิธีการทางอ้อม เนื่องจากสามารถวัดประเมิน

ได้รวดเร็วกว่า และกระบวนการวัดทดสอบที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งมีความแม่นยำสูง สามารถเชื่อถือได้

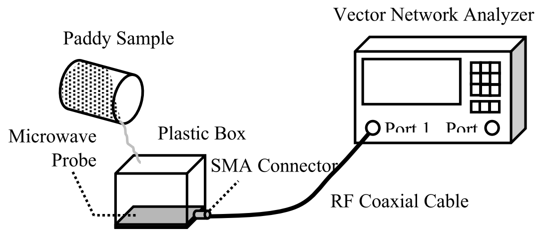
จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แม้ว่าจะมีการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิคการวัดประเมินความชื้นข้าวเปลือกหลากหลายงานมาแล้วก็ตาม ดังเช่นบทความวิจัย [3], [4] แต่ก็ยังพบจุดที่ควรพัฒนาที่สำคัญด้วยเช่นกัน คือ การเลือกใช้คลื่นความถี่ไร้สายในย่านที่ใกล้กับย่านความถี่ของสถานีแพร่กระจายภาพและเสียงโทรทัศน์ อาจมีผลทำให้ถูกรบกวนจากคลื่นสัญญาณที่แรงกว่า ซึ่งมีผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดสอบได้ง่าย ในขณะเดียวกัน ยังพบด้วยว่า การใช้เทคนิคการประเมินความชื้นข้าวด้วยการวัดอุณหภูมิของข้าว เป็นเพียงการวัดอุณหภูมิแวดล้อมเท่านั้น ไม่สามารถใช้ในการวัดประเมินความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกได้

จากข้อควรพัฒนาที่กล่าวถึงในข้างต้น คณะผู้วิจัย ได้ให้ความสนใจในการเลือกใช้เทคนิคที่คล้ายคลึงกัน คือ การใช้คลื่นไมโครเวฟในการวัดประเมินความชื้นของข้าวเปลือก แต่เพื่อลดข้อผิดพลาดจากปัจจัยต่างๆ จึงได้กำหนดเลือกใช้ย่านความถี่ที่ไม่ซ้ำซ้อนกับย่านใช้งานอื่นๆ โดยในงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ย่านความถี่ 3 GHz ซึ่งแม้ว่า จะใกล้กับย่านความถี่การสื่อสารดาวเทียมก็ตาม แต่ที่ความถี่ 3 GHz นี้ เป็นความถี่ขาขึ้นจากภาคพื้นดิน ดังนั้น โอกาสที่จะถูกรบกวนจากสัญญาณดาวเทียม จึงมีความเป็นไปได้ที่น้อยมาก นอกจากนี้ ยังใช้เทคนิคการวัดแบบระยะใกล้ โดยการติดตั้งโพรบไมโครเวฟที่ผิวด้านในกล่องบรรจุข้าวเปลือกสำหรับการทดสอบ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ ยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาในระยะแรก จึงเป็นเพียงการศึกษาผลของคลื่นทดสอบที่เปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นของข้าวเปลือกที่ค่าต่างๆ ตั้งแต่ 10% - 24% เพื่อหาค่าที่ใช้ในการจำแนกข้าวตามความชื้นมาตรฐานในการเก็บรักษาที่ 14% โดยรายละเอียดของระเบียบวิธีวิจัยได้นำเสนอไว้แล้วในหัวข้อถัดไป

2. วิธีทดลอง

2.1 โหมดการวัดคลื่นสะท้อนกลับ

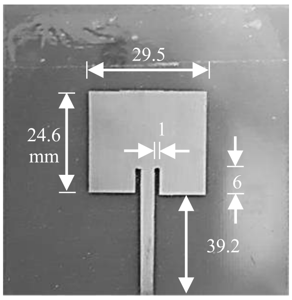
ในศาสตร์ด้านการทดสอบด้วยคลื่นย่านไมโครเวฟนั้น เราสามารถเลือกใช้โหมดการวัดด้วยคลื่นส่งผ่าน (Transmission) และสะท้อนกลับ (Reflection) ได้ โดยโหมดการส่งผ่านจะต้องใช้โพรบสองตัวสำหรับด้านส่งและด้านรับ เพื่อสังเกตผลของค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmission coefficiency) ในขณะที่โหมดการสะท้อนกลับ จะใช้โพรบเพียงตัวเดียวในการส่งและรับคลื่นสะท้อนกลับ เพื่อสังเกตผลของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (Reflection coefficiency) โดยโหมดการวัดทั้งสองแบบ อาจมีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการเลือกใช้งานให้เหมาะกับตัวอย่างทดสอบด้วย โดยงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้โหมดการสะท้อนกลับ ด้วยเหตุผลของความง่ายและความยืดหยุ่นในการใช้งาน ดังแสดงระบบการวัดในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบการวัดในโหมดคลื่นสะท้อนกลับ

2.2 ไมโครเวฟโพรบ

ไมโครเวฟโพรบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สร้างบนโครงสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ (PCBs) เทียบเคียงเบอร์ FR4 โดยขนาดของตัวแพร่กระจายคลื่น (Radiator) รูปสี่เหลี่ยม ถูกออกแบบตามหลักการออกแบบสายอากาศบนแผ่นวงจรพิมพ์ [5] ที่ความถี่ศูนย์กลาง 3 GHz โดยมีโครงสร้างและขนาด แสดงดังรูปที่ 2



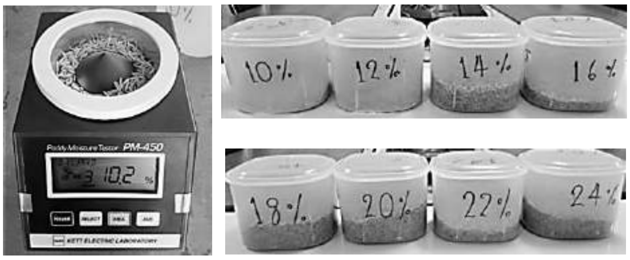
รูปที่ 2 มิติและขนาดของโพรบไมโครเวฟ

พิจารณารูปที่ 2 ตัวแพร่กระจายคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 29.5 mm × 24.6 mm ขนาดของช่องเจาะเพื่อการปรับแต่งความสมดุลอิมพีแดนซ์ ขนาด 1 mm × 6 mm และความยาวทางไฟฟ้าของสายป้อนสัญญาณ เป็น $3\lambda_g/4$ เท่ากับ 39.2 mm โดยขนาดความกว้างของสายป้อนสัญญาณถูกออกแบบที่อิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม

3. ขั้นตอนและผลการทดลอง

ในการทดลอง ได้ใช้อุปกรณ์วัดความชื้นข้าวมาตรฐาน ยี่ห้อ Kett รุ่น PM450 ร่วมด้วย เพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าความชื้นมาตรฐาน โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังต่อไปนี้

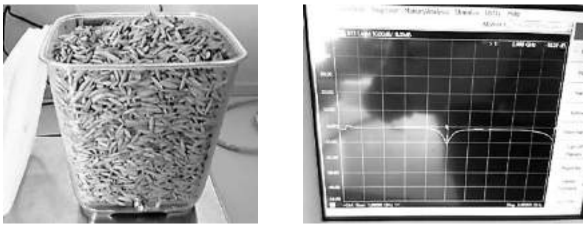
1) เตรียมข้าวเปลือกที่ความชื้น ตั้งแต่ 10% - 24% โดยบรรจุแยกภาชนะแต่ละความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 3 (การเตรียมความชื้น ทำโดยการแช่ข้าวเปลือกทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้น นำข้าวเปลือกไปตากแดดและ/หรืออบลดความชื้นจนได้ความชื้นตามที่ต้องการ)



รูปที่ 3 การเตรียมข้าวเปลือกที่ความชื้น 10% - 24%

2) นำข้าวเปลือกที่ค่าความชื้นต่างๆ เทใส่กล่องจนเต็มปริมาตรของกล่องขนาด 970 มล. ดังในรูปที่ 4 ปิดฝากล่องให้สนิท และวัดผลค่าการสูญเสียของคลื่นสะท้อนกลับ (S_{11}) ด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย

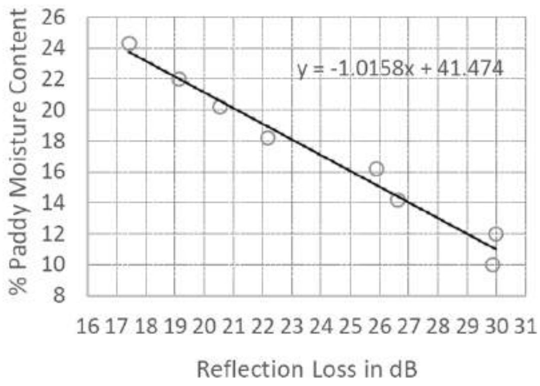
3) บันทึกผลการทดลองของค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับที่ความชื้นข้าวค่าต่างๆ ตั้งแต่ 10% - 24% ดังแสดงในตารางที่ 1 พร้อมพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับ (Reflection loss in dB) และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือก (% Paddy moisture content) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 (ซ้าย) ข้าวเปลือกที่บรรจุกล่องพร้อมทดสอบ และ (ขวา) หน้าจอแสดงผลการวัดของเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย

ตารางที่ 1 ค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับจากการวัดข้าวเปลือกความชื้น 10% - 24% (ผลการวัดค่าความถี่ เท่ากับ 2.988 GHz ที่ทุกค่าความชื้น)

% ความชื้น	ค่าสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับ (S_{11}) ในหน่วย dB			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10.2	29.75	29.87	30.01	29.876
12.0	30.28	29.62	30.04	29.980
14.2	26.19	26.83	26.84	26.620
16.2	25.69	25.80	26.19	25.893
18.2	22.31	22.08	22.12	22.170
20.2	20.56	20.54	20.53	20.543
22.1	19.14	19.15	19.12	19.137
24.3	17.44	17.44	17.43	17.437



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นข้าวเปลือก (% Paddy Moisture Content) และค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับ (Reflection Loss in dB)

กราฟที่แสดงในรูปที่ 5 ได้มาจากการพล็อตค่าจากตารางที่ 1 โดยแกนนอน คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับ (S_{11}) ในหน่วย dB ซึ่งเป็นค่าที่พิจารณาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของคลื่น เมื่อส่งคลื่นไปกระทบวัตถุตัวอย่างและสะท้อนกลับผ่านโพรบ โดยการใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Vector Network Analyzer) ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 4 (ขวา) ในขณะที่แกนตั้งของกราฟ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกที่ค่าต่างๆ ตั้งแต่ 10.2 – 24.3% จากตารางที่ 1 (% ความชื้น) ซึ่งกราฟที่พล็อตได้ถูกพิจารณาในลักษณะเชิงเส้น (Linear)

4. วิเคราะห์และสรุปผล

พิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 1 พบว่า ค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับจากการวัดข้าวเปลือกความชื้น 10% - 14% อยู่ในช่วง 29.876 – 26.62 dB และค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับจากการวัดข้าวเปลือกความชื้น 16% - 24% อยู่ในช่วง 25.893 – 17.437 dB จากผลการทดสอบนี้ สามารถจำแนกได้ว่า ความชื้นข้าวเปลือกที่ต่ำกว่า 14% จะมีค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับที่มากกว่า 26.62 dB ในขณะเดียวกัน กราฟเชิงเส้นในรูปที่ 5 ก็สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงในการทำนายค่าความชื้นข้าวเปลือกได้ด้วย ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ไม่ทราบค่าความชื้นของข้าวเปลือก แต่สามารถวัดค่าสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับได้ เท่ากับ 25.2 dB เมื่อแทนค่าในสมการด้วย x = 25.2 (หรืออ่านค่าจากกราฟ) จะได้ว่าข้าวเปลือกที่ทดสอบมีความชื้น (y) เท่ากับ 15.87%

อย่างไรก็ตาม ผลของการวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ ยังเป็นเพียงการศึกษาในระยะแรกเท่านั้น แม้ว่า จะสามารถอ้างอิงเพื่อการจำแนกข้าวเปลือกเจ้าที่มีความชื้นตามมาตรฐานและสามารถทำนายความชื้นของข้าวเปลือกจากการวัดค่าการสูญเสียคลื่นสะท้อนกลับโดย

พิจารณาจากสมการเชิงเส้น (y = -1.0168x + 41.474) ดังกราฟที่ 5 ได้ก็ตาม แต่ก็ยังจะต้องมีการพัฒนาระบบวัดให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นไปด้วย โดยการเพิ่มความละเอียดในการวัดที่ค่าความชื้นต่างๆ ให้มากขึ้น (Fine resolution) นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังมีเป้าหมายที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลการวัดทดสอบด้วยเทคนิคอื่นๆ ต่อไปอีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี พ.ศ. 2560 โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาเชิงเปรียบเทียบวิธีทดสอบคุณภาพข้าวเปลือกความชื้นสูงแบบรวดเร็วด้วยคลื่นไมโครเวฟ อินฟราเรด และแสง รหัสโครงการวิจัย 348973

นักศึกษาชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วย นายณัฐวัชร สุขเสงี่ยม นายสุเทพ เมืองข้องน้อย และนางสาวจรรยพร แดนดงสำหรับขั้นตอนการทดลองและวัดทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, “มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ 4004-2555: ข้าว ,” *ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 129 ตอนพิเศษ 173ง*, 16 พฤศจิกายน 2555.

[2] วิบูลย์ เทเพนทร์, “การวัดความชื้นเมล็ดพืช,” สำนักวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สืบค้นจาก http://www.doa.go.th/aeri/files/KM/moisture%202.pdf

[3] กนกศักดิ์ บุญทัน และประกาศิต ตันติอลงการ, “เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกไร้สาย,” *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 8*, กรุงเทพมหานคร, 26 พฤศจิกายน 2558, หน้า 7 - 12.

[4] จาริณี มณเฑียรรุ่งโรจน์ และ ฐานเศรษฐ์ สุ่มมาตย์, “เครื่องตรวจจับความชื้นอุณหภูมิและสีของข้าว,” ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[5] C. A. Balanis, “Antenna theory: Analysis and design,” 3rd ed.: John Wiley & Sons, Inc., 2005, ch. 14.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

Innovation of Assist farmers on planting and care Sweet Banana (klue hom thong) in Grow Area Organic Sweet Banana (klue hom thong) Contaminants toxins for Export

ศิวาพร เหมียดไธสง[1] เทียง เหมียดไธสง[2] สราวุฒิ เชาวสกู[2]

[1]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

38 ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000 โทรศัพท์ 032-405502 E-mail: thiangone@hotmail.com

บทคัดย่อ

นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรสำหรับการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถปลูกกล้วยหอมทองที่ปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก การมีนวัตกรรมอัจฉริยะในการช่วยเหลือเกษตรกรในขั้นของการเก็บข้อมูลและตรวจสอบย้อนกลับของแปลงปลูกจะทำให้เกษตรกรปลูกและดูแลง่ายขึ้น สามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งฝ่ายผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับผลผลิตได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการสร้างเทคโนโลยีอัจฉริยะเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย ควบคุมโรคและแมลง ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และยาฆ่าแมลง

คำสำคัญ: นวัตกรรมอัจฉริยะ , กล้วยหอมทอง , เกษตรกร

Abstract

Innovation of Assist farmers on planting and care Sweet Banana (klue hom thong) objective of encourages farmers to grow Sweet Banana (klue hom thong) Contaminants toxins for Export. Intelligent innovation in helping farmers in the process of data collection and traceability of the plots will make the farmers grow and care easy. Can increase the area quickly. Consumers can trace back their output. This research focuses on the creation of intelligent wireless sensor network technology for measuring the environment to control water supply, fertilization, disease control and insect control. Do not use chemical fertilizers and pesticides.

Keywords: Intelligent innovation, klue hom thong , farmers

1. บทนำ

ในการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกเป็นไปอย่างล้าช้าไม่ทันต่อความต้องการบริโภคของต่างประเทศซึ่งต้องการเพิ่มขึ้นปีละ 1 ล้านตัน สาเหตุเนื่องจากมีเกษตรกรปลูกจำนวนน้อย เพราะขั้นตอนการปลูกการผลิตมีความเข้มงวด ตั้งแต่การเตรียมดิน ขั้นตอนการปลูกการดูแล และการขนส่ง จากข้อมูลการส่งออกเช่น ปี 2551 สหกรณ์การเกษตรท่ายางจำกัด มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการจำนวน 259 ราย พื้นที่เพาะปลูก 1,500 ไร่ มีผลผลิตส่งออกประมาณ 2,000-2,500 ตัน/ปี และสหกรณ์การเกษตรบ้านลาดจำกัด มีสมาชิกเข้าร่วมโครงการผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออกประเทศญี่ปุ่นจำนวน 212 ราย มีผลการผลิตส่งออกเมื่อเดือนสิงหาคม 2549 จำนวน 36,826 กิโลกรัม [1] เนื่องจากการปลูกกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออกต้องปลูกแบบปลอดสารพิษโดยไม่ใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง ในการปลูกพืช อีกทั้งยังต้องมีการตรวจสอบการปลูกเป็นพิเศษโดยจะส่งเจ้าหน้าที่มาควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด

2 ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การปลูกกล้วยหอมเพื่อการส่งออกมีข้อกำหนดที่เข้มงวดในการตรวจสอบสมาชิก การให้สมาชิกทุกแปลงต้องจดบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด ตั้งแต่การตรวจแปลง เตรียมดิน วัน เดือน ปี ที่เริ่มปลูกกล้วยหอมทอง สภาพการปลูก และต้องรายงานให้กลุ่มทราบเป็นระยะ มีความซับซ้อน จึงทำให้มีการเพิ่มจำนวนผู้ปลูกน้อย อีกปัจจัยหนึ่ง คือ การเข้าใจสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ ซึ่งการปลูกจะไม่ใช้สารเคมีและสารพิษ เป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เข้มงวดมากกว่าการปลูกพืชอื่น ๆ ดังนั้นปัจจัยสภาพแวดล้อมจึงมีความสำคัญกับการเกิดโรคและแมลง การมีเทคโนโลยี จะสามารถตรวจสอบและมอนิเตอร์สภาพแวดล้อมและนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ในการควบคุม

โรค แมลงและการให้ปุ๋ยได้ จึงเป็นแรงบันดาลใจให้สร้างระบบเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร

3 งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยสามส่วน คือ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน เป็นต้น

3.1 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีจำนวนมากที่ฝังตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูลและส่งข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วมข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย โดยหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แต่ละหน่วยจะควบคุมและจัดการงานตัวเอง

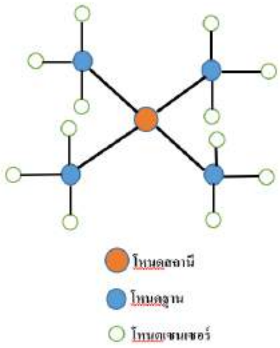
3.2 เกตเวย์ เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล ระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

3.3 สถานีฐาน ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงานและติดต่อกับผู้ใช้ หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ [2]

4รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบประกอบด้วย โหนดเซนเซอร์จำนวน 12 โหนด โหนดฐานจำนวน 4 โหนด และโหนดสถานี จำนวน 1 โหนด โหนดฐานและโหนดเซนเซอร์ออกแบบเหมือนกันแต่โปรแกรมการทำงานต่างกัน การรับส่งข้อมูลใช้คลื่นวิทยุ nrf24l01 ความถี่ 2.4 GHz ภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบในการทดสอบ

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

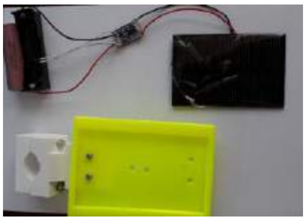
การออกแบบและพัฒนาระบบโหนดเซนเซอร์และโหนดฐานมีลักษณะฮาร์ดแวร์ที่เหมือนกันคือ ใช้บอร์ด อาดูโนที่พัฒนาขึ้นมาดังรูปที่ 2 บนบอร์ด ประกอบด้วย ตัวส่งสัญญาณไร้สาย nrf24l01 จุดเชื่อมต่อกับเซนเซอร์

รูปที่2 บอร์ดอาดูโน

เซนเซอร์โหนดและโหนดฐานเมื่อประกอบลงกล่องแสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 เซนเซอร์โหนดและโหนดฐาน

ส่วนสำคัญของระบบโหนดเซนเซอร์และโหนดฐาน คือระบบการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยระบบชาร์จโซล่าเซลล์แสดงดังรูปที่ 4

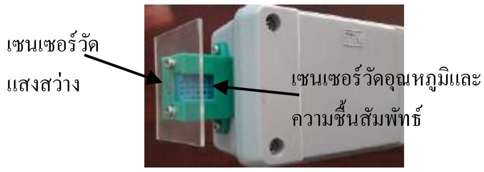


รูปที่ 4 ชุดชาร์จแบตเตอรี่โซล่าเซลล์

ชุดชาร์จแบตเตอรี่เมื่อประกอบเสร็จแสดงดังรูปที่ 5 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบด้วย โซล่าเซลล์ ขนาด Solar Cell 5.5V 90mA พลังงาน 0.5W ขนาด แบตเตอรี่แบบ Li-ion 18650 ความ 2850mAh

รูปที่ 5 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์โหนด

เซนเซอร์ ที่ใช้ในการ ตรวจวัดสภาพแวดล้อมทั้งหมด 5 ค่า ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ เซนเซอร์วัดแสงสว่าง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน



รูปที่ 6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศแสดงดังรูปที่ 6 เซ็นเซอร์นี้สามารถวัดค่าได้ 2 ค่าคือวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิโดยค่าความชื้นที่วัดในย่าน 20-90 % ความผิดพลาด 5 % ส่วนค่าอุณหภูมิมีค่าการวัด 0-50 C ความผิดพลาด 2 %[3]

เซ็นเซอร์โหนดวัดความสว่างเซ็นเซอร์จะใช้อุปกรณ์ LDR และความต้านทานขนาด 10 กิโลโอมห์ นำมาต่ออนุกรมกันโดยใช้ความต้านทานต่อพูลดาว(pull down) การต่อใช้งานจะวัดแรงดันตกค่อมที่ความต้านทานโดยอ่านค่าสัญญาณไฟเข้ามาเป็นสัญญาณอนาลอก เพื่อนำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน เพื่อนำค่าไปประมวลผลเป็นค่าความสว่าง เซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 6

เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิในดินแสดงดังรูปที่ 7 เซ็นเซอร์ใช้ DS18B20 เป็นเซ็นเซอร์ที่หัววัดหุ้มด้วย สแตนเลส ขนาด 6x30 มิลลิเมตร สายสัญญาณยาว 100 เซนติเมตร ใช้แรงดันแหล่งจ่าย 3-5.5 โวลต์ ย่านการวัดอุณหภูมิ -55 - +125 C ในการใช้งานจะทำการฝังลงไปในดินลึก 30 เซนติเมตร [4]

รูปที่ 7 แสดงภาพรวมของระบบในการทดสอบ

เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นในดินแสดงดังรูปที่ 7 เซ็นเซอร์จะทำจากขั้วโลหะสองชิ้นวางขนานกันระยะห่างระหว่างแท่งโลหะ 1 เซนติเมตร แท่งโลหะยาว 10 เซนติเมตร หุ้มแท่งโลหะด้วยปูนปาสเตอร์ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แท่งยาว 12 เซนติเมตรเมื่อหุ้มด้วยปูนปาสเตอร์แล้ว ขั้วต่อโลหะทั้งสองขั้วจะถูกต่อกับความต้านทาน 100 โอห์มแล้วเชื่อมต่อกับขั้วสัญญาณดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และอีกขั้วต่อความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม และเชื่อมต่อกับขั้วดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านขั้วต่อกับขั้วโลหะที่ต่อกับความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสัญญาณ อนาลอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการวัดความชื้นในดินจะทำการฝังตัววัดความชื้นในดินลึก 30 เซนติเมตร แล้วอ่านค่ามาประมวลผลเป็นค่าความชื้นในดิน ในการสร้างจะมีการทดสอบเทียบกับชุดวัดความชื้นดินมาตรฐาน ชุดเซนเซอร์โหนดและโหนดฐานที่สมบูรณ์แสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 โหนดเซนเซอร์และโหนดฐานสมบูรณ์

โหนดสถานี การออกแบบโหนดสถานีจะใช้บอร์ด อาดูโนและบอร์ดราสเบอรี่พายในการรับและส่งข้อมูลขึ้นเว็บ การแสดงหน้าเว็บไซต์แสดงดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 หน้าเว็บไซต์

5การทดสอบการใช้งาน

5.1สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบจะใช้การทดสอบดังรูปที่ 1 โดยมีเซ็นเซอร์โหนดทั้งหมด 12 ตัว โหนดฐาน 4 ตัว โดยทำการติดตั้ง เซ็นเซอร์โหนดห่างจาก โหนดฐาน 20 เมตร โหนดฐานแต่ละโหนดห่างกัน 20 เมตร โหนดเซ็นเซอร์ทั้ง 12 ตัวและโหนดฐาน 4 ตัว จะประกอบด้วยเซ็นเซอร์ คือ เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ วัดค่าอุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ซึ่งชาร์จแบตเตอรี่ด้วยโซล่าเซลล์

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบดังรูปที่ 10 จะเริ่มจากการทำงานของโหนดเซนเซอร์ จะมีทั้งหมด 12 โหนดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยใน 1 กลุ่มจะทำงานเก็บข้อมูลจากโหนดทั้ง 3 โหนดไว้ที่โหนดฐานก่อน เมื่อโหนดฐานเก็บข้อมูลโหนดเซนเซอร์ได้ทั้ง 3 โหนดแล้ว โหนดฐานจะส่งข้อมูลไปยังโหนดสถานี โดยจัดเรียงข้อมูล ค่าแรกคือ ค่าไอดี โหนดเซนเซอร์กลุ่ม 1 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์ 3 โหนด และข้อมูลโหนดฐาน รวมข้อมูล 4 ชุดข้อมูล ส่งไปยังโหนดสถานีแสดงดังภาพที่ 12 เมื่อส่งข้อมูลสำเร็จ จะหยุดการส่งข้อมูล โดยจะส่งครั้งต่อไปต้องรออีก 20 นาที จึงจะส่งอีกครั้งโหนดในกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 และกลุ่ม 4 ก็ทำงานเช่นเดียวกันโดยจะทำการส่งข้อมูลทุกๆ 20 นาที

ผลการทดสอบพบว่าการส่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่มโหนดสามารถส่งข้อมูลได้ครบไม่มีข้อผิดพลาดแม้จะใช้วิธีการรับส่งข้อมูลแบบ สุ่มโดยโหนดไหนมีเวลาครบ 20 นาทีแล้วจะส่งข้อมูลทันที เนื่องจากการทดลองมีโหนดจำนวนน้อยเพียง 16 โหนดทำให้การส่งข้อมูลไม่มีปัญหา สำหรับที่โหนดสถานีจะนำค่าข้อมูลมาประมวลก่อนจะส่งไปยังโฮสต์ เพื่อนำข้อมูลแสดงบนเวปไซด์ การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐานในสวนกล้วยหอมทองแสดงดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐานในสวนกล้วยหอมทอง

6 บทสรุป

การออกแบบนวัตกรรมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน ซึ่งทำให้ง่ายสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาต่อยอด จากการทดสอบโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐานสามารถส่งค่าข้อมูลที่ประกอบด้วย ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศ ความสว่างของแสง อุณหภูมิในดิน ความชื้นในดิน โดยสามารถส่งข้อมูลมายังโหนดฐานโดยวิธีแบบ Single-hop และโหนดฐานแต่ละฐานจะถูกส่งมายังโหนดสถานี แบบ Single-hopเช่นเดียวกัน เพื่อบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังโฮสต์เพื่อแสดงผลบนเวปไซด์ได้

7 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาระบบควรพัฒนาให้สามารถตรวจวัดสภาพแวดล้อมได้มากขึ้นเช่น ความเร็วลม ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ความกดดันอากาศ นอกจากนั้นควรทำให้โหนดเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลแบบการร้องขอได้ ส่วนฐานข้อมูลควรให้สามารถที่จะ Monitoring ได้หลายรูปแบบ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุน โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและ ไร่มะนาว คุณทองใหญ่ จีนทอน อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

9. เอกสารอ้างอิง

[1] สหกรณ์การเกษตรบ้านลาดจำกัด จังหวัดเพชรบุรี,2549.

[2] สุชา สุพิทยภรณ์พงศ์ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย เข้าถึงได้จาก:http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php สืบค้น 20 มกราคม พ.ศ. 2561

[3] DHT11:เข้าถึงได้จาก: http://www.adafruit.com/products/386 สืบค้น 2ธันวาคม พ.ศ. 2560

[4] Waterproof Temperature Probe (DS18B20) : เข้าถึงได้จาก : http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=689#.UPLEWCcvRdU 15 ธันวาคม พ.ศ. 2560.

นวัตกรรมดิจิตอลการละเล่นพื้นบ้านไทยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

Innovation Digital Folk Thai Player for Developmenting of Computer Scientist Thinking Skill in Primary School Student.

เที่ยง เหมียดไธสง[1] ศิวาพร เหมียดไธสง[2] สราวุฒิ เชาวสกู[1]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
[2]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
38 ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000 โทรศัพท์ 032-405502 E-mail: thiangone@hotmail.com

บทคัดย่อ

นวัตกรรมดิจิตอลการละเล่นพื้นบ้านไทย สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำหรับเด็กในระดับประถมศึกษา เป็นเทคโนโลยีในการพัฒนาทักษะการคิดและความซาบซึ้งในภูมิปัญญาการละเล่นพื้นบ้านไทย การเรียนรู้ความรู้เหล่านี้อาจจะสายไปสำหรับเด็กถ้ารอจนถึงระดับมัธยม หรือ มหาวิทยาลัย ในงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่าเด็กสามารถเรียนรู้และเข้าใจการควบคุมหุ่นยนต์ ให้สามารถแสดงการละเล่นพื้นบ้านและเข้าใจอัลกอลิทึมในการเขียนโปรแกรมได้ เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการใหม่

คำสำคัญ: นวัตกรรมดิจิตอล, การละเล่นพื้นบ้านไทย, อัลกอลิทึม

Abstract

Innovative Digital Thai Folk play created to improve computer science thinking skills. The children in Primary school can play technology for developing thinking skills and appreciation in the wisdom of Thai folk play. Learning these knowledge may be late for kids if they wait until high school or university. In this research will show that children can learn and understand robot control. Can play of Thai folk play games and understand the programming and algorithm . Which learning new thing in a new way.

Keywords: Innovative Digital, Folk Thai Player , algorithm

1. บทนำ

การเตรียมเด็กไทยอายุ 7-12 ปีที่เรียนในระดับประถมศึกษาเพื่อเข้าสู่โลกยุคดิจิตอล มีการเตรียมความพร้อมค่อนข้างน้อย กับโลกยุคดิจิตอลยุคนี้ โดยพบว่า หลักสูตรคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ 3 เรียนรู้เพียงการค้นหาข้อมูลและดูแลรักษาอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ส่วนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ 6 เรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพหรือชิ้นงานโดยใช้โปรแกรมกราฟิก การสร้างเอกสารและพิมพ์เอกสารในชีวิตประจำวัน จะเห็นว่าหลักสูตรไม่มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งการพัฒนาแนวคิดรูปแบบนี้จะต้องพัฒนาและเตรียมเกี่ยวกับ แนวคิดการเขียนโปรแกรม อัลกอริทึมของโปรแกรมและการดีบักโปรแกรม ทักษะแนวคิดรูปแบบนี้ ไม่เพียงแต่นักวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้นที่จะต้องมี แต่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้มีและเกิดขึ้นสำหรับเด็กทุกๆคนในศตวรรษที่ 21 [1] นอกจากทักษะที่มีความจำเป็นในโลกยุคดิจิตอลที่สำคัญคือทักษะ 3 R (ทักษะการอ่าน เขียนและคำนวณ) แล้ว ทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 สตีฟ จอบส์ ผู้สร้างโทรศัพท์ไอโฟน บิลเกต ผู้สร้างระบบปฏิบัติการวินโดว์ มาร์ก ซักเคอร์เบิร์ก ผู้สร้าง Facebook เซอร์เกย์ บริน และลาร์รี เพจ ผู้สร้าง Google บุคคลเหล่านี้ล้วนเป็นนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่มีอิทธิพลต่อวงการอุตสาหกรรมไอทีของโลก การที่เราจะสร้างความคิดเหมือน บุคคลเหล่านี้พบว่าจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่เด็ก โดย

บุคคลเหล่านี้ได้เรียนรู้แนวคิดการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตั้งแต่เรียนในระดับประถมศึกษา จึงมีความสามารถพัฒนาทักษะแนวคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์และทำสิ่งที่มหัศจรรย์ให้กับโลกได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ผู้วิจัยมีแรงบันดาลใจในการพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานเป็นทีมเลียนแบบพฤติกรรมของสัตว์ในธรรมชาติ โดยที่ Werfel ได้พัฒนาหุ่นยนต์ที่เลียนแบบปลวก ในการก่อสร้าง หุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 2 หุ่นยนต์จะสามารถทำงานเป็นทีมในการก่อสร้างโดยเลียนแบบการทำงานเหมือนปลวก ผลงานวิจัยพบว่า หุ่นยนต์สามารถทำงานเป็นทีม และสามารถเรียนรู้และโปรแกรมพฤติกรรมคล้ายกับปลวกจริง ซึ่งในอนาคตสามารถพัฒนาหุ่นยนต์นี้เพื่อการก่อสร้างได้ [2] การทำงานของสัตว์ในธรรมชาติอีกชนิดหนึ่ง คือ มด โดยที่ Cucu L. et al. ได้พัฒนาการทำงานเป็นทีมของหุ่นยนต์ในการเลียนแบบพฤติกรรมมดแดง ผลงานวิจัยของ Cucu และคณะแสดงให้เห็นว่า หุ่นยนต์ที่ทางทีมวิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำงานคล้ายพฤติกรรมของมดได้ ซึ่งทำให้สามารถเข้าใจอัลกอลิทึมในการทำงานของหุ่นยนต์ในการทำงานเป็นทีม [3]

3. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดทฤษฎี 3 กรอบแนวคิด คือ 1) ทฤษฎีการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ (tangible use interface (TUIs)) และเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ 3 มิติ 2) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อัลกอริทึม และดีบัก และ 3) ทฤษฎีการเรียนรู้ของเด็ก การละเล่นพื้นบ้าน และสาระการเรียนรู้ แสดงกรอบแนวคิดทฤษฎีดังรูปที่ 1 กรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

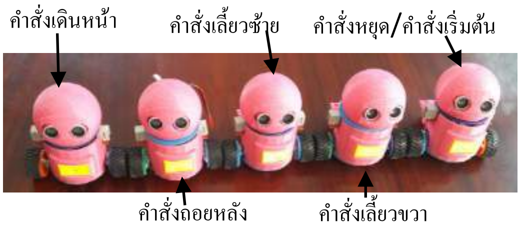
ทฤษฎีการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ คือ การติดต่อกับข้อมูลข่าวสารดิจิทัลผ่านการจัดกระทำโดยตรงทางด้านกายภาพ(physical)เพื่อเข้าถึงข้อมูลข่าวสารดิจิทัล 2รูปแบบคือ 1)เซตการสร้าง(constructive assemblies)2)การปฏิสัมพันธ์พื้นผิวของรูปทรงวัตถุ(interactive surfaces) [4,5] **การเขียนโปรแกรม อัลกอริทึม และการดีบัก** ในกระบวนการเขียนโปรแกรมส่วนที่สำคัญของกระบวนการ คือ การวางแผนตรรกะซึ่งหัวใจสำคัญของกระบวนการในการเขียนโปรแกรมคือการวางแผนเกี่ยวกับตรรกะของโปรแกรม เครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนตรรกะมีอยู่สองชนิด คือ ผังงาน (flowcharts) และรหัสเทียม (pseudocode) **การเรียนรู้ของเด็ก** แนวคิดของ Piaget, Bruner, Vygotsky และ Papert ทำให้เกิดความเข้าใจต่อมุมมองในการจัดการเรียนรู้ที่ความรู้มาจากการสร้างด้วยตนเอง โดยแนวคิดของ Piaget ได้อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในสมอง เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมล้อม Piaget ได้อธิบายการเกิดโครงสร้างของความรู้ (schema) ในสมองหรือการดูดซึม ความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรหรืออธิบายง่าย ๆ คือ การสร้างสิ่งที่เกิดจากรูปธรรมไปยังสิ่งที่เป็นนามธรรมได้อย่างไร Piaget เรียกการกระทำนี้ว่าการสร้างจาก Concrete ไปยัง Formal

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

หุ่นยนต์การละเล่นพื้นบ้านไทยที่พัฒนาขึ้นจะออกแบบโดยโครงสร้างปริ้นจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมแสดงดังรูปที่ 2 โดยหุ่นยนต์จะ เหมือนกันทุกตัว โดยจะมีเซนเซอร์ตรวจจับระยะระหว่างหุ่นยนต์แต่ละตัว จุดเชื่อมต่อหุ่นยนต์กับหุ่นยนต์ตัวอื่นๆด้านหน้าและด้านหลัง หุ่นยนต์แต่ละตัวทำงานอิสระและสื่อสารกันได้ ผ่านชุดสื่อสารไร้สาย 2) หุ่นยนต์คำสั่งแสดงดังรูปที่ 3 หุ่นยนต์คำสั่งนี้จะสามารถสั่งงานโดยการโปรแกรมหุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมได้ โดยมีคำสั่ง พื้นฐานดังนี้ คำสั่งเดินหน้า คำสั่งถอยหลัง คำสั่งเลี้ยวซ้าย คำสั่งเลี้ยวขวา คำสั่ง เริ่มต้น คำสั่งหยุด เป็นต้น

รูปที่ 2 หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีม



รูปที่ 3 หุ่นยนต์ชุดคำสั่ง

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

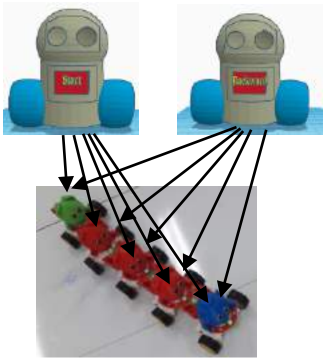
หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมและหุ่นยนต์ชุดคำสั่งได้ออกแบบฮาร์ดแวร์เหมือนกันแตกต่างกันที่มอเตอร์ขับเคลื่อน หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมจะขับเคลื่อนด้วยดีซีมอเตอร์ ส่วนหุ่นยนต์ชุดคำสั่งขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ โดยฮาร์ดแวร์แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมและชุดคำสั่ง

การออกแบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1) ส่วนอินพุตได้แก่ อัลต้าโซนิค ตัวตรวจจับทิศทาง 3-Axis Digital Compass 2) ส่วนประมวลผล ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน 3) ส่วนเอ้าพุต ได้แก่ ชุดขับมอเตอร์ และตัวรับส่งข้อมูลไร้สาย nrf24l01

4.3 การโปรแกรมหุ่นยนต์

การโปรแกรมจะทำการโปรแกรมหุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมด้วยหุ่นยนต์ชุดคำสั่งทีละตัว โดยในชุดคำสั่ง เบื้องต้น จะสามารถโปรแกรมหุ่นยนต์ให้เดินหน้าหรือถอยหลังได้ ในกรณีการโปรแกรมหุ่นยนต์ให้ทำงานเป็นทีมหุ่นยนต์ชักเย่อ จะสามารถใช้คำสั่ง เริ่มต้น และถอยหลัง การโปรแกรมจะทำการโปรแกรมทีละตัวดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การโปรแกรมหุ่นยนต์ทำงานเป็นทีม

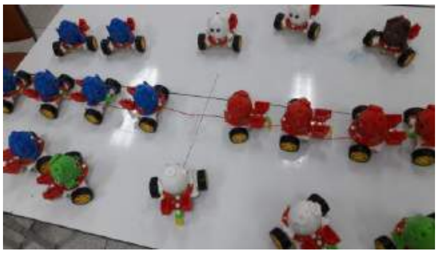
วิธีการโปรแกรมจะใช้มือเคลื่อนไหวด้านหน้าหุ่นยนต์ชุดคำสั่ง ทำให้เซนเซอร์อัลต้าโซนิคตรวจจับความเคลื่อนไหวจับได้จะทำให้หุ่นยนต์ชุดคำสั่งส่งคำสั่งแบบไร้สายไปยังหุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมโดยอัตโนมัติ คำสั่งที่ตัวหุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมจะทำงานถอยหลังด้วยการใช้มือเคลื่อนไหวด้านหน้าทำให้เซนเซอร์อัลต้าโซนิคตรวจจับความเคลื่อนไหวจับได้จะทำให้หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมทำงาน ซึ่งทำให้หุ่นยนต์ทำงานเป็นทีมถอยหลัง ชักเย่อได้

5 การทดสอบการใช้งาน

5.1 กรณีศึกษา

หุ่นยนต์การละเล่น ชักเย่อ

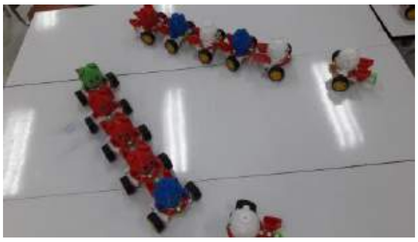
หุ่นยนต์เล่นชักเย่อเป็นหุ่นยนต์ที่ออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมในการชักเย่อกับฝ่ายตรงข้ามโดยจะใช้หุ่นยนต์ทีมชักเย่อฝ่ายละ 4 ตัวดังภาพที่ 6 การออกแบบหุ่นยนต์ได้ออกแบบหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ช้าและมีกำลังมากเพื่อจะใช้กำลังในการชักเย่อ ผลการทดสอบหุ่นยนต์สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถถอยหลังดึงฝ่ายตรงข้ามได้



ภาพที่ 6 หุ่นยนต์การละเล่นชักเย่อ

หุ่นยนต์ การละเล่นงูกินหาง

หุ่นยนต์งูกินหางออกแบบให้ทำงานวิ่งตามกันได้และมีความเร็วในการวิ่งสลับซ้ายขวา ในการใช้งานผู้ใช้งานจะต้องโปรแกรมหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานวิ่งได้เร็วและจะต้องมีความเร็วเท่ากับหุ่นยนต์ตัวที่ทำงานด้วยกันด้วย หุ่นยนต์งูกินหางแสดงดังภาพที่ 7 ผลการทดสอบหุ่นยนต์สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามโปรแกรมและเงื่อนไขที่วางไว้



ภาพที่ 7 หุ่นยนต์ การละเล่นงูกินหาง

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบจะทดสอบกับเด็กในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงประถมศึกษาปีที่ 3 การทดสอบจะทำการทดสอบแนวคิดการเรียนรู้สองแนวคิดคือ แนวคิดการเรียนรู้ความซาบซึ้งการละเล่นพื้นบ้านไทย ส่วนอีกแนวคิดคือ การทดสอบการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมของการเขียนโปรแกรม

หุ่นยนต์การละเล่น ชักเย่อ พบว่าเด็กมีความเข้าใจการเล่นชักเย่อจากหุ่นยนต์ที่พยายามดึงเชือกถอยหลัง ส่วนการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม เด็กเรียนรู้การเขียนโปรแกรม 2 เงื่อนไขคือ คำสั่งแบบเส้นตรง และ เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสถานะของหุ่นยนต์จากหยุดแล้วถอยหลัง คือ คำสั่งเริ่มต้นและถอยหลัง

หุ่นยนต์ การละเล่นงูกินหาง พบว่า เด็กสามารถเรียนรู้ซาบซึ้งการละเล่นงูกินหางได้ ส่วนการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเด็กสามารถเรียนรู้อัลกอลิทึม 3 เงื่อนไขคือ 1) คำสั่งแบบเส้นตรง คือ คำสั่งเดินหน้าและถอยหลัง 2) คำสั่งวนซ้ำ คือ คำสั่งเลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา และ 3) คำสั่งการเปลี่ยนแปลงสภาวะ ในการเคลื่อนที่สลับไปมาซ้ายขวาของหุ่นยนต์

การโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยหุ่นยนต์ในงานวิจัยนี้ จะมีความแตกต่างจากการโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ วิธีการโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์เด็กจะต้องเรียนรู้โครงสร้างโปรแกรม รูปแบบคำสั่ง การใช้คีย์บอร์ดและเมาส์ การดาวโหลดโปรแกรมซึ่งยุ่งยากสำหรับเด็กระดับนี้ แต่การโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยหุ่นยนต์ไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ ทำให้เด็กสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับ โปรแกรมที่ใช้โปรแกรมหุ่นยนต์ของโปรแกรมอื่นๆ

6 บทสรุป

การพัฒนาออกแบบหุ่นยนต์และการโปรแกรมหุ่นยนต์โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมดิจิตอลสามารถทำได้โดยใช้แนวคิดการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ เด็กสามารถโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยตนเองได้โดยปราศจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เด็กสามารถเรียนรู้และเข้าใจการโปรแกรมหุ่นยนต์ เข้าใจ อัลกอลิทึม และสามารถเข้าใจและซาบซึ้งการละเล่นพื้นบ้านของไทยได้

7. แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาในอนาคตควรทำการพัฒนาโปรแกรมให้มีจำนวนคำสั่งเพิ่มขึ้นสามารถเขียนโปรแกรมแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับ การอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย ในรูปแบบการโปรแกรมหุ่นยนต์ให้แสดงพฤติกรรมต่างๆ ด้านวัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและสถานที่

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Wing, J.M. “Computation thinking”. Communication of the ACM,49(3),33-35,2006.

[2] Werfel, J.et al. “Designing Collective Behavior in a Termite-Inspired Robot Construction Team.” Science, 343, 6172,2014.

[3] Cucu , L. et al. “Towards Self-assembled Structures with Mobile Climbing Robots”. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)Washington State Convention CenterSeattle, Washington, May 26-30, 2015

[4] Ullmer, B. “Tangible Interfaces for Manipulating Aggregates of Digital Information”. Cambridge,MA: MIT Media Arts and Sciences Doctoral Dissertation,2002.

[5] Ishii, H., & Ullmer, B. “Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People Bit and Atoms”. In Proceedings of CHI’97,1997.

ระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IoT

Smart Home System Using IoT Concept

วิทวัส สิฏฐกุล[1] ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์[2] และ อดิเทพ จางอ่อน[2]
[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-5552000 ต่อ 6333 E-mail: vitawat.sittakul@gmail.com
[2] ฝ่ายมาตรวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำแนวคิดของเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT) มาเป็นแนวทางในการออกแบบสร้างระบบบ้านอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านแบบเก่า ที่ต้องมีการเดินสายจากระบบควบคุมไปยังอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นระบบไร้สาย ผู้จัดทำได้ออกแบบสร้างระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถ สั่งเปิด-ปิดสวิตช์ไฟ แสดงค่า อุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส และแสดงภาพถ่าย โดยใช้อุปกรณ์บอร์ด Raspberry pi 3 ทำหน้าที่เป็น Master Box เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตและรับคำสั่งจากบอร์ดอาดูโน่ นาโน ทำหน้าที่เป็น Slave Box ควบคุมรีเลย์เพื่อปิดเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถใช้งานได้จริงได้ตามที่ออกแบบ

คำสำคัญ: IoT, Smart Home, Raspberry pi , NodeMCU

Abstract

This article applied the internet of thing (IoT) concept as a guideline to design a smart home with an aim to replace the conventional home using wired cables between a control box and electrical appliances with wireless communication. The authors designed the system controller inside the building via web application so that electrical appliances can be turned ON/OFF and the temperature, moisture, gas and snapshot video could be shown on the website. a Raspberry pi 3 is used as the master box to connect to the internet and it received the commands from Arduinos as slave boxes functioning as delay controllers to turn ON/OFF electrical appliances. The experimental results show that the system can function as designed.

Keywords: submission procedure, manuscript format, font size, font style, blank line

1. บทนำ

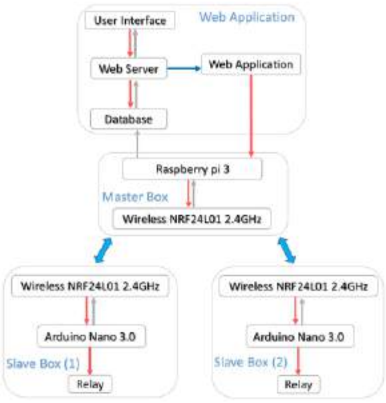
ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านโทรคมนาคมมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่น่าสนใจในชื่อ IoT (Internet of Things) ซึ่งหมายถึงเครือข่ายของวัตถุ สิ่งต่าง ๆ รอบตัว อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเตอร์เน็ต และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ หนึ่งการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้งานคือ เทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) หมายถึง การนำเทคโนโลยีมาควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในหรือภายนอกบ้านได้ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย และ ความปลอดภัย เช่น การเปิดปิดไฟอัตโนมัติ ปละการบันทึกภาพถ่ายจากกล้อง เป็นต้น เพื่อทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายในการสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการที่ผู้ใช้งานลืมปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในขณะที่ ผู้ใช้งานเดินทางออกมาจากบ้านแล้ว [1-5]

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหา โดยการสร้างระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IoT ที่มีการทำงานควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) ซึ่งจะใช้อุปกรณ์บอร์ด Raspberry pi 3 ทำหน้าที่เป็น Master box เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และรับคำสั่งจากเว็บแอพพลิเคชั่นในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า นอกจากนั้นยังมีหน้าที่ในการแสดงผลภาพจากกล้องที่ถูกติดตั้งไปยังเว็บแอปพลิเคชั่นอีกด้วย เพื่อช่วยตรวจสอบว่ามีผู้บุกรุกเข้ามาในบ้านหรือไม่ โดยสัญญาณที่ได้รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายจะถูกส่งต่อไปยัง Slave box ที่มีหน้าที่ควบคุมรีเลย์ ซึ่งรีเลย์จะติดตั้งติดอยู่กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ผู้ใช้งานต้องการควบคุมภายในบ้าน ทำให้ไม่มีการเดินสายในระบบใหม่ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงจากระบบเก่า

สำหรับ Slave Box จะใช้อุปกรณ์บอร์ดอาดูอิโน่ ทำหน้าที่ควบคุมรีเลย์ที่ต่อตรงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน (Slave Box) ทำให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดของระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ในระยะไกล โดยรับคำสั่งจากสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ผ่านหน้าจอควบคุมเว็บเบราเซอร์

2. โครงสร้างการทำงานและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ

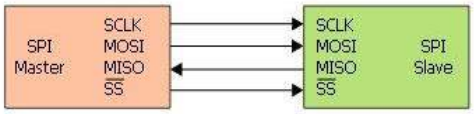
ระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IOT จะมีส่วนประกอบที่สำคัญด้วยกันได้แก่ส่วนซอฟแวร์ (Web Application) และส่วนฮาดแวร์ คือ กล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย (Master box) และกล่องอุปกรณ์รองไร้สาย (Slave box) โดยมีโครงสร้างการทำงานทั้งหมดดังภาพที่ 1 การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มต้นที่ผู้ใช้จะสั่งงานการทำงานผ่านหน้าจอควบคุม "User interface" ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อผู้ใช้งานเรียกใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น จะมีการส่งค่าคำสั่งเข้ามาที่เว็บเซอฟเวอร์ (Web server) แล้วนำค่านั้นไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล (Database) และแสดงผลที่หน้าเว็บไซต์ตามที่อยู่ URL ที่ได้กำหนดไว้ โดยกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายจะรับค่าจาก URL แล้วนำมาประมวลผล เพื่อสั่งงานต่อไป ภายใน กล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย เราจะใช้ราสเบอรี่พายเวอร์ชั่น 3 ในการประมวลผลคำสั่ง โดยในการทำงานจะมีการรับคำสั่งควบคุมมาจาก Web application ซึ่ง Raspberry pi 3 จะตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับมาแล้วทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูลไร้สายรุ่น Wireless NRF24L01 ไปยังกล่องอุปกรณ์รองไร้สาย เราจะใช้บอร์ดอาดูโน่นาโน 3.0 ในการประมวลผลคำสั่ง เมื่อมีข้อมูลเข้ามาบอร์ดอาดูโน่จะทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูล หากข้อมูลที่ได้รับมาถูกต้องจะสั่งให้รีเลย์ทำงาน และส่งข้อมูลสถานะภาพการทำงานผ่านโมดูลกล่องอุปกรณ์รองไร้สาย กลับไปยังกล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย เพื่อส่งการทำงานไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล โดยมีการเขียนคำสั่งไว้ที่เว็บเซฟเวอร์ ให้นำค่าในฐานข้อมูลมาแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชั่น ที่ผู้ใช้งานเรียกใช้ผ่านหน้าจอควบคุม โดยมีแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ

2.1 วิธีการติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ที่ใช้งาน

การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์รอง จะใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial Peripheral Interface: SPI) โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 2

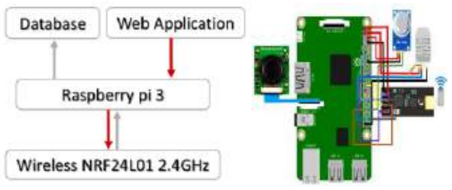


รูปที่ 2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์รองแบบอนุกรม SPI

มาตรฐาน SPI เป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์แบบดิจิทัล ใช้กับอุปกรณ์ได้มากกว่าสองขึ้นไปและนำมาต่อกันเป็นบัส (Bus) บัส SPI จะส่งและรับข้อมูลทีละบิต (Bit Serial) และใช้สัญญาณนาฬิกา (Clock) เป็นตัวกำหนดจังหวะการทำงาน ดังนั้นจึงเรียกว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมทีละบิตแบบซิงโครไนส์ (Synchronous, Bit-Serial Data Communication) ในการทำงานของอุปกรณ์ในระบบบัส แบ่งเป็นอุปกรณ์ SPI หลัก(SPI Master) และอุปกรณ์ SPI รอง (SPI Slave) โดยที่อุปกรณ์ SPI หลักเป็นฝ่ายเริ่มการสื่อสารข้อมูล และสร้างสัญญาณนาฬิกา (มักใช้ชื่อสัญญาณว่า SCK) มากำหนดจังหวะการส่งและรับข้อมูล และอุปกรณ์ SPI รองจะเป็นฝ่ายคอยตอบสนอง และในระบบบัส SPI อาจมีอุปกรณ์ที่เป็น SPI รองได้มากกว่าหนึ่งอุปกรณ์

2.1.1 การออกแบบกล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย (Master Box)

การทำงานในส่วนของกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางรับคำสั่งจากแอปพลิเคชั่นบนเว็บไซต์ แล้วควบคุมสั่งงานไปยังกล่องอุปกรณ์รองไร้สายให้ทำงานตามคำสั่ง แล้วจึงรับค่าสถานะจาก กล่องอุปกรณ์รองไร้สายและรับข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ต่าง ๆ แล้วส่งไปยังฐานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลไปแสดงยังหน้าเว็บไซต์ต่อไป นอกจากเรายังสามารถสั่งงานให้กล้อง (Raspberry pi 3 Camera B Rev 2.0) ถ่ายภาพแล้วเก็บข้อมูลรูปภาพส่งไปยังแม่ข่ายของเว็บไซต์ (Web Server) เพื่อนำรูปภาพไปแสดงผลที่แอปพลิเคชั่นบนเว็บไซต์ โดยแผนภาพการทำงานและส่วนประกอบของกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายดังรูปที่ 2

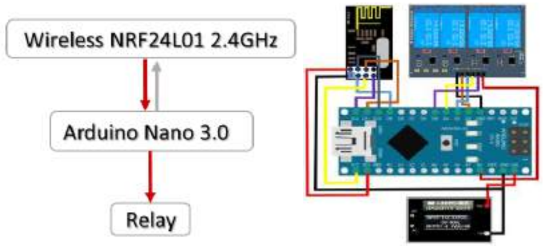


รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานและส่วนประกอบของกล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย

2.1.2 การออกแบบกล่องอุปกรณ์รองไร้สาย (Slave Box)

อุปกรณ์นี้จะทำการรับคำสั่งจากกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายผ่านโมดูลไร้สายรุ่น NRF24L01 และนำคำสั่งมาประมวลผลเพื่อสั่งการเปิด-ปิด อุปกรณ์รีเลย์ เมื่อทำงานสำเร็จสิ้น จะทำการส่งค่าสถานะกลับเพื่อนำค่าสถานะไปแสดงยังแอปพลิเคชั่นบนเว็บไซต์ต่อไป ดังรูปที่ 5.70

โครงสร้างการทำงานของกล่องอุปกรณ์รองไร้สายนั้น ตอนเริ่มต้นจะมีการรับข้อมูลมาจากกล่องอุปกรณ์รองไร้สายผ่านโมดูลไร้สาย รุ่น NRF24L01 เมื่อมีข้อมูลเข้ามาอาดูโน่นาโน เวอร์ชั่น จะทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูล หากข้อมูลที่ได้รับมาถูกต้องจะสั่งให้รีเลย์ทำงาน และส่งข้อมูลสถานะการทำงานผ่านโมดูลไร้สายกลับไปยังกล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย เพื่อนำค่าสถานะไปแสดงยังแอปพลิเคชั่นบนเว็บไซต์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนของกล่องอุปกรณ์รองไร้สายนั้น จะประกอบด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์และการต่อวงจงดังรูปที่ 5.71



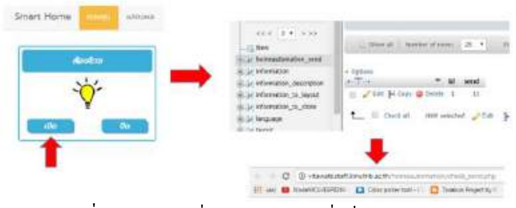
รูปที่ 3 แผนภาพการทำงานและส่วนประกอบของกล่องอุปกรณ์รองไร้สาย

2.1.3 การออกแบบหน้าเว็บไซต์และระบบฐานข้อมูล

ในส่วนของการออกแบบแอปพลิเคชั่นบนเว็บไซต์ (Web Application) จะเป็นส่วนที่คอยรับคำสั่งจากผู้ใช้งานและแสดงผลการทำงานต่างๆ โดยเราจะแบ่งส่วนของการทำงานของมันได้ดังนี้ คือ ส่วนการควบคุมผ่านผู้ใช้งาน (User Interface) ส่วนการแสดงผล และส่วนการแสดงภาพถ่าย ส่วนการควบคุมผ่านผู้ใช้งานดังรูปที่ 4 เป็นส่วนที่ติดต่อรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน โดยจะอยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชั่น เมื่อผู้ใช้งานเรียกใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น จะมีการส่งค่าคำสั่งเข้ามาที่เว็บเซอฟเวอร์ แล้วนำค่านั้นไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 5 ซึ่งค่าที่อยู่ในฐานข้อมูล จะถูกแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ตามที่อยู่ URL ที่ได้กำหนดไว้ โดยกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายจะรับค่าจาก URL แล้วนำมาตรวจสอบประมวลผล เพื่อสั่งงานต่อไป และส่งค่ามาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล

รูปที่ 4 หน้าจอแสดงผลระบบควบคุมการปิดเปิดสวิตซ์ไฟบนเว็บแอปพลิเคชั่น

ดังรูปที่ 4 ในส่วนของการควบคุมระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IoT เราจะสามารถควบคุมหลอดไฟได้ 6 จุด คือ ไฟห้องโถง ไฟห้องครัว ไฟโรงจอดรถ ไฟประตูรั้ว ไฟห้องนอนและปลั๊กไฟห้องนอน ซึ่งในแต่ละจุดจะมีปุ่มที่ใช้ เปิด-ปิด หลอดไฟ ในงานวิจัยนี้เราได้ใช้ค่าคำสั่งที่เก็บเข้าฐานข้อมูลเมื่อกดปุ่มป้อนค่าต่างๆ ดังตารางที่ 1



รูปที่ 5 การทำงานเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มเพื่อสั่ง เปิด-ปิด ไฟ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าคำสั่งที่เก็บเข้าฐานข้อมูลเมื่อกดปุ่มป้อนค่าต่างๆ

จุดควบคุม	ค่าคำสั่งเมื่อกด เปิด	ค่าคำสั่งเมื่อกด ปิด
ไฟห้องโถง	11	10
ไฟห้องครัว	21	20
ไฟโรงจอดรถ	31	30
ไฟประตู	41	40
ไฟห้องนอน	51	50
ปลั๊กไฟห้องนอน	61	60

เมื่อกล่องอุปกรณ์หลักไร้สายอ่านค่าคำสั่งจากหน้าเว็บแอปพลิเคชั่น แล้วก็จะนำค่าคำสั่งมาทำการเช็คว่า ถ้าอ่านค่าได้ค่านี้ให้ส่งคำสั่งไปยังกล่องอุปกรณ์รองไร้สายตัวใด โดยการเช็คค่าคำสั่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าคำสั่งจากกล่องอุปกรณ์หลักไปยังกล่องอุปกรณ์รอง

ค่าคำสั่งจากหน้าเว็บ แอปพลิเคชั่น	คำสั่งไปยังอุปกรณ์ รองไร้สาย	อุปกรณ์รองไร้ สายตัวที่
10	SW1F	1
11	SW1N	1
20	SW2F	1
21	SW2N	1
30	SW3F	1
31	SW3N	1
40	SW4F	2
41	SW4N	2
50	SW5F	2
51	SW5N	2
60	PLUN	2
61	PLUF	2

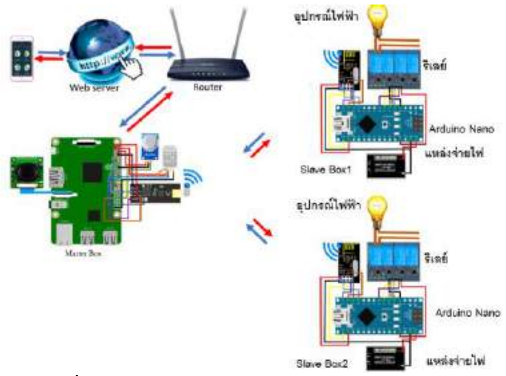
เมื่อกล่องอุปกรณ์รองไร้สายได้รับค่าคำสั่งที่ส่งมา ก็จะทำการเช็คค่าคำสั่งนั้น และทำการสั่งการ เปิด-ปิด อุปกรณ์รีเลย์ หลังจากทำการ เปิด-ปิด รีเลย์เสร็จสิ้น ก็จะทำการส่งค่าสถานะไฟกลับไปยังกล่องอุปกรณ์หลักไร้สาย เมื่ออุปกรณ์หลักไร้สายได้รับค่าสถานะกลับมา มันก็จะทำการ

ตรวจสอบค่าที่ได้รับ เพื่อทำการส่งค่าสถานะไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลของเว็บเซอฟเวอร์ดังรูปที่ 6 และค่าสถานะจะถูกส่งไปเก็บที่ฐานข้อมูลต่อไป จากนั้นเซอฟเวอร์จะทำการเช็คค่าสถานะจากฐานข้อมูล เพื่อนำไปแสดงเป็นสถานะของการปิดเปิดไฟบนหน้าเว็บแอปพลิเคชั่น โดยการทำงานของระบบทั้งหมดจะทำงานแบบวนลูปทุก ๆ 1 วินาที

รูปที่ 6 การส่งค่าสถานะจากอุปกรณ์หลักไร้สายไปยังฐานข้อมูล

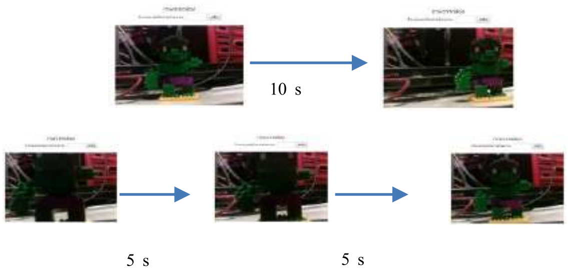
3. การทดสอบการทำงานของระบบ

ในหัวข้อนี้อุปกรณ์ในหัวข้อที่ 2 จะถูกนำมาต่อรวมกันดังแสดงในรูปที่ 7 โดยระบบจะแสดงค่าของ อุณหภูมิ ความชื้นและแก๊ส จากโมดูลเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเซนเซอร์ตรวจจับแก๊ซ และกล้องแสดงภาพ โดยข้อมูลที่รับมา จะเข้าไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลบนเว็บไซต์ดังรูปที่ 8, 9 และ 10



รูปที่ 7 ระบบการเปิดปิดไฟบ้านโดยอาศัยแนวความคิด IOT

รูปที่ 8 การแสดงข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และแก๊สที่หน้าแสดงผล



รูปที่ 9 แสดงผลจากกล้องทุกๆ 10 และ 5 วินาทีตามลำดับ

รูปที่ 10 การแสดงข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และแก๊สที่หน้าข้อมูล

สรุป

ระบบบ้านอัจฉริยะภายใต้แนวคิด IoT สามารถแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าแก๊ส ภาพถ่ายจากกล้อง และรวมถึงสามารถสั่งเปิด-ปิดสวิตช์ไฟผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ ผลการทดลองการเปิด-ปิดสวิตช์ไฟ ผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันพบว่าเวลาในการตอบสนอง เทียบกับระยะที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันมาก เพราะความเร็วของสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้ ผลทดลองการแสดงภาพถ่ายบนหน้าเว็บไซต์ เมื่อทำการกำหนดเวลาการถ่ายภาพในแต่ละช่วง 10 วินาที และ 5 วินาที พบว่าระบบมีการตอบสนองตามปกติ

เอกสารอ้างอิง

[1] นที ศรีนะ และคณะ. “ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโดยใช้ Android” ปริญญานิพนธ์ อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์(คอมพิวเตอร์) คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556

[2] ชินวัฒน์ สร่างโศก และคณะ. “ ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านบนโทรศัพท์มือถือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556

[3] พงษ์พิพัฒน์ เตชะพันธุ์ และคณะ. “ ระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเครือข่ายไร้สายและแอนดรอยด์ แอปพลิเคชัน” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2559

[4] ภาวิช วัฒนาวาณิชกร และคณะ. “ ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2559 วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2559). อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. แหล่งที่มา https://th.wikipedia.org/wiki/อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

[5] @veedvil. (2558). “ทำความเข้าใจเรื่อง Internet of things (IoT) เทรนด์ที่หลายคนกำลังพูดถึง”, http://www.veedvil.com/news/internet-of-things-iot/

ชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงที่ความยาวคลื่น 850 1310 และ1550 นาโนเมตร โดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น

วิทวัส สิฏฐกุล[1] ศริญญา ปะสะกวี[2] และ ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์[2]
[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-5552000 ต่อ 6333 E-mail: vitawat.sittakul@gmail.com
[2] ฝ่ายมาตรวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

ชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงที่ความยาวคลื่น 850 1310 และ 1550 นาโนเมตรโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น (WDM) ถูกสร้างขึ้น ทั้งนี้ชุดทดลองที่จัดทำขึ้นได้ประกอบไปด้วยการทดลองวัดค่าคุณสมบัติของเลเซอร์ โฟโต้ไดโอด การสูญเสียในสายใยแก้วนำแสง และหลักการทำงานของอุปกรณ์ WDM โดยใช้ประกอบกับเครื่องมือวัดทางแสง เช่น เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมทางแสง (OSA) หรือ เครื่องตรวจสอบใยแก้วนำแสงแบบโอทีดีอาร์ (OTDR)

คำสำคัญ: Laser, Photodiode, WDM, OTDR

Abstract

Training Kit of 850,1310 and 1550nm Optical transmission using WDM device is created. The training kit is composed of the experiments of laser characteristics, photodiode characteristics, attenuation in fiber optic and WDM principle. The Kit can be used with optical measuring instruments such as Optical Spectrum Analyzer (OSA) or Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR)

Keywords: Laser, Photodiode, WDM, OTDR

1. บทนำ

เนื่องจากนักศึกษาของมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ ได้มีโอกาสออกไปฝึกงาน และออกปฏิบัติสหกิจศึกษาที่ภาครัฐและภาคเอกชนที่ทำงานทางด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสงเป็นจำนวนมาก โดยบริษัทส่วนใหญ่จะประกอบด้วยบริษัทที่มีหน้าที่ติดตั้ง และเป็นตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทางด้านเครือข่ายใยแก้วนำแสง สำหรับบริษัทที่มีหน้าที่ในการติดตั้งเครือข่ายใยแก้วนำแสงนั้น นักศึกษาซึ่งเพิ่งจบการศึกษาหรือออกปฏิบัติงานนอกสถานที่ จะมีหน้าที่ในการทดสอบสายใยแก้วนำแสงในเชิงกายภาพ ทดสอบค่าปริมาณความเข้มแสงจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณแสง และทดสอบการทำงานของตัวรับสัญญาณแสงในย่านความยาวคลื่น 850 1310 และ 1550 นาโนเมตร [1-4]

ส่วนทางด้านบริษัทที่ทำหน้าที่เป็น ตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือวัดทางด้านแสงนั้น นักศึกษาจะมีหน้าที่ในการส่งมอบเครื่องมือวัดให้แก่บริษัทผู้ผลิต โรงงานสายการผลิต และสถานศึกษา ซึ่งในขั้นตอนการส่งมอบเครื่องมือให้แก่ผู้ซื้อนั้น นักศึกษาจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือวัดและอธิบายการใช้งานในเบื้องต้นให้แก่ บริษัทผู้ผลิต โรงงานสายการผลิตและสถานศึกษาต่างๆ จากข้อมูลการสำรวจพบว่าในการส่งมอบเครื่องมือวัดจะทำได้เพียงอธิบายหลักการใช้งานเครื่องมือวัด ระบบการทำงานของเครื่องและฟังก์ชั่นต่างๆ ของเครื่องมือวัดเท่านั้น แต่จะไม่สามารถที่จะทดสอบการใช้งานจริงได้ในฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องมือวัด [1-4] เท่านั้น เนื่องจากไม่มีชุดการทดลองที่จะสาธิตในการทดสอบเครื่องมือวัด ทำให้ผู้ใช้งาน ไม่เข้าใจในการใช้งานของเครื่องมือวัดในฟังก์ชั่นต่างๆ โดยทางลูกค้ามักสอบถาม ขอคำแนะนำในการใช้งานเครื่องมือวัดอยู่บ่อยครั้ง ทำให้ทีมวิศวกรของบริษัทดังกล่าว ต้องคอยให้คำแนะนำการใช้งาน และบางครั้งต้องเดินทางไปพบลูกค้า ซึ่งลูกค้าของทางบริษัทมีทั้งในกรุงเทพและต่างจังหวัดทำให้ เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

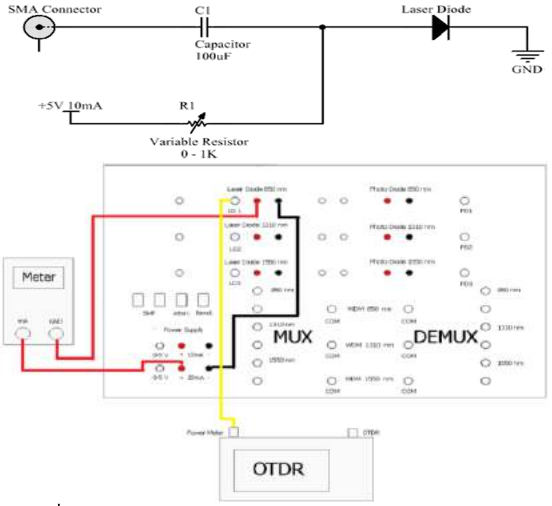
ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะช่วยแก้ปัญหา ความไม่เข้าในในเครือข่ายใยแก้วนำแสงของนักศึกษา ที่เรียนอยู่ในมหาวิทยาลัย โดยสร้างชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงที่ความยาวคลื่น 850 1310 และ1550 นาโนเมตร โดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นขึ้น เนื่องจากระบบเครือข่ายในแก้วนำแสงในปัจจุบันจะมีการนำเอาเทคโนโลยีการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นมาใช้ ทั้งนี้ชุดทดลองที่จัดทำขึ้นได้ประกอบไปด้วยการทดลองวัดค่า คุณสมบัติของเลเซอร์ โฟโต้ไดโอด การสูญเสียในสายใยแก้วนำแสง และหลักการทำงานของอุปกรณ์ WDM โดยใช้ประกอบกับเครื่องมือวัดทางแสง เช่น เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมทางแสง หรือเครื่องตรวจสอบใยแก้วนำแสงแบบโอทีดีอาร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในท้องตลาดอยู่แล้ว [5, 6]

2. โครงสร้างและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ชุดทดลอง

ทางผู้จัดทำได้นำทฤษฎีทางด้านการส่งผ่านสัญญาณเชิงแสงมาประกอบอยู่ในชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงย่านความยาวคลื่น 850 1310 และ1550 นาโนเมตรโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น โดยมีการทดลองตั้งแต่ทฤษฎีพื้นฐานของเส้นใยแก้วนำแสงไปจนถึงการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยต่อไปนี้

2.1 การทดลองการทำงานของเลเซอร์ไดโอด

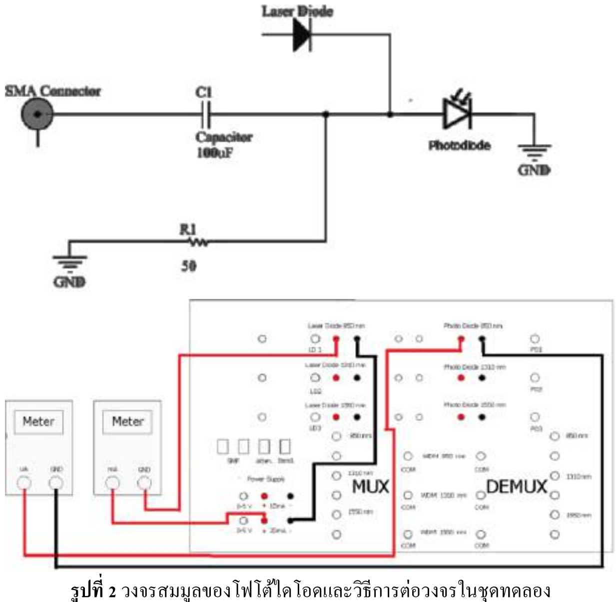
ผู้จัดทำได้นำเลเซอร์ไดโอดชนิด 850, 1310,1550 nm (FP –laser Pigtail) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งคลื่นแสงผ่านอุปกรณ์ WDM โดยได้ออกแบบวงจรโดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 5V@10mA จ่ายไฟฟ้าให้แก่เลเซอร์ไดโอดโดยที่มีตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ สามารถปรับกระแสในการจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้เลเซอร์ไดโอดเกิดความเสียหายเนื่องจากมีกระแสไหลเกิน โดยมีวงจรสมมูลของเลเซอร์ไดโอดและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลองดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรสมมูลของเลเซอร์ไดโอดและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลอง

2.2 การทดลองการทำงานของโฟโต้ไดโอด

ในการออกแบบวงจร ทางผู้จัดทำได้นำโฟโต้ดีเทคเตอร์ชนิด PIN Photodiode มาใช้เป็นอุปกรณ์ในการรับคลื่นแสง โดยมีวงจรสมมูลของโฟโต้ไดโอดและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลองดังรูปที่ 2 ภายในวงจรนี้เราจะต่อสายใยแก้วนำแสงความยาวประมาณ 1 เมตรเพื่อทำการถ่ายทอดสัญญาณแสงจากเลเซอร์เข้าสู่อุปกรณ์โฟโต้ไดโอด



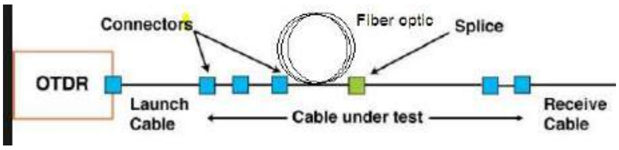
รูปที่ 2 วงจรสมมูลของโฟโต้ไดโอดและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลอง

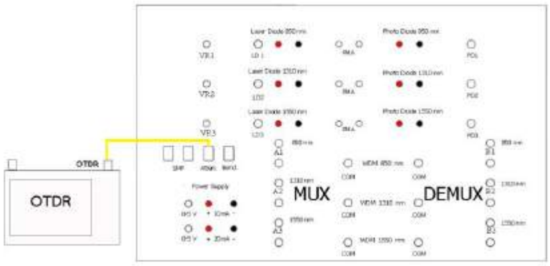
วิธีการทดลองคือ เราจะวัดค่ากระแสของโฟโต้ไดโอด (Photodiode Current) โดยจ่ายไฟที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า 5V@20mA เข้าที่เลเซอร์ไดโอดและทำการวัดค่ากระแสที่ได้จากมัลติมิเตอร์ของเลเซอร์ไดโอดและโฟโต้ไดโอด ในหน่วย mA เพื่อที่จะดูกระแสที่ได้รับจากโฟโต้ไดโอเทียบกับกระแสที่เพิ่มขึ้นของเลเซอร์ไดโอด

2.3 การทดลองการลดทอนของสัญญาณแสงภายในเส้นใยนำแสง

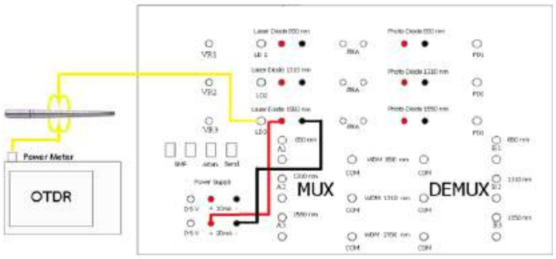
ผู้จัดทำได้นำเส้นใยนำแสงแบบขดม้วน (Bare Fiber) มาใช้ในการสร้างการลดทอนสัญญาณที่เกิดขึ้นภายในเส้นใยนำแสง โดยสายที่นำมาใช้มีความยาว 500 เมตร โดยทางผู้จัดทำได้สร้างเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการลดทอนภายในเส้นใยนำแสงและใช้เครื่องตรวจสอบใยแก้วนำแสงแบบโอทีดีอาร์ วงจรสมมูลของการลดทอนของสัญญาณแสงภายในเส้นใยนำแสและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลองเป็นดังรูปที่ 3

วิธีการทดลองคือ เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5V@10mA ไปยังเลเซอร์ไดโอด นำเส้นใยนำแสงเชื่อมต่อไปยังเลเซอร์ไดโอด ปลายสายอีกด้านเชื่อมต่อไปยังเครื่องมือวัดกำลังแสง เริ่มทำการทดลองโดยการวัดค่าการลดทอนในสายใยแก้วนำแสงยาว 500 เมตรที่คณะผู้จัดทำได้ใส่ไว้ภายในชุดฝึกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว (รูปที่ 3 ก) จากนั้นทำการโค้งงอเส้นใยนำแสงด้วยมาตรวัดชนิดแท่งทำการโค้งงอที่ขนาดของมาตรวัดชนิดแท่งที่ 5 10 15 25 และ 35 m/m และใช้เครื่องมือวัดกำลังแสง (Optical Power Meter) เพื่อแสดงผลการลดทอนที่เกิดขึ้นจากการทดลองสังเกตและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง





(ก)



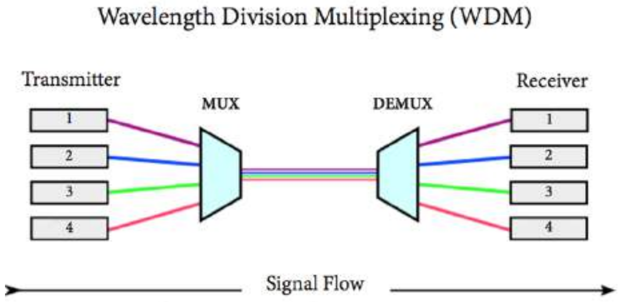
(ข)

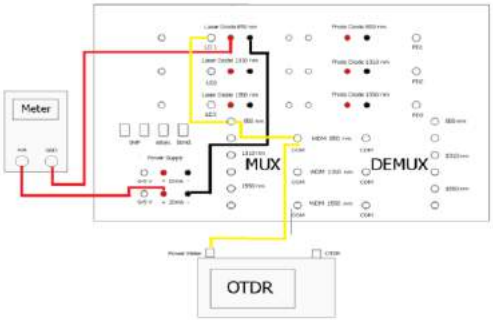
รูปที่ 3 วงจรสมมูลของการลดทอนของสัญญาณแสงภายในเส้นใยนำแสงและวิธีการต่อวงจรในชุดทดลอง (ก) การลดทอนเนื่องจากสายใยแก้วนำแสง (ข) การลดทอนเนื่องจากความโค้งงอในสาย

2.4 การทดลองการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์คลื่นแสงแบบแบ่งความยาวคลื่น

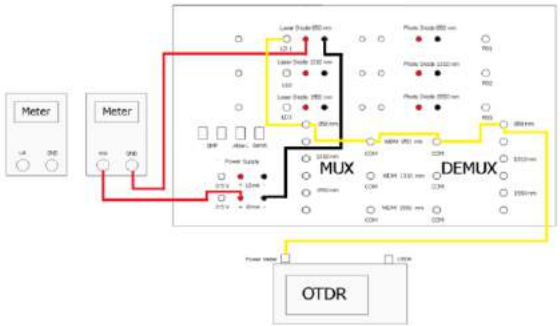
ในการออกแบบการทดลองนี้ ผู้จัดทำได้นำเลเซอร์ไดโอดจำนวน 2 ชุด ประกอบด้วยความยาวคลื่น 1310 และ 1550 นาโนเมตรมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ WDM และใช้เครื่องตรวจสอบใยแก้วนำแสงแบบโอทีดีอาร์ ในการแสดงผลลัพธ์ของการส่งผ่านคลื่นแสง การวัดการทดลองนี้จะเป็นการวัดเทียบระหว่างเอาท์พุตกำลังแสง (Optical Power) ที่ขณะยังไม่ผ่านอุปกรณ์ WDM

วิธีการวัดคือ จ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5V@20mA เข้าที่เลเซอร์ไดโอดทั้งสองความยาวคลื่นพร้อมกัน และวัดค่ากระแสของเลเซอร์ไดโอดแต่ละตัว ผ่านมัลติมิเตอร์ในหน่วย mA เพื่อที่จะดูกระแสที่ไหลเข้าในวงจรเลเซอร์ จากนั้นใช้เครื่องมือวัดกำลังแสง (ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นเสริมในเครื่องตรวจสอบใยแก้วนำแสงแบบโอทีดีอาร์) วัดค่ากำลังแสงขาออกในย่านความถี่ 1310 และ 1550 นาโนเมตร และทำการบันทึกผลที่ได้ (รูปที่ 4 ก) จากนั้นนำสัญญาณแสงขาออกที่ได้รับจากเลเซอร์ทั้งสองต่อไปยังภาครับสัญญาณของอุปกรณ์ Demux WDM (รูปที่ 4 ข) ผ่านเส้นใยนำแสงขนาดความยาว 1 เมตร และทำการต่อสัญญาณขาออกอุปกรณ์ Demux WDM ไปเข้าเครื่องมือวัดกำลังแสง จากนั้นตั้งค่าพารามิเตอร์และตั้งหน่วยการวัดให้เป็น dBm จากนั้นบันทึกค่าจากนั้นบันทึกค่าเอาท์พุตกำลังของแสง (Optical Power) และนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาวาดกราฟระหว่างสัญญาณแสงขาออกจาก (MUX) เทียบกับ (DEMUX) ของ WDM





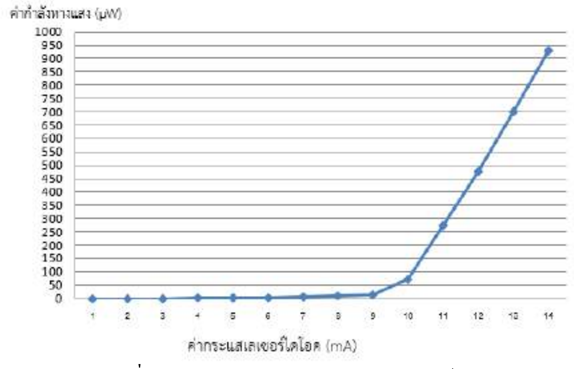
(ก)



(ข)

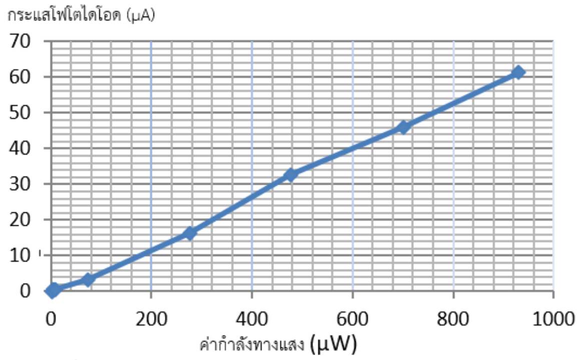
รูปที่ 4 วงจรสมมูลของการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์คลื่นแสงแบบแบ่งความยาวคลื่น (ก) การมัลติเพล็กซ์ (ข) ดีมัลติเพล็กซ์

3. ผลการทดลอง



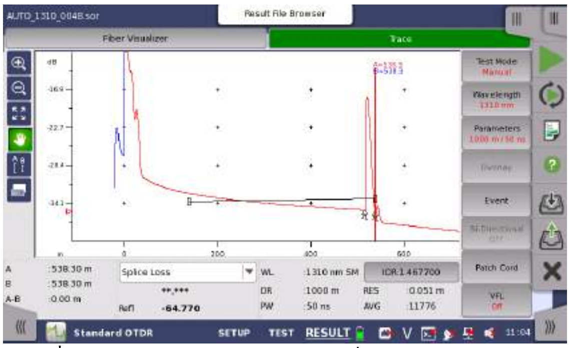
รูปที่ 5 ค่ากำลังทางแสงเทียบกับค่ากระแสเลเซอร์ไดโอด

ในหัวข้อนี้ผลการทดลองในหัวข้อที่ 2 จะถูกแสดง ผลการทดลองการทำงานของเลเซอร์ไดโอดจากหัวข้อที่ 2.1 จะถูกแสดงดังรูปที่ 5 โดยเราจะพบว่าค่ากำลังแสงของเลเซอร์ไดโอดนั้นจะแปรตามค่ากระแสไบแอส

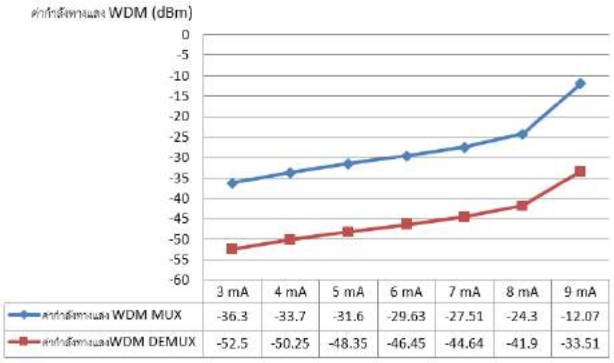


รูปที่ 6 ค่ากระแสโฟโต้ไดโอดเทียบกับค่ากำลังแสงขาเข้าจากเลเซอร์ไดโอด

รูปที่ 6 แสดงค่ากระแสโฟโต้ไดโอดเทียบกับค่ากำลังแสงขาเข้าจากเลเซอร์ไดโอดจากหัวข้อการทดลองที่ 2.2 เราจะพบว่าค่ากระแสจากโฟโต้ไดโอดจะมีค่าเพิ่มขึ้นแปรตามค่ากำลังแสงจากเลเซอร์เป็นเส้นตรงตรงตามทฤษฎี รูปที่ 7 แสดงค่าการลดทอนในสายและการลดทอนเนื่องจากการโค้งงอของสายจากหัวข้อที่ 2.3



รูปที่ 7 ค่าการลดทอนในสายและการลดทอนเนื่องจากการโค้งงอของสาย



รูปที่ 8 กำลังแสงขาออกจากอุปกรณ์ WDM และ Demux WDM

รูปที่ 8 แสดงสัญญาณแสงขาออกจาก WDM และ Demux WDM จากการทดลองในหัวข้อที่ 2.4 เราจะพบว่าเราสามารถวัดค่ากำลังแสงขาออกจากอุปกรณ์ทั้งสองได้ ซึ่งหมายความว่าสัญญาณความยาวคลื่นแสงสามามารถผ่านจากอุปกรณ์ WDM ไปยังอุปกรณ์ Demux WDM ได้โดยมีค่าการลดทอนภายในอุปกรณ์ทั้งสองอยู่ที่ประมาณ 15 dB

สรุป

ชุดทดลองการส่งสัญญาณแสงย่านความยาวคลื่น 850 1310 และ1550 นาโนเมตรโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการทดลองให้บุคคลทั่วไปและนักศึกษาได้เรียนรู้และมีความเข้าในการส่งสัญญาณแสงถูกสร้างขึ้นเป็นผลสำเร็จ ทฤษฎีขั้นพื้นฐานของเส้นใยแก้วนำแสง อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวส่งและรับไปจนถึงการส่งคลื่นแสงด้วยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นถูกอธิบายผ่านภาคปฏิบัติและใบงานประกอบชุดการทดลองถูกจัดทำขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วิทวัส สิฏฐกุล, การสื่อสารผ่านเส้นใยนำแสง, 1st ed. ประเทศไทย, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2560

[2] วิทวัส สิฏฐกุล จิรกิตติ์ เตรียมสกุล และ ปรีชา เกิดเจริญ. (2560). ชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติบนสายใยแก้วนำแสง.การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

[3] ปรีชา ยุพาพิน. เครือข่ายใยแก้วนำแสง. กรุงเทพฯ : ส.เอเซียเพรส, 2541.

[4] พงษ์พันธกุล, คณิตอินจันทร์ณรงค์. วิชาแสง.กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2510.

[5] ภัทรพงษ์รักน้อย, ปรีชายุพาพิน. เครื่องตรวจสอบสายใยแก้วนาแสงโอทีดีอาร์และการประยุกต์.วิทยาศาสตร์. (ตุลาคม 2539) .

[6] สิทธิกร ภู่สกุล ไพศาลนครศรี และ ชาตรี ชมพิกุล. (2555.).ชุดสาธิตการส่งสัญญาณภาพผ่านเส้นใยแก้วนำแสงด้วยเทคนิคการมัลติเพล็กซ์เชิงแสง. ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือแบบไร้สายสำหรับรถยนต์

The Battery Wireless Charger of Mobile for Car

ธัชชัย พุ่มพวง[1] อนันต์ ใช้คง[1] อวยชัย ศรีทอง[1] ณัฐวุฒิ พลจันทึก[1] คณะวัติ เนื่องวงษา[2] ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา[3]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
[1]744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: tajchai.pu@rmuti.ac.th
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[2]150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-388869 E-mail: kanawat01@gmail.com
[3]วิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
[3]744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: ACR2FREEZER@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือแบบไร้สายสำหรับรถยนต์เพื่อเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่อการชาร์จแบตเตอรี่ โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำพลังงานไฟฟ้าจากขดลวดเหนี่ยวนำที่ภาคส่ง และภาครับ สำหรับวงจรภาคส่งประกอบด้วยชิพวงจรรวมเบอร์ XKT-412 ทำหน้าที่กำเนิดความถี่ที่ใช้งานอยู่ในช่วงความถี่ 0-5 MHz และ ชิพวงจรรวมเบอร์ XKT-335 ทำหน้าที่เป็นตัวขับกำลังไฟฟ้า เสมือนมอสเฟสขยายกำลังไฟฟ้าที่มีความถี่สูง ในขณะที่ด้านวงจรภาครับสร้างขึ้นจากชิพวงจรรวมเบอร์ XKT-3169 ทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และวงจรเรกูเลเตอร์ปรับแรงดันไฟฟ้าเป็น 5 โวลต์ เพื่อชาร์จเข้ากับโทรศัพท์มือถือ จากการทดสอบชิ้นงานต้นแบบพบว่ากระแสไฟฟ้าด้านอินพุต และเอาท์พุตวัดได้ 1050.909 mA และ 717.272 mA ตามลำดับ ประสิทธิภาพการชาร์จที่ดีที่สุดคือ 68.256% ใช้ระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 2 ชั่วโมง 45 นาที ที่ระยะห่างระหว่างขดลวดภาครับ และภาคส่ง 4 มม. โดยขนาดของโครงสร้างภายนอกของภาคส่งเมื่อประกอบรวมวงจรเข้าด้วยกันแล้วมีขนาดความกว้าง 98 มม. ยาว 162 มม.และสูง 85 มม.ขนาดของโครงสร้างภายนอกของภาครับที่มีลักษณะเป็นเคสใส่มือถือมีขนาดความกว้าง ยาว และสูง คือ 85 มม. 160 มม. 30 มม. ตามลำดับ

คำสำคัญ: สนามแม่เหล็กไฟฟ้า, ขดลวดเหนี่ยวนำ, การชาร์จแบบไร้สาย

Abstract

This project presents the design and studies of wireless charger for mobile to convenient with battery charging and using to global positioning system while driving. It is based on the principle of electrical power induction from the inductor coils of transmitter and receiver. The transmitter circuit is consisted of the integrated circuit (IC) chip model of XKT-412, it is operator frequency generator in the frequency band of 0-5 MHz and the integrated circuit chip model of XKT-335, it is a power driver like a MOSFET for amplifier of power for high frequency. While the integrated circuit chip model XKT-3169, it is ac power transform circuit to DC and voltage regulator circuit to 5 V for charging to mobile. The experimental of prototype, it is found the input and output current are measured to 1050.909 mA and Average electricity 717.272 mA, respectively. The best efficiency for charring is equal to 68.256 %, the time for full charging is 2 hours and 45 minutes at the distance between receiver and transmitter coils of 4 mm. The body structure when included to the circuit designed have the dimension of length width and high of 98 mm, 162 mm and 85 mm and the body structure of receiver as look like a mobile case have the dimension of length width and high of 85 mm, 160 mm and 30 mm, respectively.

Keywords: Electromagnetic field, Induction coil,Wireless charging

1. บทนำ

ปัจจุบันโทรศัพท์มือถือเป็นปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ข้อมูลจากสารประชากรมหาลัยมหิดลปี 2016 พบว่าประเทศไทยมีจำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟนต่อสัดส่วนประชากรคนประมาณ 71% [1] สาเหตุที่ทำให้การใช้งานของสมาร์ทโฟนมีจำนวนมากขึ้นอาจจะเป็นเพราะการใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น ถ่ายรูป เล่นอินเตอร์เน็ต เป็นโทรศัพท์ไว้คุยสื่อสาร เป็นเครื่องคิดเลข เล่นเกมส์ และอื่น ๆ อีกมากมาย เพื่อตอบสนองการใช้งานในยุคที่เทคโนโลยีต้องมีความสมาร์ท ในขณะที่อุปกรณ์ต่อพ่วงโทรศัพท์มือถือก็ถูกพัฒนาให้มี

ความสมาร์ทเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น เช่น สายเชื่อมต่อกับมือถือเข้าจอมอนิเตอร์ (Monitor) หรือโปรเจคเตอร์ (Projector) หูฟังแบบไร้สาย ลำโพงบลูทูธ และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือชนิดไร้สาย [2]

อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย เป็นอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ชาร์จพลังงานให้อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้ในการส่งพลังงาน โดยไม่ต้องต่อสายชาร์จแบตเตอรี่เข้ากับอุปกรณ์โดยตรง ซึ่งช่วยแก้ปัญหาการชาร์จกับสายแบบปกติที่ต้องต่อกับตัวเครื่องตลอดเวลา อาจก่อให้เกิดความไม่สะดวกในด้านการใช้งานบางประเภท ทั้งยังง่ายต่อการใช้ เพิ่มความสะดวกทันสมัย

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย ขณะนี้ถูกพัฒนาให้รวมเข้าไปในโทรศัพท์มือถือ โน้ตบุ๊ก (Note Book) และอุปกรณ์อื่นๆ โดยส่วนใหญ่อุปกรณ์เหล่านี้จะถูกผลิตและขายในต่างประเทศ อุปกรณ์ที่มีขายอยู่ในประเทศไทยจะถูกนำเข้ามาจากช่องทางต่างๆ เช่น Ebay Alibaba Amazon หรืออื่นๆเป็นต้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดในบทความฉบับนี้ที่จะได้ทำการศึกษาและเรียนรู้เทคโนโลยีเครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายที่คนไทยสามารถออกแบบและสามารถใช้งานได้เองโดยจะมุ่งเน้นการออกแบบอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายที่นำไปใช้งานในรถยนต์ในคอนเซ็ปต์ สมาร์ทคาร์ (Smart Car) ให้สามารถชาร์จแบตเตอรี่ในขณะที่ขับรถและสามารถดู จีพีเอส Global Positioning System (GPS) หรือระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกไปได้ในตัว

2. หลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานความถี่ที่ใช้งานสำหรับเครื่องชาร์จแบตเตอร์รี่แบบไร้สาย

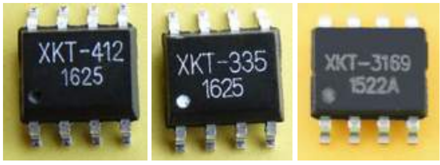
มาตรฐานความถี่ที่ใช้สำหรับเครื่องชาร์จแบตเตอร์รี่แบบไร้สายตามมาตรฐานของ QI มีอยู่ ด้วยกัน 3 เวอร์ชั่นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานความถี่เครื่องชาร์จ (QI) [3]

เวอร์ชั่น	ความถี่ (kHz)	มอดูเลชั่นความถี่ (kHz)	ระยะการส่ง (มม.)	กำลังส่งสูงสุด (วัตต์)
V1 QI	100 -200	2	5-7	5
V1.2 QI	100 -200	2	5-7	5-15
V1.3 QI	100 -200	2	30	5-15

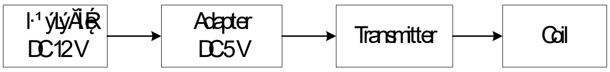
2.2 วงจรภาคส่ง (Transmitter)

อุปกรณ์ที่สำคัญของวงจรภาคส่งคือไอซี XKT-412 [4] และ XKT-335 [5] ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) และ (ข) ซึ่งคุณสมบัติของ XKT-412 มีหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่ในการใช้งานที่ระยะ 0-5 MHz และคุณสมบัติของ XKT-335 ทำหน้าที่เป็นตัวขับ เสมือนมอสเฟสขยายกำลังไฟฟ้าที่มีความถี่สูง ไอซีทั้งสองตัวมีขาร่วมใช้งาน 8 Pin มีขนาด 4.2 มม. × 4 มม. ใช้ไฟเลี้ยง 3-12 โวลต์ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ DC จากรถยนต์มาแปลงเป็น 5 โวลต์ DC เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจร โดยมีขดลวดเหนี่ยวนำด้านส่งเป็นตัวนำ กำลังงานไฟฟ้าออกสู่อากาศดังแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของภาคส่งในรูปที่ 2



(ก) (ข) (ค)

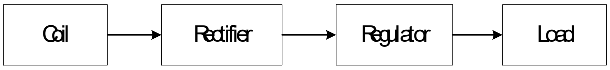
รูปที่ 1 ไอซีภาคส่ง และรับแบบตัวถัง (ก) XKT-412 (ข) XKT-335 และ (ค) XKT-3169



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของภาคส่ง

2.3 วงจรภาครับ (Receiver Circuit)

วงจรภาครับประกอบไปด้วยไอซี XKT-3169 [6] ดังแสดงในรูปที่ 1 (ค) เป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์แบบชิพ ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้า AC ที่รับมาได้จากขดลวดด้านรับ ให้เป็นแรงดันไฟฟ้า DC สามารถรับอินพุตได้สูงสุด 13.5 โวลต์ มีขาร่วมใช้งาน 8 Pin ให้เอาต์พุต 5 โวลต์ DC เพื่อชาร์จเข้ากับโทรศัพท์ ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของภาครับในรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของภาครับ

3. การออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือแบบไร้สาย

3.1 การออกแบบภาคส่ง

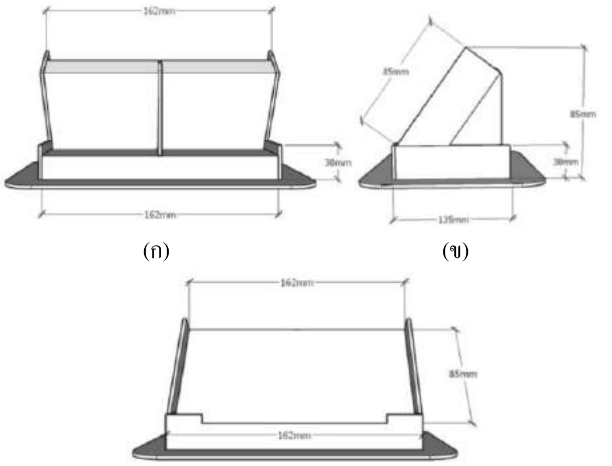
3.1.1 แบบจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือไร้สายภาคส่ง

ในส่วนของภาคส่งจะมีลักษณะเหมือนแท่นวางโทรศัพท์ตามท้องตลาด การวางมือถือจะใช้การวางในแนวนอนเอียง 50 องศา วัสดุที่ใช้คือแผ่นอะคริลิคใสขนาด 2 มิลลิเมตร มีขนาดตามรูปที่ 4

3.1.2 วงจรลดแรงดัน 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

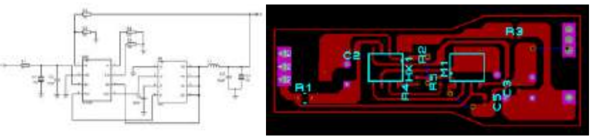
วงจรลดแรงดันทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ให้ลดลงเป็น 5 โวลต์ โดยใช้ ไอซีเบอร์ HX 1316 โดยขา 3 เป็นอินพุต ขา 1 เป็น เอาต์พุต ขา 4 5 และ 6 ต่อไปที่ ไอซีเบอร์ 4606 ซึ่งเป็น

ไอซีมอสเฟสทำหน้าที่ขยายกระแส ขา 5 6 7 และ 8 เป็ เอาต์พุต C1 C2 C3 และ C4 ทำหน้าที่เป็นฟิลเตอร์ดังแสดงแผนผังวงจร และลาย PCB ในรูปที่ 5



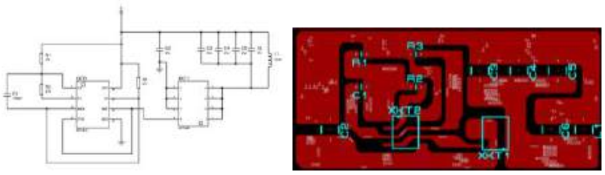
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4 แบบจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือไร้สายภาคส่ง (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านข้าง และ(ค) ด้านหลัง



(ก) (ข)

รูปที่ 5 วงจรลดแรงดันต้นแบบ (ก) แผนผังวงจร และ(ข) ลาย PCB



(ก) (ข)

รูปที่ 6 วงจรภาคส่งต้นแบบ (ก) แผนผังวงจรภาคส่ง และ(ข) ลาย PCB

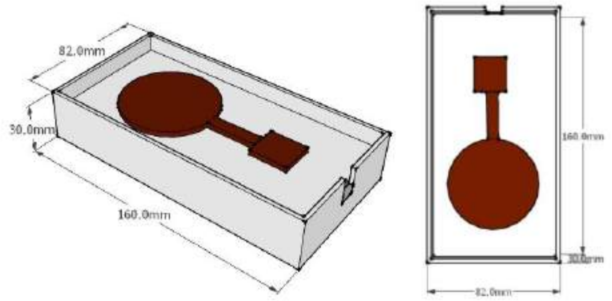
3.1.3 วงจรภาคส่ง

หลักการทำงานของวงจรภาคส่งคือ ไอซีเบอร์ XKT 412 ทำหน้าที่สร้างสัญญาณคลื่นรูปไซน์โดยที่ R1 8.2 k R2 47 k R3 47 k และ C1 1000 pF เป็นตัวกำหนดความถี่ของไอซีเบอร์ XKT 412 เอาต์พุตที่ขา 4 และ ขา 6 ต่อเข้ากับ ขา 4 ไอซี XKT-335 เป็นไอซีขยายกำลังเปรียบเสมือนไดร์ฟเวอร์มอสเฟสเพื่อขับเคลื่อนขดลวดไม่เกิน 60 โวลต์บนคลื่นรูปไซน์ เพื่อส่งไปยัง C3 C4 C5 C6 และ L1 ให้เกิดภาวะเรโซแนนซ์เหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานที่ถ่ายโอนดังแสดงแผนผังวงจร และลาย PCB ในรูปที่ 6

3.2 การออกแบบภาครับ

3.2.1 แบบจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือไร้สายภาครับ

ในส่วนของภาครับจะประกอบด้วยขดลวดรับพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรเรกติไฟร์เออร์ และ วงจรเรกูเลตเตอร์เพื่อที่จะทำให้ได้แรงดันที่เราต้องการไปต่อกับโทรศัพท์ โดยมีขนาดและโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 7

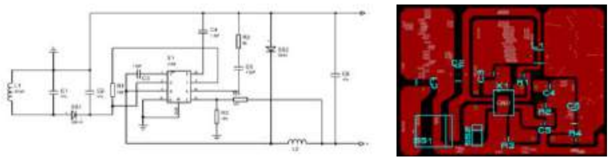


(ก) (ข)

รูปที่ 7 แบบจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือไร้สายภาครับ (ก) ด้านมุมเอียง และ(ข) ด้านบน

3.2.2 วงจรภาครับ

หลักการทำงานของวงจรภาครับ L1 ได้รับการเหนี่ยวนำสนามแม่ไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D1 แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยที่ C1 เก็บประจุไฟฟ้าให้เรียบผ่านไปยัง ขา2 ไอซี XKT-3169 ทำหน้าที่เรียงกระแสเหมือนเรกูเลชั่นทั่วไปแต่มีกำลังและประสิทธิภาพมาก เอาต์พุตออกที่ขา 3 ผ่านไปยัง L2 เกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า และเก็บประจุไฟฟ้าที่ C2 ออกเอาต์พุต ที่ 5 โวลต์ ดังแสดงแผนผังวงจร และลาย PCB ในรูปที่ 8



(ก) (ข)

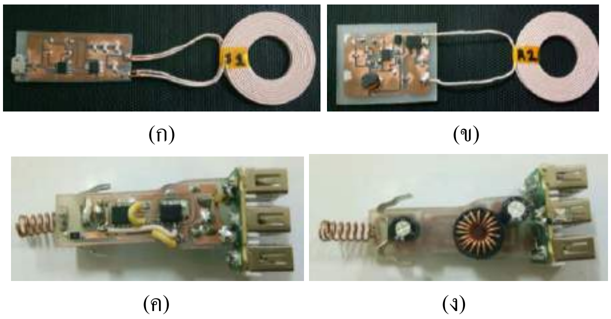
รูปที่ 8 วงจรภาครับต้นแบบ (ก) แผนผังวงจรภาคส่ง และ(ข) ลาย PCB

4. การสร้าง และทดสอบ

ในหัวข้อนี้นำเสนอการสร้าง และผลการทดสอบการชาร์จของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่มือถือแบบไร้สาย โดยชิ้นงานที่สร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 9

สำหรับการสอบได้ทำการทดลองที่ระยะห่างของขดลวดระหว่างภาคส่ง และภาครับคือระยะ 4 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ดีที่สุด

สำหรับการชาร์จ ดังแสดงรูปถ่ายเครื่องชาร์จต้นแบบ และลักษณะการวางชาร์จเมื่อทำการใช้งานในรถยนต์ดังรูปที่ 10 และผลที่ได้จากการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ามีค่าประสิทธิภาพการชาร์จสูงสุดอยู่ที่ 68.252 % ดังคำนวณอัตราส่วนระหว่าง เอ้าต์พุต ต่อ อินพุต ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 45 นาที ถึงจะชาร์จแบตเตอรี่เต็ม มีค่าเฉลี่ยกระแสในการชาร์จอยู่ที่ 717.272 มิลลิแอมป์



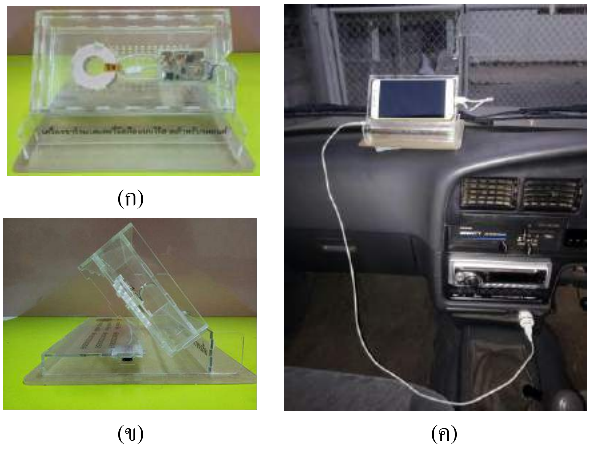
รูปที่ 9 รูปถ่ายส่วนประกอบวงจรต่างๆของเครื่องชาร์จมือถือแบบไร้สาย ก) วงจรภาคส่ง (ข) วงจรภาครับ (ค) วงจรลดแรงดันด้านหน้า และ (ค) วงจรลดแรงดันด้านหลัง

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพในการชาร์จที่ระยะห่าง 4 มิลลิเมตร ระยะเวลาชาร์จตั้งแต่แบตเตอรี่โทรศัพท์ 1% ถึง 100%

การทดสอบประสิทธิภาพในการชาร์จที่ระยะห่าง 4 มิลลิเมตร			
เปอร์เซ็นแบตเตอรี่	Input (mA)	Output (mA)	เวลา (นาที)
1 %	1,070	760	0
10 %	1,070	760	15
20 %	1,070	760	24
30 %	1,070	760	44
40 %	1,070	750	58
50 %	1,070	750	75
60 %	1,070	710	91
70 %	1,070	690	109
80 %	1,070	660	127
90 %	1,070	650	147
100 %	1,070	640	165
เฉลี่ย	1,070	717.27	

5. สรุป

ผลการดำเนินงานพบว่าเครื่องชาร์จมือถือแบบไร้สายต้นแบบได้นำเสนอ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับรถยนต์ได้ มีประสิทธิภาพในการชาร์จ 68.256% ใช้ระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 2 ชั่วโมง 45 นาที ที่ระยะห่างระหว่างขดลวดภาครับ และภาคส่ง 4 มม. และสังเกตได้ว่าเมื่อยิ่งทำการชาร์จนานขึ้นเปอร์เซ็นแบตเตอรี่เพิ่มมากขึ้น กระแสที่เอาต์พุตจะเริ่มลดน้อยลง



รูปที่ 10 รูปถ่ายเครื่องชาร์จต้นแบบ (ก) ด้านหน้า และ (ข) ด้านข้าง และ (ค) รูปถ่ายลักษณะการวางชาร์จเมื่อทำการใช้งานในรถยนต์

เอกสารอ้างอิง

[1] สารประชากรมหาวิทยาลัยมหิดล "ประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2561," [online] Available: http://www.ipsr.mahidol.ac.th/ipsrbeta/th/gazette.aspx.

[2] "JAN 2016 MOBILE USERS & CONNNECTIONS," [online] Available: https://www.marketingoops.com/reports/research/thai-digital-in-2016/.

[3] X. Lu, P. Wang, D. Niyato, D. I. Kim and Z. Han, "Wireless Charging Technologies: Fundamentals, Standards, and Network Applications," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 18, no. 2, pp. 1413-1452, Second quarter 2016.

[4] "XKT-412," [online] Available: http://datasheetcafe.databank.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2017/03/XKT-412-datasheet.pdf.

[5] "XKT-510," [online] Available: http://elecfreaks.com/store/download/XKT-510.pdf.

[6] "XKT-3169," [online] Available: https://www.englishtaobao.net/product/555549376565/.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบและสร้างเครื่องวัดน้ำหนักน้ำนม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งเพื่อใช้ในฟาร์มโคนม

The designing and building of milk weighting instrument by using internet of things technology for dairy farm

อภิวัฒน์ จันโท[1] ชวลิต ปัญญาอิสระ[1] ทัศพันธุ์ สุวรรณทัต[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลตะวันออก

43 หมู่ 6 ต. บางพระ อ. ศรีราชา 20110 โทรศัพท์ 038-358203 E-mail: apiwat_ju@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมโคนมในประเทศกลุ่มอาเซียน รวมทั้งประเทศไทย ถูกเอาเปรียบจากประเทศที่เป็นผู้นำด้านเทคโนโลยี ส่งผลให้กลุ่มเกษตรกรฟาร์มโคนมขนาดเล็ก และขนาดกลางประสบปัญหาด้านต้นทุน อีกทั้งยังขาดเทคนิคด้านการจัดการอาหารให้เหมาะสมกับการผลิตน้ำนมของแม่โคนม เกษตรกรที่มีฟาร์มขนาดเล็ก และขนาดกลางมักไม่มีการเก็บข้อมูลปริมาณของน้ำนมที่รีดได้ในแม่โคนมแต่ละตัว ส่งผลให้มีการจัดการด้านอาหารที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของแม่โคนมที่ใช้ในการสร้างผลผลิต ทำให้แม่โคนมมีสารอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างน้ำนม ผลผลิตน้ำนมจึงน้อยลง ในขณะที่แม่โคนมที่ให้ปริมาณน้ำนมน้อยอาจได้รับปริมาณอาหารเกินความต้องการ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองต้นทุนด้านอาหาร

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นจึงได้นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง มาช่วยในกระบวนการจัดเก็บข้อมูล เพื่อสร้างความสอดคล้องของอาหารกับแม่โคนม และยังเป็นการยกระดับการเป็นฟาร์มอัจฉริยะ อีกทั้งงานวิจัยนี้ถือเป็นกลยุทธ์หนึ่ง สามารถตอบสนองยุทธศาสตร์การพัฒนาโคนม และผลิตภัณฑ์นมของประเทศไทย โดยช่วยพัฒนา และเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำนมโคของเกษตรกร ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลด้วยการวัดปริมาณน้ำนมจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับการวัดปริมาณน้ำนมที่วัดได้จริง มีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 98 ส่งผลให้เกษตรกร สามารถเก็บข้อมูลปริมาณน้ำนมของแม่โคนมแต่ละตัวได้ เพื่อให้เกษตรกรฟาร์มโคนมนำไปปรับการให้อาหารอย่างเหมาะสมกับระยะการให้ผลผลิตของน้ำนม

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพ, ฟาร์มอัจฉริยะ, ระบบฐานข้อมูลออนไลน์

Abstract

Dairy industry in ASEAN countries Including Thailand Has been taken advantage of the country's leading technology. As a result, the small dairy farmers. And the medium is experiencing cost problems. Moreover, there is lack of techniques in food management to suit the milk production of dairy cows. Farmers with small and medium farms often do not collect data on the amount of rolled milk in each cow. As a result, food management is not in line with the needs of the cow. Cause cows are not enough nutrients to create milk. Milk yield is less. While cows with low milk yield may be over-consumed this is a waste of food.

Troubleshooting has led to internet technology. All in all, it helps in the storage process. To create consistency of food with cows. It is also elevated. To be a smart farm this research is a strategy to respond to the strategy of dairy development. And dairy products of Thailand. By helping to develop and increase the potential of cows milk production. The results of the data collection by measuring the amount of milk from the tool created. Compared with the actual measurement of milk volume. It is more than 98 percent accurate, which results in farmers. It can store the milk content of each cow. The dairy farmer adjusted the feeding to suit the milk yield.

Keywords: internet of things technology, Smart Farm, cloud system

1. บทนำ

การเลี้ยงโคนมของไทยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้น ผลผลิตน้ำนมดิบเพิ่มขึ้นปีละ 4.34% และมีต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบสูง เฉลี่ยกิโลกรัมละ 15.57 บาท สูงกว่าของออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ที่เป็นคู่แข่งทางการค้าที่สำคัญ และมีแนวโน้มต้นทุนจะเพิ่มขึ้นอีก อันเนื่องมาจากราคาอาหารสัตว์ และน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น การที่ต้นทุนการผลิตน้ำนมสูง เนื่องมาจากการเลี้ยงโคนมในประเทศยังมีประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมค่อนข้างต่ำ แม่โคให้น้ำนมเฉลี่ย 12.71 กก./ตัว / วัน การให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ พันธุ์ การจัดการ และการให้อาหาร เป็นต้น อาหารเป็นปัจจัยสำคัญโดยตรงต่อการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนม [1] [2] โดยโคนมควรได้รับอาหารอย่างเหมาะสมกับระยะการให้ผลผลิต ส่วนการให้อาหารข้นจะคำนวณเป็นรายตัว ควรให้ตามปริมาณน้ำนมที่แม่โคให้ในแต่ละวัน เพราะความต้องการโภชนะของแม่โคขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำนมในแต่ละวันที่ผลิตได้ ซึ่งแม่โคที่ให้นมมากมีความต้องการโภชนะมากกว่าแม่โคที่ให้นมน้อย

ตามหลักการ เกษตรกรควรชั่งน้ำหนักนมที่รีดได้จากโคแต่ละตัวทุกครั้ง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเกษตรกรส่วนน้อยที่จดบันทึกน้ำหนักนมรายตัวรายวันดังกล่าว แต่มีเกษตรกรบางส่วนเห็นว่าการชั่งน้ำหนักน้ำนมที่รีดได้จากโคแต่ละตัวเป็นการเพิ่มขั้นตอนเกิดความยุ่งยาก และเป็นการเพิ่มเวลา ซึ่งมีงานมากทั้งวันอยู่แล้ว จึงไม่อยากเสียเวลาชั่งและจดบันทึกน้ำหนักนมจากโคแต่ละตัว ทำให้เกษตรกรไม่รู้ว่าแม่โคตัวไหนให้นมมาก ตัวไหนให้นมน้อยเมื่อให้อาหารจึงให้ในปริมาณที่เท่า ๆ กัน

[3] [4] ดังนั้นหากมีแนวทางใดที่จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสามารถ ทราบน้ำหนักน้ำนมที่รีดได้จากแม่โคแต่ละตัว โดยไม่เพิ่มขั้นตอนยุ่งยาก คณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้ในฟาร์มโคนม โดยการคิดค้น และสร้าง “เครื่องวัดน้ำหนักน้ำนมด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง” เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการในฟาร์มโคนม ด้วยวิธีการใช้ อุปกรณ์รับรู้ หรือเซนเซอร์นำมาตรวจวัดปริมาณน้ำนม ด้วยวิธีแทนการวัดน้ำหนักโดยตรง ด้วยการชั่งน้ำหนักจากเครื่องชั่ง อุปกรณ์รับรู้ หรือเซนเซอร์ที่วัดปริมาณของน้ำนม ทำการส่งข้อมูลที่ได้รับ นำไปสู่กระบวนการคำนวณเป็นค่าน้ำหนักด้วยอุปกรณ์ประมวลผลหลัก อุปกรณ์ประมวลผลหลักจะส่งค่าน้ำหนักน้ำนมแสดงที่หน้าจอแสดงผล และสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ที่ระบบเก็บข้อมูลแบบออนไลน์ (ระบบคลาวด์) เพื่อนำข้อมูลของปริมาณน้ำนมที่เก็บมาพิจารณา วิเคราะห์ และสรุปผลปริมาณของน้ำนมกับแม่โคแต่ละตัวในแต่ละวัน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับลดอาหาร ซึ่งการรับ-การส่งของข้อมูลสื่อสาร จะใช้ส่งข้อมูลแบบไร้สาย เพื่อลดขั้นตอนในเดินสายไฟที่ซับซ้อนและยุ่งยาก และให้เกษตรกรใช้งานได้ง่าย โดยที่ไม่เป็นการเพิ่มภาระงานของเกษตรกร

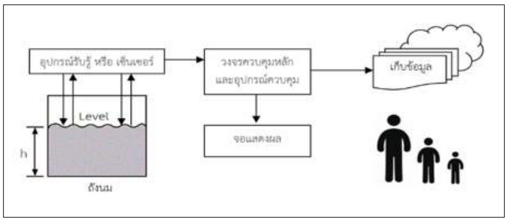
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรม เครื่องวัดน้ำหนักน้ำนมโคด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เพื่อให้ทราบผลผลิตน้ำนมโคที่ได้ต่อตัวต่อวัน และนำนวัตกรรมเครื่องวัดน้ำหนักน้ำนมโคที่ได้ทดลองใช้ และเก็บผลการใช้งานกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

2.1 วิธีดำเนินการวิจัย

2.1.1 การสร้างนวัตกรรมเครื่องวัดปริมาณน้ำนม

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการสร้างนวัตกรรมเครื่องวัดปริมาณน้ำนม ด้วยวิธีการใช้อุปกรณ์รับรู้ หรือเซนเซอร์นำมาตรวจวัดปริมาณน้ำนม ด้วยวิธีแทนการวัดน้ำหนักโดยตรงโดยการชั่งน้ำหนักจากเครื่องชั่ง อีกทั้งยังสามารถเก็บ และส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย ดังแสดงในรูปที่ 1



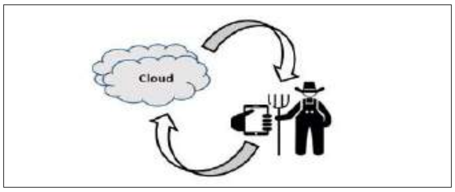
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการสร้างนวัตกรรมเครื่องวัดปริมาณน้ำนม

2.1.2 การทดสอบและพัฒนาระบบ

ในกระบวนการทดสอบจำเป็นต้องพัฒนาอุปกรณ์หลายชิ้นเพื่อทดสอบในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน และทำการปรับแก้ไขให้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพตามต้องการ ในการทดลองและวัดผลครั้งนี้ได้ทำการทดสอบและทดลอง ณ.ฟาร์มโคนม คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ

2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

[5] [6] ปริมาณน้ำนมถือเป็นรายได้หลักของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ดังนั้น เกษตรกรต้องมีต้นทุนการผลิตน้ำนมต่อกิโลกรัมที่ต่ำที่สุด จึงจะได้กำไรจากการเลี้ยงโคนมมากที่สุด ปัจจุบันเกษตรกรที่ทำฟาร์มโคนมขนาดเล็กและขนาดกลางไม่ให้ความสำคัญกับการชั่งน้ำหนักของน้ำนมที่รีดได้จากโคแต่ละตัว เนื่องจากส่งผลให้การทำงานล่าช้า ดังนั้น การเก็บข้อมูลด้วยสิ่งที่ง่าย ใช้งานแบบจ่ายตามการใช้จริง มีราคาถูก หรือฟรี และมีความยืดหยุ่น รองรับการขยายตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้บริการระยะสั้นๆ รวมถึงหมดปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายแฝงอื่น ๆ ที่อาจตามมา จึงไม่มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2



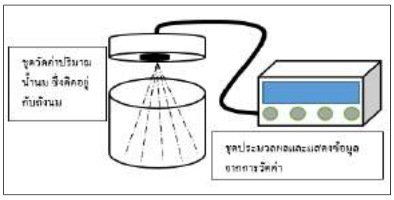
รูปที่ 2 การนำเอาเทคโนโลยีเพื่อช่วยสำหรับจัดเก็บข้อมูล

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการบันทึกผลผลิตน้ำนมที่แม่โคแต่ละตัวผลิตได้ อาจเป็นแนวทางในการลดความยุ่งยากดังกล่าว และสามารถใช้ข้อมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของฟาร์มต่อไป

2.2 การเชื่อมต่อและสื่อสารของอุปกรณ์

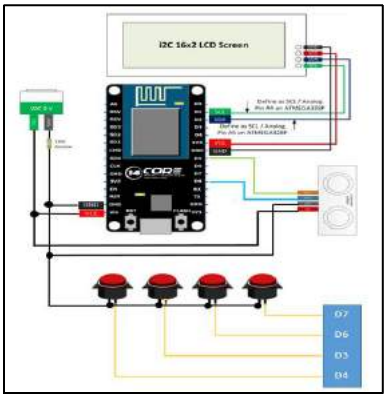
[7] การทดสอบการเชื่อมต่อและสื่อสารของอุปกรณ์ คณะผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Sketch ของ Arduino (Arduino IDE) สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด NodeMCU หรือ ESP8266 เขียนด้วยภาษา C ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ Open Source ทำให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย สำหรับ NodeMCU/ESP8266 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ที่มีจำนวนขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตมากพอสำหรับงานวิจัยนี้ และสามารถต่อกับเซนเซอร์ได้ทั้งแบบดิจิตอล และแอนะล็อก

2.2.1 การเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ สำหรับภาคส่งข้อมูล ภาคส่งข้อมูลนั้นประกอบด้วยหน่วยประมวลผลหลัก NodeMCU เป็นหัวใจหลักในการประมวลผลทั้งรับอินพุตจากเซนเซอร์ ประเภทเซนเซอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ เซนเซอร์เสียงซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนความถี่เสียงให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า ได้แก่ อัลตราโซนิคเซนเซอร์ ทำหน้าที่คล้ายกับไมโครโฟน แต่จะรับเฉพาะความถี่ที่สูงประมาณ 38-40 กิโลเฮิทซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3



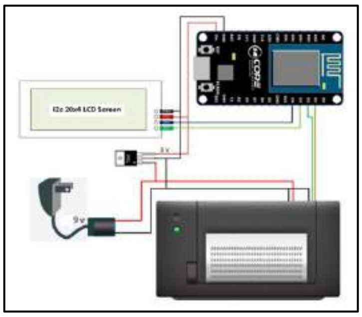
รูปที่ 3 การเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ สำหรับภาคส่งข้อมูล

ซึ่งเป็นตัวส่งสัญญาณในการวัดระดับปริมาณของน้ำนม และยังมีปุ่มกดเพื่อสำหรับเลือกค่าต่าง ๆในระบบ ในส่วนของเอาต์พุตได้ใช้จอแสดงผล lcd ขนาด 16 x 2 เพื่อแสดงข้อมูล ชื่อ วัน เวลา และน้ำหนักนมของโคนมแต่ละตัว อุปกรณ์ในส่วนนี้จะติดอยู่กับถังนม มีสถาปัตยกรรมในการออกแบบวงจรดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมในการออกแบบวงจรสำหรับภาคส่งข้อมูล

2.2.2 การเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ สำหรับภาครับข้อมูล ภาครับข้อมูลนั้นประกอบด้วยหน่วยประมวลผลหลัก NodeMCU เป็นหัวใจหลักในการประมวลผล ซึ่งไม่มีอินพุตจากอุปกรณ์ใด ๆ ในส่วนของเอาต์พุตได้ใช้จอแสดงผล lcd ขนาด 16 x 2 เพื่อแสดงข้อมูล ชื่อ วัน เวลา และน้ำหนักนม ของโคนมแต่ละตัว และมีเครื่องปริ้นแบบความร้อน เพื่อบันทึกข้อมูลเก็บไว้ตรวจสอบภายหลังดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมในการออกแบบวงจรสำหรับภาครับข้อมูล

2.3 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบเริ่มต้นที่ ผู้ใช้งานกดเลือกชื่อแม่โคนมให้ตรงกับในระบบที่ตั้งไว้ จากนั้นกดปุ่มเพื่อยืนยันชื่อแม่โคนม จากนั้นระบบจะตรวจสอบปริมาณนมในถังก่อนเพื่อทำการรีเซตค่าเริ่มต้น ของการวัดปริมาณ เมื่อระบบตรวจสอบเสร็จให้กดปุ่มยืนยันอีกครั้ง จากนั้นรอจนกว่ากระบวนการรีดนมเสร็จ จากนั้นกดปุ่มส่งข้อมูลและกดยืนยันอีกครั้งเพื่อให้ปริ้นค่าจากระบบมาเก็บ เมื่อได้ทำการส่งข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะไปถูกจัดเก็บที่ระบบคลาวด์ที่สร้างไว้ เมื่อกดปุ่มส่งค่าให้ปริ้นข้อมูลในส่วนของภาครับ จะนำเอาข้อมูลจากระบบคลาวด์ที่บันทึกไว้แล้วจะปริ้นข้อมูลทันที จะทำกระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ ในทุก ๆ รอบในการตรวจวัดปริมาณน้ำนม

2.4 การบันทึกผลและเปรียบเทียบความถูกต้อง

การบันทึกผลและเปรียบเทียบความถูกต้องนั้น ทางคณะผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบความแม่นยำของเครื่องมือ ด้วยทำการทดสอบทั้งหมด 20 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะใช้แม่โคนม 5 ตัว (ด้วยเครื่องมือที่มีจำกัด) โดยที่แบ่งเป็นช่วงเวลาของการรีดนมโคจะมี 2 ช่วงเวลาดังนี้ คือช่วงเช้า จะใช้เวลา 8.00-9.00 น. และช่วงเย็นจะใช้เวลา 16.00-17.00 น. โดยข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกด้วยโปรแกรมและการตรวจชั่งจริง เพื่อนำมาเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างของค่าน้ำหนักที่วัดได้จากการชั่ง กับค่าวัดที่ได้จากเครื่องมือที่ทำขึ้นมา ดังแสดงในตารางที่ 1 และแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การบันทึกผลและเปรียบเทียบความถูกต้องของช่วงเช้า

ครั้งที่	ค่าวัดน้ำหนักน้ำนมจริง	ค่าวัดที่ได้จากเครื่องมือ	ค่าความถูกต้อง
1-5	162.9 กิโลกรัม	158.9 กิโลกรัม	97.54 %
6-10	160.7 กิโลกรัม	157.9 กิโลกรัม	98.25 %
11-15	146.2 กิโลกรัม	143.9 กิโลกรัม	98.42 %
16-20	155.1 กิโลกรัม	154 กิโลกรัม	99.29 %

ในช่วงเช้าที่การเก็บผลผลิตของแม่โคนม ขอการทดสอบใช้เวลาราชการปกติ ซึ่งจะต่างจากฟาร์มทั่ว ๆ ไป ที่ในช่วงเช้าจะเก็บผลผลิตในเวลา 05.00 - 6.00 น. เช่นเดียวกับช่วงเย็น ซึ่งฟาร์มทั่ว ๆ ไปจะเก็บผลผลิตในเวลา 16.30-18.00 น.

ตารางที่ 2 การบันทึกผลและเปรียบเทียบความถูกต้องของช่วงเย็น

ครั้งที่	ค่าวัดน้ำหนักน้ำนมจริง	ค่าวัดที่ได้จากเครื่องมือ	ค่าความถูกต้อง
1-5	138.0 กิโลกรัม	137.6 กิโลกรัม	99.71 %
6-10	135.7 กิโลกรัม	130.9 กิโลกรัม	96.46 %
11-15	143.2 กิโลกรัม	140.0 กิโลกรัม	97.76 %
16-20	150.5 กิโลกรัม	147.8 กิโลกรัม	98.20 %

3. สรุปผล

การทดสอบอุปกรณ์เครื่องวัดน้ำหนักน้ำนมโคที่ฟาร์มโคนม คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยราชมงคลตะวันออก วิทยาเขต บางพระ โดยทำการทดสอบการวัดปริมาณน้ำนมในช่วงเช้า และช่วงเย็น โดยแต่ละช่วงที่ทำการทดสอบใช้โคนมจำนวน 5 ตัว และทำการทดสอบทั้งหมด 20 ครั้ง เทียบผลจากการชั่งน้ำหนักจริง เพื่อนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจากผลการทดสอบการวัดปริมาณน้ำนมจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับการวัดปริมาณน้ำนมที่วัดได้จริง ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นความถูกต้องเฉลี่ยของทั้งสองช่วงเวลานั้นอยู่ที่มากกว่า 98 เปอร์เซ็น ซึ่งสามารถบอกได้ว่าอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำนมนี้สามารถที่จะใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรสามารถที่ทราบถึงปริมาณน้ำนมของแม่โคแต่ละตัว เพื่อนำข้ามูลเหล่านี้ไปปรับอาหารอย่างเหมาะสม รวมถึงสามารถประมาณการเรื่องต้นทุนค่าอาหารของแม่โคนมแต่ละตัว ซึงสามารถนำไปสู่การยกระดับการเป็นฟาร์มอัจฉริยะ

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก และขอบคุณฟาร์มโคนมคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดสอบเครื่องมือ และให้ข้อมูลต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิชิต เกตุพงษ์พันธุ์ อาจารย์สุรางคนา สุขเลิศ อาจารย์สพ.ญ. เอมอร โอฬารรัตน์มณี และอาจารย์โฉชา บูรมปรมากุล ที่ปรึกษาให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบงานวิจัย

ขอขอบคุณคณะผู้วิจัย ทุกคนที่ได้ให้ข้อคิดและแนวทางในการพัฒนางานวิจัย ทำให้สำเร็จออกมาได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธัชฎาพร ไชยคุณ, ศุภณิดา สุระวงศ์, ศุกลรัตน์ บุญยยาตรา และ วิทยา สุริยาสถาพร. 2548. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการในแม่โครีดนมหลังคลอดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน.เชียงใหม่สัตวแพทย์สาร 3:31-42

[2] นรภัทร อ่อนคลาย และยอด วิริยะเสนา. 2556. การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในจังหวัดชลบุรี. เอกสารทางวิชาการ. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชลบุรี. 52 น

[3] นวภัทรา หนูนาคและทวีพล ซื่อสัตย. 2555. การวัดและเครื่องมือวัดประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.

[4] วิโรจน์ ภัทรจินดา.2541. อาหารและการจัดการฟาร์มโคนมเบื้องต้น.ภาควิชาสัตวศาสตร์,คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 52 น.

[5] สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย. 2559. การผลิตน้ำนมโคคุณภาพดี ปี 2559 ความเข้มแข็งเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพนมและระบบเฝ้าระวังประเทศไทย.

[6] สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย. 2551.กลยุทธ์การเพิ่มผลผลิตน้ำนมโคคุณภาพดีโดยการจัดการฝูงโคนม. การประชุมวิชาการสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 9

[7] อดิสร เตือนตรานนท์. 2557. อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง. กรุงเทพธุรกิจ (เทคโนโลยีปริทรรศน์). ฉบับวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2557, หน้า 9.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมพีไอดี

Development Model of Automated Storage and Retrieval System with PID Controller

เวียงชัย คาระมาตย์[1] จันทิมา ทุมมะลา[1] และนรรัตน์ วัฒนมงคล[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 E-mail: norrarat@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการจัดการคลังเก็บสินค้าของโรงงานในปัจจุบันได้เริ่มพัฒนาการนำระบบอัตโนมัติมาใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อลดแรงงานคน และเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งทางโลจิสติกส์ งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller) เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้สามารถเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้แม่นยำขึ้นและใช้เวลาในการทำงานลดลง การควบคุมการทำงานของโรบอทจะใช้มอเตอร์ 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะเคลื่อนที่ในแต่ละตำแหน่งของแกน 3 มิติ ชุดมอเตอร์จะควบคุมด้วยคอนโทรลเลอร์ชนิด NI myRIO-1900 และใช้โปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) ทำหน้าที่สั่งงานมอเตอร์ของโรบอทให้ทำงาน ผู้ใช้จะทำหน้าที่สั่งงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมอัตโนมัติซึ่งแสดงผลแบบเวลาจริง อย่างไรก็ตาม หากระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้องจนโรบอทต้องหยุดการทำงานชั่วคราว โรบอทสามารถจดจำตำแหน่งล่าสุดและโรบอทสามารถกลับมาเริ่มทำงานต่อจากตำแหน่งปัจจุบันได้ทันที จากผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ใช้ตัวควบคุมพีไอดี พบว่า เปอร์เซนต์โอเวอร์ชูตของระบบลดลงประมาณ 15% และโรบอทใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการลดลงประมาณ 0.2 วินาที

คำสำคัญ: โรบอท, ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ, โปรแกรมแลปวิว, ระบบควบคุมแบบพีไอดี

Abstract

The inventory management system of company in the present has been continuously developed to reduce worker costs and increase logistics efficiency. This research presents the development model of automated storage and retrieval system (ASRS) with PID Controller to control the motor moving to the desired position more precisely and reduce the operation time. Robotic control uses three motors, each of which moves in each of the three axis positions. The motor is controlled by the controller namely, NI myRIO-1900 and using program LabVIEW to control the movement of motor. User will perform the task automatically with the program, which is displayed in the real time. If the power supply failures until the robot stopped working, the robots can remember the latest position and can resume from the current position immediately. From the results were compared with the non-PID control systems, the maximum percent overshoot is reduced about 15% and the operation time (setting time) of robots is reduced about 0.2 seconds.

Keywords: Robot, autonomous control system, LabVIEW, PID Controller

1. บทนำ

จากการศึกษาพบว่าในประเทศไทยมีบริษัทประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการขนส่งทางโลจิสติกส์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น [1] โรงงานเหล่านี้จะประกอบธุรกิจเกี่ยวกับขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าเพื่อส่งสินค้าไปยังสถานที่ต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยทั่วไปจึงต้องมีคลังเก็บสินค้าเป็นของตนเองเพื่อจัดเก็บสินค้าที่รอการส่งออก สินค้าแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันหลากหลาย รวมถึงลูกค้าที่มาใช้บริการก็อาจจมีจำนวนมาก ซึ่งระบบการจัดการคลังสินค้าหลายแห่งในปัจจุบันยังใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก ถึงแม้ว่าจะมีการรถยก (Folk life) ก็อาจมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการใช้งานหรือบางแห่งชั้นวางของมีความสูงมากเกินกว่าที่รถยกจะทำงานได้ หากโรงงานมีคลังสินค้าขนาดใหญ่จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันหลายๆ โรงงานจึงได้มีแนวคิดและเริ่มมีการใช้งานระบบจัดเก็บสินค้าโดยใช้พนักงานเพียงไม่กี่คนเท่านั้น และมีบางแห่งอาจจะไม่จำเป็นที่ต้องใช้คนงานในการจัดระบบคลังสินค้า โดยมีเพียงเครื่องจักรทำงานเท่านั้น [2] ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับอันตราย เช่น อุบัติเหตุจากการควบคุมรถยก อุบัติเหตุจากการตกจากที่สูง และอุบัติเหตุจากการร่วงหล่นของสินค้า อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการจัดการคลังสินค้าแบบอัตโนมัติมักจะนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง ถึงแม้ว่าในระยะยาวจะคุ้มค่าต่อการลงทุน

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมพีไอดีเพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้จริง โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ Nation Instrument รุ่น myRIO-1900 ในการควบคุมมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนโรบอทให้ไปตามตำแหน่งที่ระบุให้มีการหยิบหรือวางสินค้า ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง ในการพัฒนาจะใช้โปแกรม LabVIEW ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของระบบ โดยมีหน้าจอควบคุมการทำงานและแสดงผลการทำงานของตัวโรบอทแบบเวลาจริงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

2. ระบบที่นำเสนอ

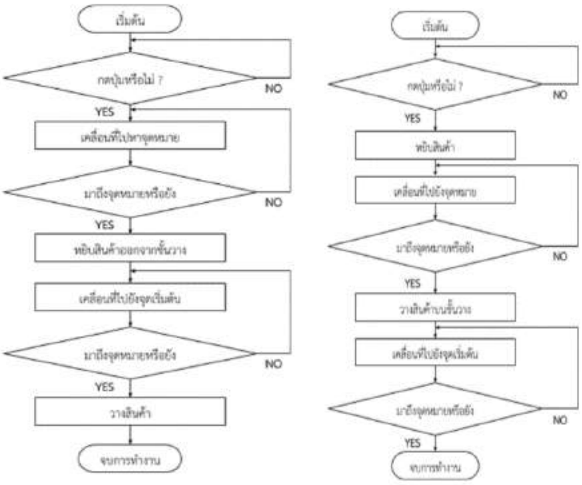
2.1 วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้สร้างแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นชั้นวางสินค้า (Shelf) และส่วนที่เป็นโรบอทสำหรับการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้า วัสดุที่นำมาใช้สร้างแบบจำลองชั้นวางสินค้าจะใช้ฟิวเจอร์บอร์ดที่หาได้ตามร้านค้าทั่วไป ชั้นวางสินค้ามีขนาดคือ 60×13×50 ซม. มีความสูง 3 ชั้น แต่ละชั้นแบ่งเป็น 5 ช่อง รวมทั้งหมด 15 ช่อง โดยช่องวางสินค้าแต่ละช่องจะมีขนาด 8.5×6×8.5 ลบ.ซม. ระยะการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนของโรบอทที่เป็นแบบ 3 มิติคือ 90, 25 และ 50 ซม. ตามแนวแกน X, Y และ Z ตามลำดับ โดยใช้มอเตอร์ที่ยึดติดกับสายพานเคลื่อนที่จำนวน 3 ตัว ชนิด DC motor ควบคุมคุมด้วยสัญญาณพัลส์ (PWM) ส่วนแขนกลที่ใช้สำหรับหยิบหรือวางสินค้า (Gripper) จะออกแบบเป็นลักษณะมือหนีบเพื่อหยิบสินค้าออกมาและขาสไลด์เพื่อวางสินค้าเข้าไปยังช่องวางสินค้าให้พอดีโดยไม่ทำให้สินค้าตกหล่นเสียหายโดยสร้างจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติเพื่อให้ได้รูปแบบและขนาดตามที่ต้องการ และใช้ท่อพีวีซีขนาด ¼ นิ้ว สำหรับทำเป็นรางเลื่อนตัวโรบอทในแนวแกน X

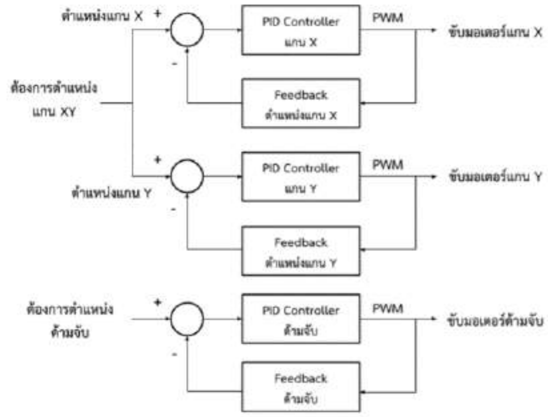
รูปที่ 1 แบบจำลองระบบที่นำเสนอและ NI myRIO 1900

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

การสร้างแบบจำลองการจัดเก็บคลังสินค้าแบบอัตโนมัติจะเริ่มจากการออกแบบการทำงานของระบบก่อนซึ่งจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ การนำสินค้าเข้าไปเก็บบนชั้นวางสินค้า และการนำเอาสินค้าออกมาจากชั้นวางสินค้า นอกจากนี้การควบคุมมอเตอร์จะใช้วิธีการควบคุมด้วย Proportional-Integral-Derivative (PID) แบบลูปปิด [3] และใช้ Encoder Sensor [4] สำหรับป้อนค่าความผิดพลาดกลับไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 (ซ้าย) การนำสินค้าเข้าไปเก็บบนชั้นวางสินค้า และ (ขวา) การนำเอาสินค้าออกมาจากชั้นวางสินค้า



รูปที่ 3 ระบบควบคุม PID แบบลูปปิดของแกน X, Y และ Z

ในการออกแบบหน้าต่างควบคุมจะใช้โปรแกรม LabVIEW ในการเขียนโดยจะเขียนอยู่ 2 ส่วนคือ หน้าต่าง GUI บนคอมพิวเตอร์ กับส่วนที่ใช้ในความคุมฮาร์ดแวร์โดยจะโปรแกรมไว้ใน NI myRIO 1900 ในการกำหนดค่าตำแหน่งต่างๆ จะใช้โปรแกรมอีกตัวที่เขียนขึ้นมาเพื่ออ่านค่าจาก Encoder sensor อย่างเดียว เพราะค่าที่อ่านได้คือค่าอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ ของชั้นวางสินค้า โดยทดลองปรับมอเตอร์ไปตำแหน่งต่างๆ ของชั้นวางสินค้า จากนั้นก็เอาค่าที่อ่านได้มาเป็นตำแหน่งอ้างอิง

หากมีชั้นวางที่ขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงต้องทำการปรับตำแหน่งอ้างอิงของชั้นวางใหม่ทั้งหมดเพื่อให้โรบอททราบขอบเขตในการเคลื่อนที่

การแก้ปัญหาความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของโรบอทจะใช้ตัวควบคุมพีไอดีเพื่อต้องการลดค่าเวลาในการการเคลื่อนที่ (setting time) โอเวอร์ชูตสูงสุด (Maximum overshoot) และค่าความผิดพลาดเมื่อเข้าสู่สถานะคงตัว (Steady-stage error) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้กล่าวมานี้จะเป็นพารามิเตอร์ในการปรับค่าอัตราขยายต่างๆ ของตัวควบคุมพีไอดีเพื่อให้สามารถควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function, $G(s)$) ของตัวควบคุมพีไอดีแสดงได้ดังสมการ (1)

$$G(s) = K_P + K_I \frac{1}{s} + K_D s \qquad (1)$$

โดยที่ K_P ทำหน้าที่ควบคุมค่าความผิดพลาด ณ เวลาปัจจุบัน

K_I ทำหน้าที่ควบคุมการสะสมของค่าความผิดพลาด

K_D ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด และ s คือตัวดำเนินการในโดเมน s

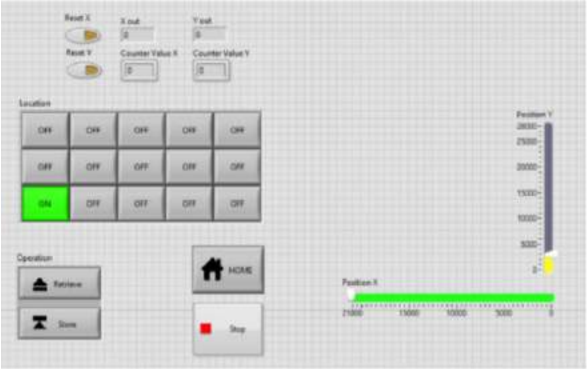
ความสัมพันธ์ของตัวควบคุมพีไอดีกับ setting time, maximum overshoot และ steady-stage error พิจารณาได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของค่าอัตราขยาย K_P, K_I และ K_D

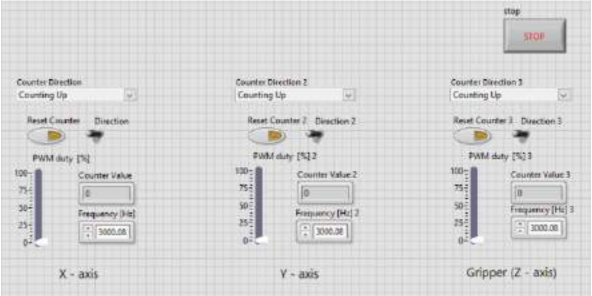
อัตราขยาย (เพิ่มขึ้น)	Maximum overshoot	Setting time	Steady-stage error
K_P	เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนน้อยมาก	ลดลง
K_I	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง (จนไม่มี)
K_D	ลดลง	ลดลง	เปลี่ยนน้อยมาก

สำหรับส่วนของหน้าต่างควบคุมเปิดใช้งานได้จากโปรแกรม LabVIEW ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่งของชั้นวางสินค้าทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4 มีปุ่มสำหรับเรียกใช้งานได้จำนวน 4 ปุ่ม คือปุ่มสำหรับนำสินค้าเข้าไปเก็บบนชั้นวาง (Store) ปุ่มสำหรับนำสินค้าออกจากชั้นวาง (Retrieval) ปุ่มสำหรับการรีเซ็ตค่าโรบอทให้เป็นตำแหน่งเริ่มต้น (HOME) และปุ่มสำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด (Stop) นอกจากนี้ยังแสดงตำแหน่งปัจจุบันของโรบอทจากแถบเลื่อนด้านขวามือด้านซ้ายมือจะแสดงถึงระยะในแกน แกน X และ Y ดังรูปที่ 4

ในการออกแบบหน้าต่างควบคุมจะใช้โปรแกรม LabVIEW ในการเขียนโดยจะเขียนอยู่ 2 ส่วนคือ หน้าต่าง GUI บนคอมพิวเตอร์ กับส่วนที่ใช้ในความคุมฮาร์ดแวร์โดยจะโปรแกรมไว้ใน NI myRIO 1900 ในการกำหนดค่าตำแหน่งต่าง ๆ จะใช้โปรแกรมอีกตัวเพื่ออ่านค่าจาก Encoder sensor อย่างเดียว จากนั้นก็เอาค่าที่อ่านได้มาเป็นตำแหน่งอ้างอิงในการที่จะให้โรบอทรู้ว่าจะเคลื่อนที่ไปตำแหน่งไหนบนชั้นวางสินค้าซึ่งแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 หน้าต่างควบคุมการทำงานของระบบ



รูปที่ 5 หน้าต่างสำหรับการกำหนดค่าตำแหน่งต่าง ๆ บนชั้นวางสินค้า

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากที่สร้างแบบจำลองการจัดเก็บคลังสินค้าอัตโนมัติเสร็จแล้ว จะได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมโรบอท โดยขั้นตอนแรกคือการกำหนดตำแหน่งของชั้นวางสินค้าโดยใช้โปรแกรมสำหรับอ่านค่า Encoder Sensor เมื่อได้ตำแหน่งมาครบแล้วก็เอาค่าตำแหน่งต่าง ๆ ไปใส่ไว้ในโปรแกรมหลักเพื่อให้โรบอทรู้ว่าจะต้องเคลื่อนที่ไประยะเท่าใด นอกจากนี้ในการแสดงผลการทำงานของโรบอทแบบเวลาจริงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการกดปุ่มสั่งให้โรบอททำงาน โรบอทจะสามารถเริ่มทำงานได้ตามคำสั่งโดยจะเคลื่อนที่ไปตามช่องวางสินค้าในตำแหน่งต่าง ๆ ของแบบจำลองทั้งในแกน X และ Y และยังสามารถแสดงค่าตำแหน่งปัจจุบันของโรบอทผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ ทั้งนี้ระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกนต่าง ๆ จะเกิดความผิดพลาดขึ้นเสมอ เนื่องจากการออกแบบทางกลของมอเตอร์ที่ยังไม่สมบูรณ์ รวมถึงเวลาในการเคลื่อนที่ไปยังแต่ละตำแหน่งก็ช้าด้วย

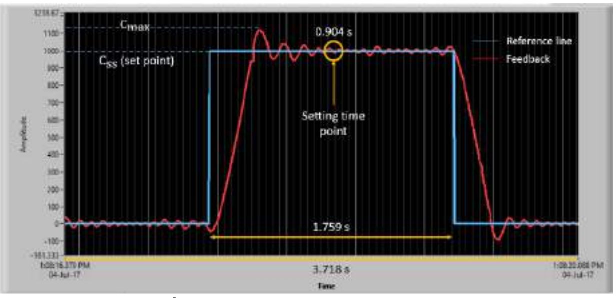
ในการทดสอบจากโปรแกรม LabVIEW จะได้กราฟการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมโรบอทโดยพิจารณาจากรูปที่ 6 แสดงให้

เห็นว่าค่าป้อนกลับจากมอเตอร์จะมีค่าที่ผิดพลาดไปจากค่าอ้างอิง (set point) และแกว่งไปมาอยู่บริเวณค่าอ้างอิงในช่วงเข้าสู่สถานะคงตัว หลังจากการปรับค่าอัตราขยายพีไอดีแล้ว ค่าป้อนกลับมอเตอร์จะมีการลู่เข้าสู่ค่าอ้างอิงและไม่เกิดการแกว่งตัวของค่าป้อนกลับในช่วงเข้าสู่สถานะคงตัวในที่สุด เราสามารถคำหาค่า Maximum percent overshoot (MP) [5] ได้จากสมการ (2)

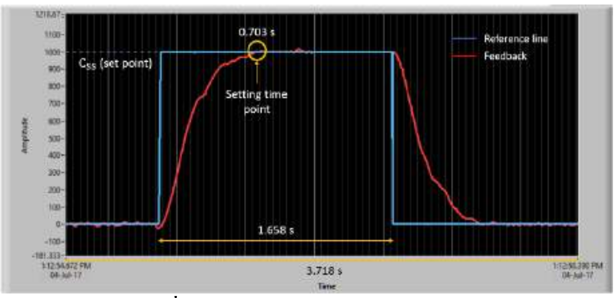
$$\text{MP} = \frac{c(t_p) - c(\infty)}{c(\infty)} \times 100\% \qquad (2)$$

เมื่อ $c(t_p)$ คือค่าแอมพลิจูดสูงสุด และ $c(\infty)$ คือค่าแอมพลิจูดอ้างอิง

จากรูปที่ 6 ค่าแอมพลิจูดอ้างอิงเท่ากับ 1,000 ที่วัดได้จาก Encoder sensor มีหน่วยเป็นพัลส์ ค่าโอเวอร์ชูตสูงสุดหรือค่าแอมพลิจูดสูงสุดคือ 1,150 พัลส์ เมื่อนำค่าทั้งสองนี้ไปแทนในสมการ (2) จะสามารถหาค่า MP ได้เท่ากับ 15% จากนั้นได้ทำการปรับค่าอัตราขยายพีไอดีดังตารางที่ 2 เพื่อต้องการลดค่า MPO ให้ได้มากที่สุด ซึ่งสภาวะของระบบที่ดีที่สุดคือเมื่อ $K_P = 0.5, K_I = 0$ และ $K_d = 0.003$ จากรูปที่ 7 จะพบว่าค่าโอเวอร์ชูตสูงสุดเท่ากับ 1,002 พัลส์ จะส่งผลให้ค่า MPO ลดลงเหลือเพียง 0.2% เวลาลู่เข้าสู่ setting time ได้เร็วขึ้นจากเดิมคือ 0.904 วินาที เป็น 0.703 วินาที และ steady-stage error มีค่าเท่ากับ 0.2%



รูปที่ 6 ก่อนการปรับค่าอัตราขยายพีไอดี



รูปที่ 7 หลังการปรับค่าอัตราขยายพีไอดี

ตารางที่ 2 ผลการทดลองปรับค่าอัตราขยายพีไอดี

ค่าอัตราขยาย (K_P, K_I, K_D)	Maximum overshoot (%)	Setting time (s)	Steady stage error (%)
$K_p = 0.5$, $K_i = 0$, $K_d = 0.003$	0.2	0.703	0.2
$K_p = 0.5$, $K_i = 0.001$, $K_d = 0.003$	5	1.02	0.05
$K_p = 0.5$, $K_i = 0.01$, $K_d = 0.01$	10	1.312	0.01

4. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller) เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้สามารถเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้แม่นยำขึ้นและใช้เวลาในการทำงานลดลงโดยใช้มอเตอร์ 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะเคลื่อนที่ในแต่ละตำแหน่งของแกน 3 มิติ ชุดมอเตอร์จะควบคุมด้วยคอนโทรลเลอร์ NI myRIO-1900 และใช้โปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) ทำหน้าที่สั่งงานมอเตอร์ของโรบอทให้ทำงาน จากผลการทดสอบพบว่า เปอร์เซนต์โอเวอร์ชูตของระบบลดลงประมาณ 15% และโรบอทใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการลดลงประมาณ 0.2 วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ใช้ตัวควบคุมพีไอดี

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] ธุรกิจโลจิสติกส์สดใสรับดิจิทัลบูม, สืบค้นวันที่ 12 ก.พ. 2561, https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1497430736

[2] SCGL Warehouse & Transportation, สืบค้นวันที่ 12 ก.พ. 2561, https://www.scglogistics.co.th/network/index/3

[3] A. Kiam Heong, G. Chong, and L. Yun, “PID control system analysis, design, and technology,” IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 13, pp. 559-576, 2005.

[4] Rotary encoder, https://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder

[5] Katsuhiko Ogata, Modern Control Engineering, 3rd ed., Prentice Hall, 1997, pp. 150-152.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การควบคุมเครื่องส่องไฟแอลอีดีสำหรับรักษาภาวะทารกตัวเหลืองด้วยระบบสื่อสารระหว่างสรรพสิ่ง

LED Phototherapy Control for Neonatal Hyperbilirubinemia with IoT System

ประภาศรี เบญจศิริลักษณ์[1] ภูเบศวร์ พอดี[2] ณัทกร เกษมสำราญ[2] ปราการ ทัตติยกุล[3] เชาวน์วัฒน์ เอื้อเฟื้อ[4] และนรรัตน์ วัฒนมงคล[2]
[1]ภาควิชาการพยาบาลมารดา ทารก และการผดุงครรภ์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[3]สาขากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[4]สำนักงานจัดการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 E-mail: norrarat@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การรักษาภาวะทารกตัวเหลือง (Neonatal hyperbilirubinemia) ด้วยวิธีการส่องไฟ (Phototherapy) มักเป็นวิธีที่แพทย์นิยมนำมาใช้ในการรักษา เนื่องจากมีความเสี่ยงน้อยและให้ผลการรักษาที่ดี ซึ่งแสงจากเครื่องส่องไฟจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Isomerization) ของสารเหลืองหรือบิลิรูบิน (Bilirubin) มีปริมาณสูงในระบบหลอดเลือดใต้ผิวหนังให้สามารถละลายน้ำและขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระ เนื่องจากตับและม้ามของทารกแรกเกิดยังทำหน้าที่กำจัดสารสีเหลืองนี้ได้ไม่เต็มที่ แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่นำมาใช้ในรักษามีช่วงความยาวคลื่นจำเพาะในช่วง 450-460 นาโนเมตร และมีความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม (Spectrum irradiance) มากกว่า 30 μW/cm^2/nm ที่ระยะห่างระหว่างเครื่องส่องไฟและเด็กทารกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร เครื่องส่องไฟแอลอีดีที่มักนำมาใช้งานในปัจจุบันสามารถปรับระดับความเข้มแสงได้เพียง 2 ระดับเท่านั้น แต่เนื่องจากอาการตัวเหลืองของทารกแต่ละรายมีความรุนแรงที่แตกต่างกัน แพทย์จึงไม่สามารถใช้เครื่องส่องไฟในการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาชุดควบคุมเครื่องส่องไฟแอลอีดีที่ใช้สำหรับรักษาภาวะทารกตัวเหลืองด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสื่อสารระหว่างสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) เพื่อให้แพทย์ผู้ทำการรักษาสามารถปรับระดับความเข้มแสงของเครื่องส่องไฟได้อย่างอิสระด้วยสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านระบบสมองกลฝังตัวและการเชื่อมต่อสัญญาณแบบไร้สายไปยังระบบเน็ตพาย (NETPIE) จึงสามารถแสดงและบันทึกค่าการทำงานของที่สำคัญต่างๆ ได้ เช่น ค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม เป็นต้น

คำสำคัญ: ภาวะตัวเหลือง, วิธีการส่องไฟ, ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ, ระบบสื่อสารระหว่างสรรพสิ่ง

Abstract

Treatment of the neonatal hyperbilirubinemia by phototherapy is often the way that doctors used to treat because there is little risk and good results. The light from the lamp will accelerate the baby's body to eliminate the yellow substance or bilirubin in the blood which is higher than normal. Since, the liver and spleen of the baby cannot eliminate effectively bilirubin. The light for high-power LED for phototherapy requires the wave length about 450-460 nanometers and spectrum irradiance is higher than 30 μW/cm^2/nm when the distance between the lamp and baby about 30 cm. Currently, LED phototherapy can adjust the value of spectrum irradiance as two or three levels only. But each baby's jaundice has a different severity, therefore it is not possible to use a phototherapy device to treat jaundice effectively. In this paper, we present the LED phototherapy control for Neonatal Jaundice with the IoT (Internet of things) system. The doctor can control the spectrum irradiance independently using smartphone or PC through the embedded system and connects wireless signal with the NETPIE (Network Platform for Internet of Everything). It can be showed and recorded the important parameters of the LED phototherapy device while it is working.

Keywords: Neonatal hyperbilirubinemia, phototherapy, autonomous control system, internet of things system

1. บทนำ

จากการศึกษาพบว่าทารกแรกเกิดมักเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อย คือภาวะตัวเหลือง (Hyperbilirubinemia) ซึ่งอาการตัวเหลืองของทารกเกิดจากสารสีเหลืองที่เรียกว่า “บิลิรูบิน (Bilirubin)” ในเลือดสูงกว่า

ปกติ ปกติ มีสาเหตุมาจากการสลายตัวของเม็ดเลือดแดงของทารกที่หมดอายุ โดยปกติจะถูกทำลายที่ตับและม้าม ทำให้ปลอดปล่อยสารฮีโมโกบิน (Hemoglobin) และเมื่อผ่านกระบวนการ Heme oxygenase และ Biliverdin reductase (BVT) ทำได้สารเหลืองในที่สุด แต่เนื่องจากตับของทารกยังทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้การขับสารเหลืองออกจากร่างกายไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้คั่งค้างอยู่ในร่างกายมากขึ้นและจับตามผิวหนัง ทำให้มองเห็นผิวหนังทารกเป็นสีเหลือง ถ้าระดับบิลิรูบินสูงมากทำให้เด็กมีอาการทางสมองจากภาวะตัวเหลืองได้ (Kernicterus) และถ้าบิลิรูบินสูงเกิน 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ อาจมีผลต่อการได้ยินของเด็ก เหตุผลเหล่านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องให้ความสนใจและรักษาโรคภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดเพื่อลดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว จากการเก็บข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุขในช่วงปี 2555- 2558 [1-2] พบว่าทารกที่มีภาวะตัวเหลืองมีจำนวนมากถึง 25 – 50 % ซึ่งถือเป็นอันดับ 1 ของภาวะแทรกซ้อนของทารกหลังเกิดทั้งหมด ดังนั้นการดูแลทารกตัวเหลืองอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญในการลดภาวะแทรกซ้อนของโรค ลดอัตราการส่งต่อ ลดระยะเวลาในการรักษา และลดความวิตกกังวลของพ่อแม่และญาติลงได้

ในทางการแพทย์ จะใช้วิธีการรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดด้วยวิธีการส่องไฟ (Phototherapy) ซึ่งมีความเสี่ยงในการรักษาน้อยกว่าวิธีอื่นๆ และให้ผลการรักษาดี [3-4] เนื่องจากแสงไฟสามารถจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Isomerization) ของโมเลกุลของบิลิรูบินทำให้ Unconjugated bilirubin ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำไปเป็นสาร Conjugated bilirubin ที่ละลายน้ำได้ จึงสามารถขับถ่ายสารนี้ได้ทางปัสสาวะและทางอุจจาระได้ ในกรณีของทารกที่มีอายุครรภ์มากกว่า 35 สัปดาห์ให้พิจารณาตามอายุครรภ์และอายุหลังเกิดเป็นชั่วโมงตามหลักการรักษาตามเกณฑ์การส่องไฟและการเปลี่ยนถ่ายเลือดตามมาตรฐานสากล (AAP guideline)ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้แสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะในช่วง 450-460 นาโนเมตร เพราะสามารถทะลุชั้นผิวหนังของทารกได้ดี และต้องมีความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม (Spectral Irradiance) สูงกว่า 30 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างตัวโคมกับทารกประมาณ 30-50 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการรักษา แพทย์หรือพยาบาลสามารถเข้าทำหัตถการได้สะดวก

รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องส่องไฟแอลอีดีสำหรับรักษาภาวะทารกตัวเหลือง

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโคมไฟชื่อ Cerulean Mark 5s Smart Medical Edition ใช้สำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ลดโอกาสเสี่ยงจากอาการแทรกซ้อน และความพิการของทารกแรกที่เกิดภาวะตัวเหลืองได้ โดยระบบวงจงไฟฟ้า และสมองกลฝังตัวพร้อมชุดคำสั่งโปรแกรม สามารถจัดหาได้ในประเทศ ส่งผลให้ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อและบำรุงรักษา และให้ประสิทธิภาพในการรักษาใกล้เคียงกับเครื่องมือราคาสูง สำหรับโรงพยาบาลทุกระดับ โดยมีคุณภาพดีเทียบเท่าโคมไฟแบบแอลอีดีที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในโรงพยาบาล และจะมีส่วนเพิ่มเติมทางด้านชุดสำคัญโปรแกรมบนระบบสมองกลฝังตัวคือ ความสามารถเรียกดูค่าการทำงานของโคมไฟในส่วนของของความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม อุณหภูมิโคมไฟ และปฏิทินเวลา ผ่านหน้าจอแอลซีดีและทำการเชื่อมต่อสัญญาณไร้สายไปยังระบบ NETPIE จึงทำให้ควบคุมการทำงานผ่านสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

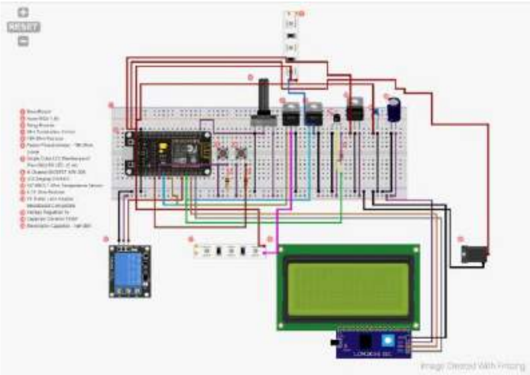
อุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องส่องไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ประกอบด้วยหลอดแอลอีดี 3 วัตต์ สีน้ำเงิน มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 450-460 นาโนเมตร จำนวน 12 หลอด และหลอดแสงสีขาว 4 หลอด สำหรับสลับเปิดในการทำหัตถการ รวมเป็น 16 หลอด สำหรับการใช้งานจะมี 2 ลักษณะคือ ขณะทำการรักษาจะใช้เฉพาะหลอดแสงสีน้ำเงิน และขณะที่บุคลากรทางการแพทย์เข้ามาตรวจหรือทำหัตถการจะใช้หลอดแสงสีขาวเพื่อให้เกิดความสบายต่อสายตาผู้ใช้งาน สำหรับเปลือกตัวเครื่องส่องไฟจะใช้วัสดุ PLA ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ใช้พัดลมระบายความร้อน 2 ตัว ร่วมกับฮีทซิงค์ บอร์ดควบคุมการทำงานของระบบจะใช้บอร์ด Arduino Uno/NANO และโมดูลเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย ESP8266/ESP32 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิรุ่น DS18B20 และจอแสดงผลแบบสัมผัส Nextion LCD

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เริ่มจากการออกแบบเปลือกเครื่องส่องไฟและการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเข้ากับตัวโคมโดยใช้โปแกรมแกรม Solidwork หลักการสำคัญของการออกแบบอุปกรณ์การแพทย์คือจะต้องไม่มีเหลี่ยมคมต่างๆ และโดยมากจะใช้วัสดุแข็งแรงทนทานและมีสีขาวเป็นหลัก แหล่งจ่ายไฟมาตรฐานของ IEC สามารถใช้งานง่าย เมื่อได้โครงของตัวเครื่องส่องไฟด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วจึงเริ่มทำการประกอบระบบสมองกลฝังตัวควบคุมการทำงานของเครื่องส่องไฟ พัดลมระบายความร้อน ติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีเข้ากับแผงวงจร และจอแสดงผลแอลซีดีแบบสัมผัสสามารถเลือกโหมดควบคุมการทำงานได้ 2 โหมดคือ การหมุนปุ่มที่ตัวเครื่องโดยตรง และโหมดการควบคุมจาก

สมาร์ทโฟนโดยการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 2 และ 3

รูปที่ 2 การออกแบบภายในและภายนอกตัวเครื่องส่องไฟแอลอีดี



รูปที่ 3 การออกแบบวงจรไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับระบบสมองกลฝังตัว

การโปรแกรมฟังก์ชันการทำงานย่อยของระบบในส่วนต่างๆ สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 4, 5 และ 6 โดยมีการระบุ Input/output ดังนี้

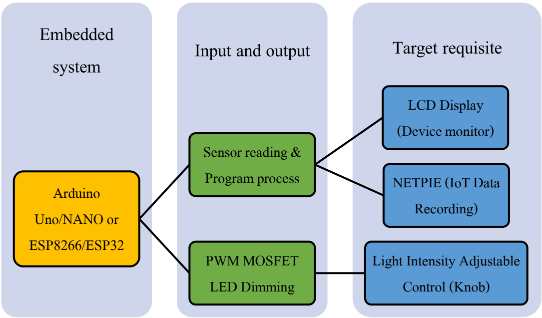
Digital signal input รับค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 เข้าสู่ชุดคำสั่งโปรแกรมภายในโค้ดเป็นชุดข้อมูลตัวเลขเก็บในตัวแปร โดยสามารถให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์ ทั้งหมดจะเกิดจากกระบวนการแจกแจงชุดข้อมูลระดับ 9 ถึง 12 บิต ผ่านการเชื่อมต่อแบบ One-Wire สำหรับ Analog signal input รับค่าสัญญาณแอนะล็อกจากตัวต้านทานปรับค่าได้ (Potentiometer) เข้าสู่ชุดคำสั่งโปรแกรมภายในโค้ดเป็นชุดข้อมูลตัวเลขในเชิงค่าแรงดันที่ได้จาก ADC (Analog to digital converter) แบบทศนิยม และค่าการเปลี่ยนแปลงสเต็ปบิตแบบจำนวนเต็ม แต่ในที่นี้จะเลือกใช้แบบการเปลี่ยนแปลงสเต็ปบิต เนื่องจากเป็นจำนวนเต็ม และลดภาระในการประมวลผล และยังสามารถใช้ฟังก์ชันเทียบเคียงค่า จาก 0 ถึง 1023 ขึ้น ไปเป็น 0 ถึง 255 โดยค่าที่อ่านได้จะนำไปใช้ควบคุมการทำงานของ PWM MOSFET ควบคุมเพิ่มลดความสว่างของหลอดแอลอีดี

Network Time Protocol (NTP) input รับค่าปฏิทินมาตรฐานจาก NTP server มาใช้ในการทำงานภายในโค้ดสำหรับการนับเวลาในเงื่อนไขของชุดคำสั่งโปรแกรม ตลอดจนการแสดงผลวันที่และเวลาบนหน้าจอแอลซีดีของโคมไฟ

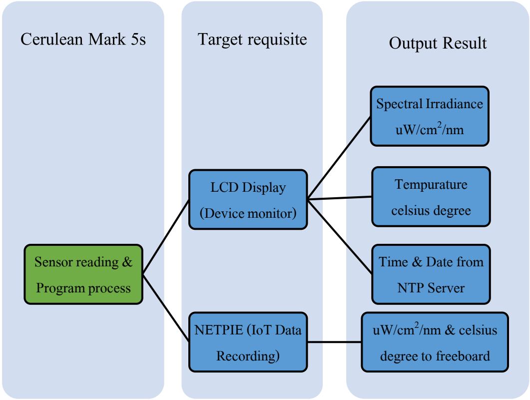
NETPIE I/O ใช้ระบบ IoT platform ของ NETPIE ทำให้สามารถเรียกดูค่าการทำงานของโคมไฟในส่วนของความเข้มเชิงสเปกตรัมที่ผ่านการทำฟังก์ชันจับคู่กับอุณหภูมิโคมไฟ บนเว็บไซต์ NETPIE.io ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตของชุดคำสั่งโปรแกรม และ NETPIE freeboard ที่สามารถเขียน GUI ที่ทำงานผ่านหน้าเบราเซอร์ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอินพุตของชุดคำสั่งโปรแกรม

PWM MOSFET output ส่งค่าที่ได้จากการประมวลผลภายในระบบสมองกลฝังตัวไปควบคุมการทำงานของหลอดแอลอีดีกำลังสูง ในการใช้ชุดคำสั่งโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ PWM และ Duty cycle ในการสั่ง ON-OFF MOSFET โดยผ่านฟังก์ชัน analogWrite(pin, value); ซึ่งในทางปฏิบัติฟังก์ชันนี้จะกำหนดความถี่ประมาณ 490 Hz และมี GPIO เฉพาะบางขาของบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวเท่านั้นที่จะสามารถสร้าง PWM ได้ โดยค่า Duty cycle ระหว่าง 0 ถึง 255 (always ON)

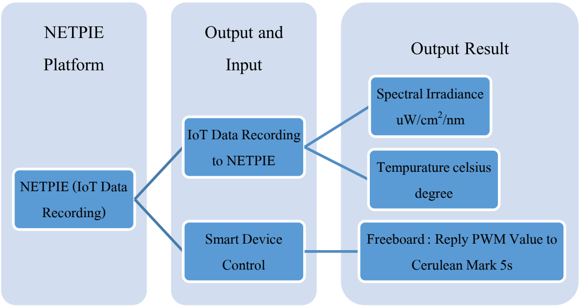
LCD Panel output ใช้แสดงผลค่าและสถานะต่าง ๆ ของโคมไฟบนหน้าจอแสดงผลแอลซีดีดยจะรับค่าจากภายในชุดคำสั่งโปรแกรม เช่น ค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมกับอุณหภูมิ แสดงออกผ่านทางฟังกชัน ซึ่งภายในเครื่องหมายอัญประกาศจะเป็นการแสดงตัวอักษรออกทางหน้าจอ และการเรียกค่าจากตัวแปรภายในชุดคำสั่งโปรแกรมออกมาแสดงค่าได้



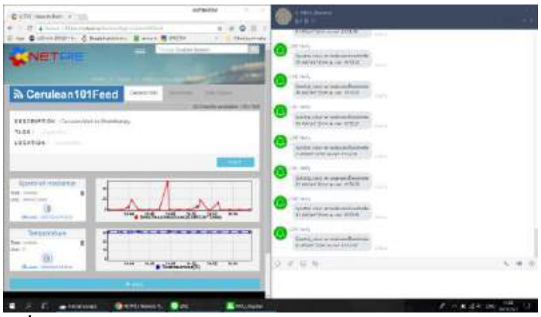
รูปที่ 4 ฟังก์ชันการทำงานของชุดคำสั่งโปรแกรมภายในเครื่องส่องไฟ



รูปที่ 5 ฟังก์ชันการทำงานย่อยของ Sensor reading & Program process



รูปที่ 6 ฟังก์ชันการทำงานย่อยของ NETPIE (IoT Data Recording)

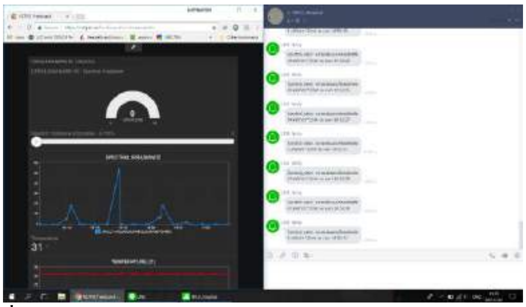


รูปที่ 9 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify และบันทึกค่าลง Datalogger

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากที่ได้ประกอบตัวเครื่องส่องไฟแอลอีดีเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการเลือกโหมดเชื่อมต่อเครื่องส่องไฟเข้ากับระบบ NETPIE โดยใช้คอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนเพื่อควบคุมความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม ดังรูปที่ 7 โดยจะต้องทำการล็อกอินเพื่อแสดงตัวตนก่อนได้รับอนุญาตให้ใช้งานระบบได้ การปรับค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมจะแสดงผลแบบทันทีผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่ตัวเครื่องและที่สมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 8 อีกทั้งยังมีการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify และบันทึกค่าลง Datalogger (ดังรูปที่ 9) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้กับแพทย์พยาบาลผู้ดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม การควบคุมความเข้มแสงด้วยระบบไร้สายยังคงต้องพึ่งพาคุณภาพของเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นหลัก ดังนั้นหากเครือข่ายไม่สามารถใช้งาน เราก็ยังสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องส่องไฟได้โดยตรงเช่นเดิม ต้องใช้การหมุนปุ่มที่ตัวเครื่องแทน

รูปที่ 7 การควบคุมความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมผ่านระบบ NETPIE โดยใช้คอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน



รูปที่ 8 ผลการควบคุมความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมผ่านระบบ NETPIE

4. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาชุดควบคุมเครื่องส่องไฟแอลอีดีที่ใช้สำหรับรักษาภาวะทารกตัวเหลืองด้วยการประยุกต์ใช้ระบบไอโอที (IoT) เพื่อให้แพทย์ผู้ทำการรักษาสามารถปรับระดับความเข้มแสงของเครื่องส่องไฟได้อย่างอิสระ โดยการควบคุมจากจากสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านระบบสมองกลฝังตัวและการเชื่อมต่อสัญญาณแบบไร้สายไปยังระบบเน็ตพาย (NETPIE) สามารถแสดงและบันทึกค่าการทำงานของโคมไฟที่สำคัญต่างๆ ได้ นอกจากนั้นแล้ว หากระบบเครือข่ายไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องส่องไฟได้ ผู้ใช้งานก็ยังคงสามารถควบคุมการปรับค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี และภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนงบประมาณในการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอิเล็กทรอนิกส์ของราชการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, http://www.oic.go.th/INFOCENTER17/1701/.

[2] อรุณี เจตศรีสุภาพ, "ภาวะตัวเหลืองในเด็กแรกเกิดและเด็กเล็ก (Neonatal hyperbilirubinemia / Neonatal jaundice)," สืบค้นเมื่อ 17 เมษายน 2561, จาก http://haamor.com/th/ภาวะตัวเหลืองในเด็ก/.

[3] Atkinson, L. R., Escobar, G. J., Takayama, J., and Newman, T. B., "Phototherapy use in jaundiced newborns in a large managed care organization: Do clinician adhere to the guidelines?," Pediatrics, 2003, pp. 555-561.

[4] เกรียงศักดิ์ จีระแพทย์ และ วีณา จีระแพทย์, "ประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟ-ศิริราชในการลดระดับบิลิรูบินในพลาสมา," วารสารกุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช, 2540, หน้า 284-290.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th *ECTI-CARD 2018, Phitsanulok, Thailand*

เครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

Elderly People Helping System via Mobile Network

นริศ ป้อมภา วุฒิชัย ใจบาล กฤษดา ยิ่งขยัน โชคมงคล นาดี และปุณยสิริ บุญเป็ง
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ 05-392-1444 ต่อ 2110
E-mail: princegoal014@gmail.com, bellkub2009@hotmail.com, krisdacm@hotmail.com, chokenad@hotmail.com and punyasiri@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาครอบครัว ที่ต้องไปทำงานนอกบ้านหรือไกลจากบ้านหลายครอบครัวที่ต้องทิ้งบ้านในตอนกลางวันเพื่อไปทำงานในตัวเมืองหรือไกลจากบ้าน และในครอบครัวที่มีผู้สูงวัยซึ่งมีหลายครอบครัวที่มีความกังวลกับผู้สูงวัยเมื่อต้องไปทำงานในตอนกลางวันผู้สูงวัยต้องอยู่บ้านเพียงลำพังอาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเช่น การล้มกับพื้นถึงขั้นที่นอนลงไปกับพื้นไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ขึ้นมาพร้อมทั้งมีระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้สูงวัยเกิดล้มจนตัวเครื่องที่ติดกับผู้สูงวัยได้รับค่าสั่นสะเทือนถึงค่าที่กำหนดไว้และตัวเครื่องทำมุมกับพื้น 30 องศาจนถึง 0 องศาภายในเวลา 6 วินาทีถ้าผู้สูงวัยยังไม่ลุกขึ้นมาอยู่ท่าปกติตัวเครื่องจะทำการแจ้งเตือนโดยการโทรไปยังเบอร์ของผู้ดูแลอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ดูแลนั้นแก้ปัญหากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันท่วงที นอกจากการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลแล้วผู้สูงวัยยังสามารถใช้ตัวเครื่องโทรไปหาผู้ดูแลได้อีกทางเลือกหนึ่งด้วยโดยการกดเพียงแค่ปุ่มเดียวก็สามารถโทรไปยังเบอร์ผู้ดูแลเช่นเดียวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งตัวเครื่องสามารถโทรหาผู้ดูแลได้ในทุกที่ ที่มีสัญญาณ และใช้เวลาในการติดต่อกับผู้ดูแลเพียง 5 วินาทีโดยการทดสอบให้ตัวเครื่องกับผู้ดูแลอยู่ห่างกัน 1 – 10 กิโลเมตรทดสอบการโทร 5 ครั้งผลการทดสอบการโทรจำนวน 5 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 100
คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สาย, โทรศัพท์เคลื่อนที่, ผู้สูงวัย

Abstract

This research is designed and built to the elderly assistance equipment via telephone network of hands to solve family problems go to work outside the home or away from home. Many families have to leave home in the day to work in the city or far from home and in families with older adults many families are concerned with the elderly when they go to work during the day. Elderly peoples living alone can cause unexpected events falling down to the ground floor to the floor cannot help themselves. The researcher has developed a concept to the elderly people helping system via mobile network comes with an alert when the elderly people fall down so that the machine attached to the elderly people get vibration to the value set and the machine do corner with the floor 30 degrees go down to 0 degrees within 6 seconds. If an elderly people cannot be back in normal status, the machine will alerts to the caregiver to solve the problem in a timely manner. In addition, to alerting the caregiver the can press the button call to the caregiver. It is an alternative. Just like a cell phone. The test results are carried out with the caregiver at a distance of 1 to 10 kilometers. From the test, the elderly people helping system will call via mobile network 5 times, the results are 100% succeeded.
Keywords: wireless network, mobile phone, elderly people

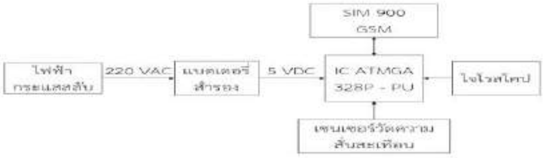
1. บทนำ

ในปัจจุบันการดำรงชีวิตต้องทำงานหาเงินเพื่อเลี้ยงตัวเองและครอบครัวแต่สถานที่ทำงานอาจจะอยู่ใกล้บ้าน หรือไกลจากบ้านหลายครอบครัวที่ต้องทิ้งบ้านในตอนกลางวันเพื่อไปทำงานในตัวเมืองหรือไกลจากบ้าน และในครอบครัวที่มีผู้สูงวัยซึ่งมีหลายครอบครัวที่มีความกังวลกับผู้สูงวัยเมื่อต้องไปทำงานในตอนกลางวันผู้สูงวัยต้องอยู่บ้านเพียงลำพังอาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเช่น การล้มกับพื้นจนไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ซึ่งเราไม่ทราบเลยว่าผู้สูงวัยต้องการความช่วยเหลือเพราะเทคโนโลยีในด้านการสื่อสารหรือโทรศัพท์มือถือนั้นมีการใช้ที่ลำบากสำหรับผู้สูงวัยจึงเป็นปัญหาสำหรับหลายครอบครัวเมื่อออกจากบ้านมาทำงานมีความกังวลใจต่อผู้สูงวัยที่บ้าน

2. การออกแบบและผลการทดสอบ

การออกแบบเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ซึ่งจะประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนเซนเซอร์ตรวจสอบ ส่วนประมวลผลหลัก ส่วนการออกแบบลายแผ่นปริ้น ส่วนขั้นตอนการลงอุปกรณ์ และขั้นตอนการประกอบ โดยในส่วนนี้ได้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสร้างแบบระบบช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ให้มีคุณภาพมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี

2.1 การออกแบบส่วนควบคุม

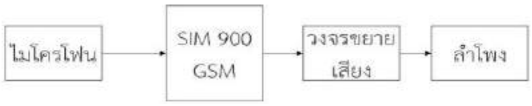


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมส่วนควบคุมของเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

จากรูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมส่วนควบคุมของเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์การทำงานของภาคคอนโทรลจะมีตัวควบคุมหลักคือ IC ATMEGA328P - PU และจะแยกการทำงานงานของอุปกรณ์เป็น 3 ภาคการทำงาน ภาคอินพุตประกอบด้วย เซนเซอร์วัดความสั่นสะเทือนใช้ในการวัดค่าการสั่นสะเทือนของตัวเครื่องเซนเซอร์ไจโรสโคปใช้ในการวัดแกน X แกน Y ของตัวเครื่อง โมดูล SIM 900 GSM เป็นอินพุต และเอาต์พุตใช้ในการรับ – ส่งเสียงจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลให้ IC ATMEGA328P – PU ทำการประมวลผลต่อไป และใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่สำรอง หรือ Power Bank 6000 mA 5 VDC จ่ายให้กับวงจรประมวลผลหลัก

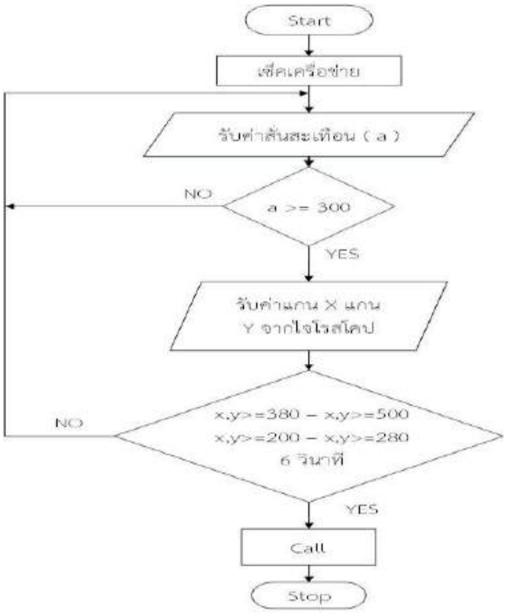
2.2 การออกแบบส่วน SIM 900

จากรูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมส่วน SIM 900 GSM ในภาคนี้ทำหน้าที่ในการสื่อสารระหว่างผู้ดูแลกับผู้สูงวัยโดยจะมีไมโครโฟนในการรับค่าเสียงผ่าน SIM 900 GSM จะส่งไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแล และมีวงจรขยายเสียงเพื่อเพิ่มกำลังให้กับลำโพงให้มีการขับเสียงจากโทรศัพท์มือถือผ่าน SIM 900 GSM มาเพิ่มระดับเสียงให้ดังขึ้นจากปกติ หน้าที่และหลักการของเครื่องขยายเสียงถ้าเปรียบเทียบก็เหมือนกับปั๊มน้ำ คือมีหน้าที่ปั๊มให้น้ำทางด้านอินพุตที่ไหลเข้ามาออกไปทางด้านเอาต์พุต ด้วยความแรง และเร็วเช่นเดียวกัน สำหรับเครื่องขยายเสียงมีหน้าที่ปั๊มให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ามาออกไปทางด้านเอาต์พุตด้วยความแรง และเร็ว เครื่องขยายเสียงจะขับดันสัญญาณด้านเอาต์พุตตามสัญญาณด้านอินพุต เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นจะแบ่งวงจรเครื่องขยายเสียงออกเป็น 2 ส่วน คือวงจรส่วนที่หนึ่งคือ วงจรทางเอาต์พุต ได้รับพลังงานจากแบตเตอรี่ หรือจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงถ้าใช้วิธีเสียบปลั๊กไฟที่บ้าน ไฟที่ได้เป็นไฟกระแสสลับจะต้องแปลงไฟเป็นไฟตรงก่อนจึงจะป้อนให้กับวงจรเครื่องขยายเสียงได้ วงจรส่วนที่สอง คือวงจรอินพุตซึ่งจะรับสัญญาณไฟฟ้าจากเทป หรือเครื่องเล่นซีดีเครื่องเล่นดีวีดี แผ่นเสียง และไมโครโฟน สัญญาณที่เข้ามายังเป็นลูกคลื่นลูกเล็ก ๆ ไม่สามารถนำไปขับออกทางลำโพงได้ อย่างไรก็ตามถ้านำหูฟังไปต่อไว้จะสามารถได้ยินเสียงเบา ๆ แต่เมื่อนำสัญญาณนี้ผ่านเข้าเครื่องขยายเสียงจะถูกขยายให้มีขนาดมากขึ้นสามารถนำไปขับออกทางลำโพงได้



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมส่วนของ SIM 900 GSM

2.3 การออกแบบโปรแกรม

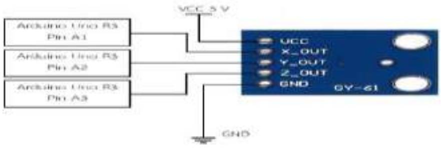


รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 3 เริ่มต้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบเครือข่ายเป็นอันดับแรกเมื่อตรวจพบเครือข่ายแล้วจึงทำการรับค่าการสั่นสะเทือนจากโมดูล และนำมาตรวจสอบค่าการสั่นสะเทือนว่ามีค่ามากกว่า 300 หรือไม่ ถ้าไม่ให้วนกลับไปรับค่าใหม่แต่ถ้าใช่ให้รับค่าแกน X แกน Y จากไจโรสโคปแล้วตรวจสอบว่าค่า X หรือ Y มีค่าอยู่ในช่วง 380 ถึง 500 หรือ ไม่ถ้าใช่ให้ทำการตรวจสอบทั้งหมด 6 วินาที ถ้าไม่ถึงให้ออกไปรับค่าการสั่นสะเทือนใหม่แต่ถ้าใช่ให้ทำการ Call สิ้นสุดการทำการของโปรแกรม

2.4 การออกแบบวงจรโมดูลไจโรสโคปโดยใช้ Module ADXL335

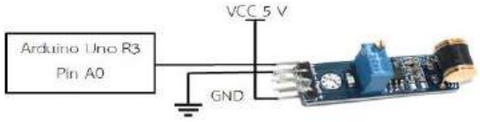
ADXL335 [2] เป็นโมดูลไจโรสโคป 3 แกน นำมาใช้เป็นตัวตรวจสอบค่าองศาของตัวเครื่อง เมื่อผู้สูงวัยล้มลงโปรแกรมจะทำการวัดองศาในการตรวจสอบการล้มจากการอ่านข้อมูลของ GY-61 3-axis Accelerometer Module จะใช้ขาทั้งหมด 5 ขา โดยขาที่ 1 จะเป็น VCC ต่อไฟ DC 3.3 V ขาที่ 2 จะเป็น X_OUT ต่อไป A1 ของ IC ATMEGA328P ขาที่ 3 จะเป็น Y_OUT ต่อไป A2 ของ IC ATMEGA328P ขาที่ 4 จะเป็น Z_OUT ต่อไป A3 IC ATMEGA328P ขาที่ 5 ลง GND ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 Module ADXL335

2.5 การออกแบบวงจรโมดูลสั่นสะเทือน Vibration Sensor

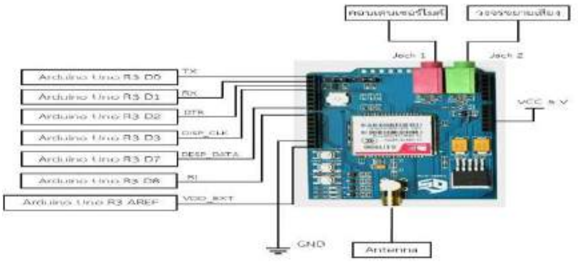
Vibration Sensor [3] เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดค่าการสั่นสะเทือนโดยจะนำมาใช้ในการวัดค่าการสั่นสะเทือนของตัวเครื่องเมื่อผู้สูงวัยเกิดการล้มลงจะทำให้เกิดค่าความต้านทานที่ค่าของตัวเซนเซอร์จากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลไปให้ IC ATMEGA328P ผ่านขา A_OUT ที่ขา A0 ใช้ไฟ DC 3.3 V และขา GND ของ Vibration Sensor ลง GND ของ IC ATMEGA328P ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 Module Vibration Sensor

2.6 การออกแบบวงจร Sim900 GSM / GPRS Module

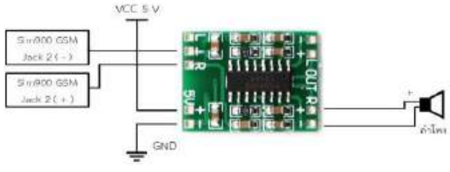
Sim900 GSM / GPRS [4] เป็นวงจรที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับผู้ดูแลโดยมีช่องเสียบลำโพงช่องเสียบไมโครโฟนอยู่ในบอร์ดขาที่ใช้ในการทำงาน TX ต่อขา D0 ขา RX ต่อขา D1 ขา DTR ต่อขา D2 ขา DISP_CLK ต่อขา D3 ขา DESP_DATA ต่อขา D7 ขา RI ต่อขา D8 และ VDD_EXT ต่อขา AREF เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Uno R3 [1] แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 Sim900 GSM / GPRS Module

2.7 การออกแบบวงจรขยายเสียง Module

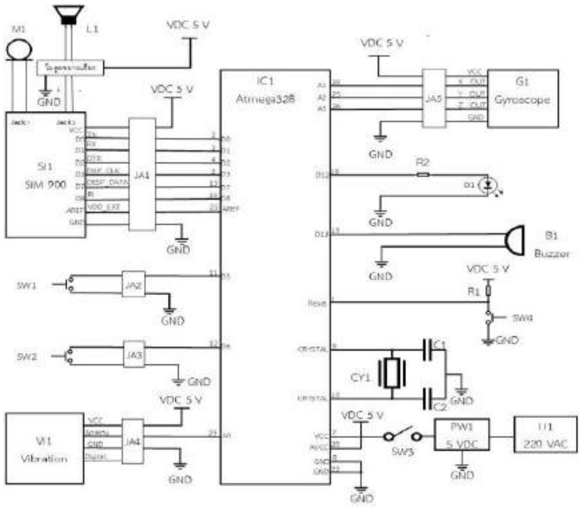
วงจรขยายเสียงเป็นวงจรที่ใช้ในการขยายเสียงให้มีกำลังเพิ่มมากขึ้นจากเดิมโดยจะทำการต่อจากโมดูล Sim900 GSM / GPRS ที่ Jack 2 จากนั้นต่อลำโพงที่ OUT R บวก – ลบเข้าลำโพงดังแสดงในรูปที่ 7



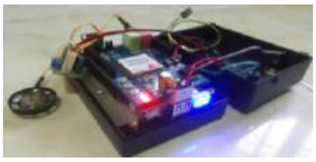
รูปที่ 7 วงจรขยายเสียง Module

2.8 การออกแบบและสร้างลายวงจรรวม

สำหรับการออกแบบแผ่นปริ้นลายวงจรโดยอันดับแรกใช้โปรแกรม EAGLE SCH ในการออกแบบ



รูปที่ 8 วงจรรวมเครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์



รูปที่ 9 เครื่องช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

3. ผลการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์โดยจะทำการทดลองการใช้งานจริงของตัวเครื่อง และหาประสิทธิภาพในการล้มว่าสามารถโทรออกได้จริงหรือไม่โดยจะทำการทดลองการล้มที่ทิศทางทั้ง 4 ทิศทางว่าในแต่ละทิศทางมีผลในการใช้งานของตัวเครื่อง หรือไม่ความแรงในการล้มองศาในการเริ่มใช้งานของตัวเครื่องเมื่อผู้สูงวัยล้มลง และสภาพพื้นที่ผิวเมื่อล้มลงว่าเป็นพื้นแข็ง หรือนุ่มว่าจะมีผลต่อการใช้งานมากน้อยเท่าไหร่ และทดสอบสัญญาณโดยใช้ระยะห่างจากตัวเครื่องกับโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแลว่าระยะห่างมีผลต่อการติดต่อ หรือไม่ทั้งหมดนี้เพื่อทดสอบการทำงานของระบบช่วยเหลือผู้สูงวัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ ทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานของตัวเครื่องเก็บข้อมูลหาค่าผิดพลาดเทียบกับการคำนวณว่าตรงกันหรือไม่

3.1 ทดสอบระยะการโทรของตัวเครื่อง

การทดสอบการโทรออกของตัวเครื่องเมื่อทำการกดปุ่มโทรในระยะห่างจากตัวเครื่องกับโทรศัพท์ผู้ดูแลที่มีระยะห่างที่แตกต่างกันออกไปทดสอบว่าระยะทางมีผลมากน้อยเพียงใดกับการติดต่อสื่อสารกับตัวเครื่อง ผลการทดสอบการโทรในระยะห่างของตัวเครื่องกับโทรศัพท์

ผู้ดูแลสังเกตได้ว่าไม่ว่าตัวเครื่องจะอยู่ห่างกับโทรศัพท์มือถือผู้ดูแลเท่าไหร่ก็จะใช้เวลาในการติดต่อ 5 วินาทีดังนั้นระยะทางจึงไม่มีผลต่อระยะเวลาในการติดต่อสื่อสาร และในการโทรแต่ละครั้งทำการทดสอบโดยการโทรจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าสามารถโทรติดได้ทั้ง 5 ครั้ง

3.2 ทดสอบการทำงานของตัวเครื่องฟังก์ชั่นโทรอัตโนมัติแนวแกน X

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบเซนเซอร์วัดค่าการสั่นสะเทือน และองศาของไจโรสโคป ในทิศทางแนวแกนในทิศทางแนวแกน X เมื่อมีค่าแรงการสั่นสะเทือนถึงค่าที่กำหนด และไจโรสโคปตรวจวัดองศา

ตารางที่ 1 การเริ่มทำงานของฟังก์ชั่นโทรอัตโนมัติในแนวแกน X

ตัวเครื่อง(องศา)	แกน (X)	แกน (Y)	ค่าสั่นสะเทือน	สถานะ
90°	320 - 329	-	300	ไม่ทำงาน
75°	330 - 339	-	300	ไม่ทำงาน
60°	340 - 349	-	300	ไม่ทำงาน
45°	350 - 359	-	300	ไม่ทำงาน
30°	360 - 369	-	300	ทำงาน
15°	370 - 379	-	300	ทำงาน
0°	380 - 390	-	300	ทำงาน

จากตารางที่ 1 จะเป็นการตรวจสอบว่าในแต่ละการใช้งานของตังเครื่องจะมีองศาในการเริ่มทำงาน เมื่อตัวเครื่องเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง 30° - 0° จะได้ค่า แกน X 360 – 390 ตัวเครื่องจะทำการตรวจสอบว่ามีค่าการสั่นสะเทือนเกินกว่า 300 หรือไม่แล้วหยุดนิ่ง 5 วินาที เพื่อเริ่มต้นการใช้ฟังชั่นโทรอัตโนมัติ

3.3 ทดสอบการทำงานของตัวเครื่องฟังก์ชั่นโทรอัตโนมัติแนวแกน Y

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบเซนเซอร์วัดค่าการสั่นสะเทือน และองศาของไจโรสโคป ในทิศทางแนวแกน Y เมื่อมีค่าแรงการสั่นสะเทือนถึงค่าที่กำหนด และไจโรสโคปตรวจวัดแกน Yได้ค่าตาที่กำหนดหรือองศาที่วัดได้ตัวเครื่องจะทำการโทรหาผู้ดูแลโดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 2 การเริ่มทำงานของฟังก์ชั่นโทรอัตโนมัติแกน Y

ตัวเครื่อง(องศา)	แกน (X)	แกน (Y)	ค่าสั่นสะเทือน	สถานะ
90°	-	320 - 329	300	ไม่ทำงาน
75°	-	330 - 339	300	ไม่ทำงาน
60°	-	340 - 349	300	ไม่ทำงาน
45°	-	350 - 359	300	ไม่ทำงาน
30°	-	360 - 369	300	ทำงาน
15°	-	370 - 379	300	ทำงาน
0°	-	380 - 390	300	ทำงาน

จากตารางที่ 2 จะเป็นการตรวจสอบว่าในแต่ละการใช้งานของตัวเครื่องจะมีองศาในการเริ่มทำงานอยู่ เมื่อตัวเครื่องมีองศา 30° - 0° จะได้ค่า แกน Y 360 – 390 ตัวเครื่องจะทำการตรวจสอบว่ามีค่าการสั่นสะเทือนเกินกว่า 300 หรือไม่ แล้วหยุดนิ่ง 5 วินาที เพื่อเริ่มต้นการใช้ฟังชั่นการโทรอัตโนมัติผลการทดสอบ

4. สรุป

จากการทดสอบตัวเครื่องสามารถใช้ติดต่อกับผู้ดูแลได้ไม่ว่าผู้ดูแลจะอยู่ห่างกับตัวเครื่องแค่ไหนก็ตามสามารถกดปุ่มเพื่อติดต่อได้โดยจะเริ่มต้นการทำงานหลังจากเปิดเครื่องไปแล้ว 30 วินาทีตัวเครื่องจะพร้อมทำงานในฟังก์ชั่นการโทร และฟังก์ชั่นการโทรอัตโนมัติจากการทดสอบสรุปว่าค่าการสั่นสะเทือนของตัวเครื่องบวกกับค่าองศาของตัวเครื่องมีผลต่อการใช้งานในฟังก์ชั่นการโทรอัตโนมัติจะช่วยลดปัญหาในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้แลกับผู้สูงวัย เพราะตัวเครื่องมีปุ่มกดในการใช้งานที่ง่ายสะดวกแน่นอนสามารถใช้งานได้ง่ายกว่าโทรศัพท์มือถือและระยะเวลาการใช้งานของตัวเครื่องสรุปได้ว่าสามารถใช้งานนาน 7 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

[1] คุณสมบัติ และการใช้งาน Arduino Uno R3 2560. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.arduitronics.com/product/8

[2] ไจโรสโคป 2560. **หลักการทำงานของไจโรสโคป**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.th.wikipedia.org/wiki/ไจโรสโคป

[3] 801S Vibration Sensor 2559. **ลักษณะและวิธีใช้งาน801S Vibration Sensor**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.arduinoall.com/product/667/801s-vibration-sensor-vibration-module-โมดูลตรวจจับความสั่นไหวปรับความไวได้

[4] โมดูล SIM 900 2560. **การใช้งานในการโทรของ SIM 900**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.myarduino.net/article/63/สอนใช้งาน-sim900a-ส่ง-sms-โทร-เข้า-ออก-กับ-arduino

ชุดสาธิตการส่งสัญญาณแสงโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา

วิทวัส สิฏฐกุล[1] ศริญญา ปะสะกวี[2] และ กองศักดิ์ ทองบุญ[2]

[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-5552000 ต่อ 6333 E-mail: vitawat.sittakul@gmail.com

[2] ฝ่ายมาตรวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

3/4-5 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอชุดสาธิตการส่งสัญญาณดิจิตอลที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา (TDM) ไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง โดยการทดลองถูกแบ่งออกเป็น การทดลองสร้างสัญญาณดิจิตอล 4 ชุดที่ความถี่ต่างๆ การทดลองมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ทางเวลาของสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุด การส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงและวัด Eye pattern ของสัญญาณ ในตอนท้ายจะมีการคำนวนหาค่าความผิดพลาดบิต (Bit Error Rate: BER) จาก Eye pattern ของสัญญาณที่วัดได้

คำสำคัญ: Optical communication, TDM, Eye pattern, BER

Abstract

This article presents a training kit of Time-Division-Multiplexing (TDM) signal transmission over an optical link. The experiments comprise “The generation of 4 digital signals at different frequencies”, “The TDM multiplexing and TDM demultiplexing of 4 digital signals”, “The transmission of TDM multiplexing over optical link” and “The eye pattern measurement of TDM signals over optical link”. Eventually, the Bit Error Rate (BER) can be calculated from the measured eye pattern.

Keywords: Optical communication, TDM, Eye pattern, BER

1. บทนำ

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของนักศึกษาที่ออกปฏิบัติงานสหกิจ และทำงานในบริษัทตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือวัดทางด้านความถี่วิทยุ และความถี่ไมโครเวฟ และทางแสง คณะผู้จัดทำได้ทราบว่าลักษณะงานที่นักศึกษาที่ออกสหกิจและจบการศึกษาต้องพอเจอจะมีหลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น การส่งมอบเครื่องมือวัดให้แก่บริษัทผู้ผลิตโรงงานสายการผลิต และสถานศึกษา รวมทั้งการส่งมอบให้กับบริษัทที่ทำการรับติดตั้ง เป็นต้น โดยหลังจากที่ทำการส่งมอบเครื่องมือวัดเสร็จสิ้น ทางบริษัทเหล่านั้น จะมีการจัดอบรมวิธีใช้เครื่องมือวัดให้แก่สถานประกอบการ ซึ่งการอบรมการใช้เครื่องมือภาคปฏิบัติของการใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆของเครื่องมือวัดให้แก่ผู้เข้าอบรม นั้นไม่อาจทำได้เต็มประสิทธิภาพในภาคปฏิบัติ เนื่องจากในบางฟังก์ชั่นจำเป็นต้องมีชุดสาธิตเพื่อใช้ประกอบในการอบรม เพื่อแสดงการเกิดเหตุการณ์ต่างๆในสายใยแก้วนำแสง ซึ่งจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือวัดและอธิบายการใช้งานในเบื้องต้นให้แก่สถานประกอบการนั้นๆ โดยในการส่งมอบเครื่องมือวัดจะทำได้เพียงอธิบายหลักการใช้งานของเครื่องมือ ระบบการทำงานของเครื่องมือ และฟังก์ชั่นต่างๆของเครื่องมือวัดเท่านั้น แต่จะไม่สามารถทดสอบการใช้งานจริงได้ในบางฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องมือวัด เนื่องจากไม่มีชุดการทดลองที่จะสาธิตในการใช้งานดังที่กล่าวไปในข้างต้น นอกจากนี้สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ยังได้มีหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาการสื่อสารใยแก้วนำแสง ทำให้นอกจากการสอนและบรรยายหลักการทางทฤษฎีของรายวิชาดังกล่าวแล้ว การมีชุดสาธิตประกอบสื่อการเรียนการสอน พบว่าเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากเทคโนโลยีได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และนักศึกษาอาจมองไม่เห็นลักษณะการทำงานที่แท้จริง [1-4]

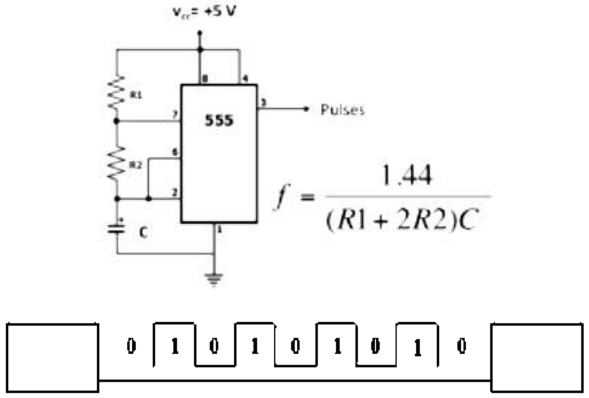
ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงขอนำเสนอชุดสาธิตการส่งสัญญาณแสงโดยการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา โดยการทดลองถูกแบ่งออกเป็นการทดลองสร้างสัญญาณดิจิตอล 4 ชุดที่ความถี่ต่างๆ การทดลองมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ทางเวลาของสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุด การส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงและวัด Eye pattern ของสัญญาณ ในตอนท้ายจะมีการคำนวนหาค่าความผิดพลาดบิต (Bit Error Rate: BER) จาก Eye pattern ของสัญญาณที่วัดได้

2. โครงสร้างและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ชุดทดลอง

ทางผู้จัดทำได้นำเสนอชุดสาธิตการส่งสัญญาณดิจิตอลที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา (TDM) ไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง โดยการทดลองถูกแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยต่อไปนี้

2.1 การทดลองปรับค่าความถี่ของสัญญาณดิจิตอล

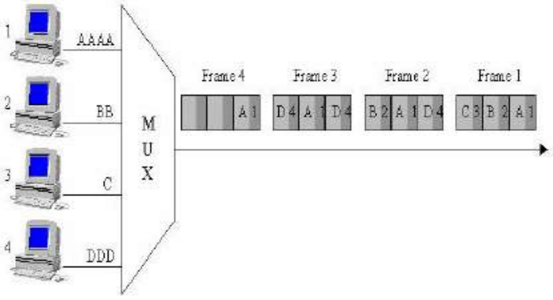
ในการทดลองนี้สัญญาณดิจิตอล 4 สัญญาณที่มีค่าความถี่ต่างกันสี่ชุดจะถูกสร้างขึ้นโดยใช้ไอซีหมายเลข 555 ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อและสัญญาณขาออกดังรูปที่ 1 เราจะพบว่าเราสามารถควบคุมความถี่ขาออกได้โดยการปรับค่าความถี่ได้จากการปรับค่า R1, R2 หรือ C ในที่นี้เราจะเลือกใช้ R1 ที่สามารถปรับค่าได้เพื่อเปลี่ยนค่าความถี่ของสัญญาณดิจิตอลขาออก [5]



รูป 1 ลักษณะการเชื่อมต่อและสัญญาณดิจิตอลขาออก

2.2 การทดลองมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลา

การมัลติเพล็กซ์แบบ TDM เหมาะกับสัญญาณแทนข้อมูลแบบดิจิตอล เนื่องจากสัญญาณดิจิตอลนั้นจะมีช่วงเวลาที่แน่นอนของบิตจึงสามารถมัลติเล็กซ์ด้วยการแบ่งเวลาให้มีความสอดคล้องกับเวลาของบิตได้ แต่อย่างไรก็ตาม การมัลติเพล็กซ์แบบ TDM นี้จะเกี่ยวข้องกับอัตราความเร็วของสื่อนำสัญญาณเป็นสำคัญ โดยสัญญาณที่มีอัตราความเร็วต่ำหลายๆสัญญาณ เมื่อนำมามัลติเพล็กซ์รวมกันก็จะได้สัญญาณที่มีอัตราความเร็วสูงขึ้น



รูป 2 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลา

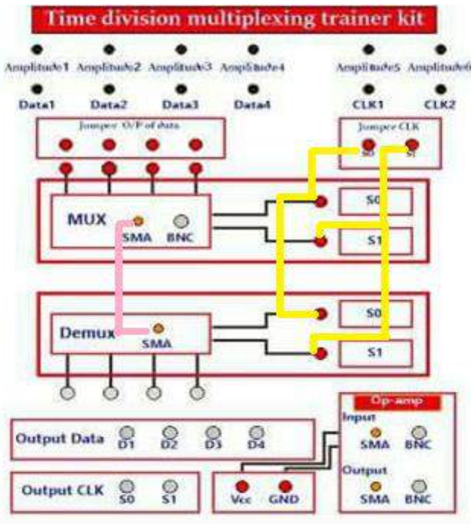
ในการทดลองนี้เราจะเลือกใช้ไอซีเบอร์ 741551 ซึ่งมีค่าตารางความจริงปรากฏดังตารางที่ 1 ในการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลา จากตารางเราจะพบว่าเราจำเป็นต้องกำหนดค่า Select B (S0) และ Select A (S1) เพื่อให้สัญญาณขาออก 1Yx และ 2Yx สามารถถูกมัลติเพล็กซ์ออกได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามเนื่องจากในการทดลองนี้เรามีเพียงสัญญาณขาเข้า 4 สัญญาณดังนั้นสัญญาณขาออก 1Y0, 1Y1, 1Y2 และ 1Y3 จึงถูกเลือกใช้เท่านั้น [6]

ตารางที่ 1 ตารางความจริงของไอซีเบอร์ 741551

Inputs				Outputs			
Select		Strobe	Data	$1Y_0$	$1Y_1$	$1Y_2$	$1Y_3$
B	A	1G	1C				
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	L	H
H	H	L	H	H	H	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H

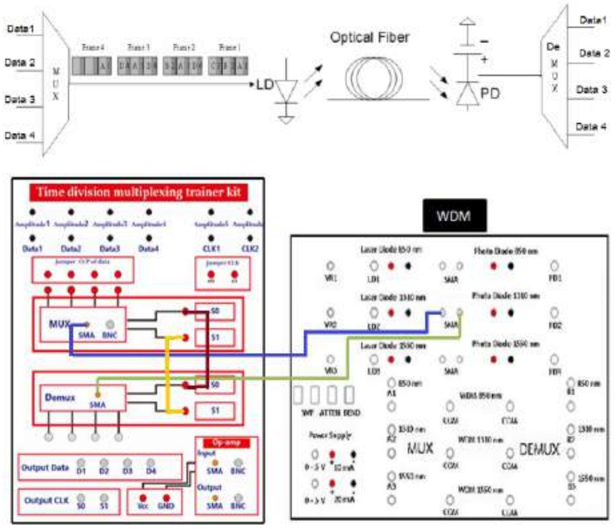
Inputs				Outputs			
Select		Strobe	Data	$2Y_0$	$2Y_1$	$2Y_2$	$2Y_3$
B	A	2G	2C				
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H
L	H	L	L	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H
H	H	L	L	H	H	H	L
X	X	X	H	H	H	H	H

เพื่อความสะดวกวงจรดังกล่าวจะถูกบรรจุอยู่ภายในชุดสาธิตการส่งสัญญาณดิจิตอลที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดสาธิตการส่งสัญญาณ**ดิจิตอลที่ถูก**มัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา

2.3 การส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง



รูป 4 แผนภาพการเชื่อมต่อการส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง

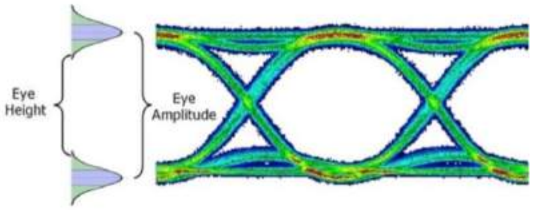
ในหัวข้อนี้เราจะแสดงแผนภาพการเชื่อมต่อวงจรการส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง โดยสัญญาณดิจิตอลแบบแบ่งตามช่วงเวลาจากหัวข้อก่อนหน้านี้จะถูกส่งผ่านไปยังระบบการสื่อสารเส้นใยนำแสง ซึ่งสัญญาณทางไฟฟ้าจะมอดูเลตสัญญาณแสงของตัวเลเซอร์ (LD) และส่งผ่านเส้นใยแก้วนำแสงไปยังโฟโต้ไดโอด (PD) เพื่อทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางแสงกลับไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่ง โดยขั้นตอนดังกล่าวจะส่งให้รูปร่างของสัญญาณเกิดความผิดเพี้ยนไป ซึ่งในที่นี้เราจะสามารถวัดค่าความผิดเพี้ยนของสัญญาณได้ในรูปแบบของ Eye pattern โดยค่า Eye pattern นั้นจะสามารถประมาณค่าความผิดพลาดบิตได้ต่อไป ซึ่งจะถูกแสดงในหัวข้อถัดไป

2.4 การคำนวณหาค่าความผิดพลาดบิตจาก Eye pattern

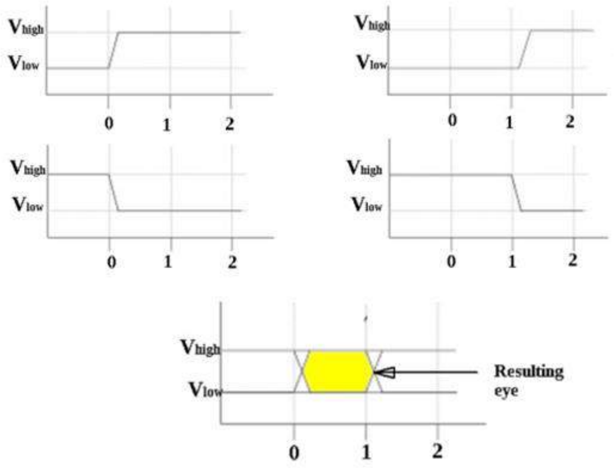
2.4.1 Eye pattern

Eye pattern สามารถบ่งบอกถึงอัตราความกว้างของแบนด์วิธที่ลดลง โดยสังเกตจากพื้นที่ช่องว่างตรงกลาง (ที่มีลักษณะคล้ายตา) และส่วนประกอบต่างๆ หากระยะดวงตาที่แคบลงมากเท่าไหร่จะหมายถึงคุณสมบัติการคงรูปสัญญาณของสายสัญญาณ ซึ่งผลความผิดปกติของรูปสัญญาณตรงนี้จะส่งผลกระทบไปถึงคุณภาพของภาพและเสียง โดยประเด็นนี้จะส่งผลต่อเนื่องต่อความแตกต่างระหว่างสายคุณภาพสูงกับสายคุณภาพต่ำซึ่งสามารถแสดงไว้ในรูปที่ 5 [7]

ข้อมูลที่ประมวลผลจะเป็นความแตกต่างสำหรับความสูงของตาและความกว้างมาจากข้อมูลฮีสโทแกรมของสัญญาณแรงดันสูง (V_{high}) และแรงดันต่ำ (V_{low}) ดังรูปที่ 6 ตามลำดับ และถูกมาประกอบเป็นรูป Eye pattern



รูปที่ 5 ลักษณะมาตรฐานของ Eye pattern



รูปที่ 6 ลักษณะการเกิด Eye pattern

2.4.2 ค่าอัตราความผิดพลาดบิต

ค่าอัตราความผิดพลาดบิตเป็นค่าที่แสดงความผิดพลาดของการรับข้อมูลในระบบดิจิตอล หาก BER เป็น 0 หรือต่ำมาก ๆ แสดงว่าเรารับสัญญาณดิจิตอลได้สมบูรณ์ครบถ้วนในแต่ละบิต ในที่นี้เรายังสามารถประมาณค่าความผิดพลาดบิตจาก Eye Pattern ในหัวข้อ 2.4.1 ได้ดังต่อไปนี้ [7]

$$BER = Pe = \frac{1}{2}\left[1 - \mathrm{erf}\left(Q/\sqrt{2}\right)\right] \tag{1}$$

$$Q = \frac{V_{max} - V_{th}}{V_N\,(\sqrt{2})} \tag{2}$$

$$\mathrm{erf} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2}\,dt \tag{3}$$

$$V_{th} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} \tag{4}$$

โดย V_N : V ของสัญญาณรบกวน (Noise)

BER : Bit Error Rate

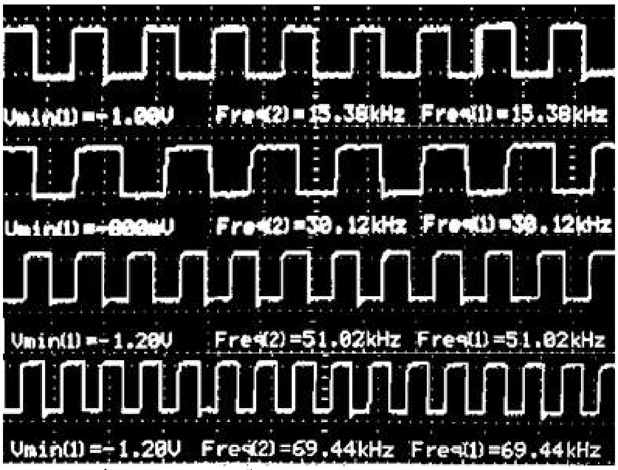
erf(x) : Error Function

3. ผลการทดลอง

3.1 การทดลองปรับค่าความถี่ของสัญญาณดิจิตอล

ผลการทดลองปรับค่าความถี่ของสัญญาณดิจิตอลสามารถดูได้ดังรูปที่ 7

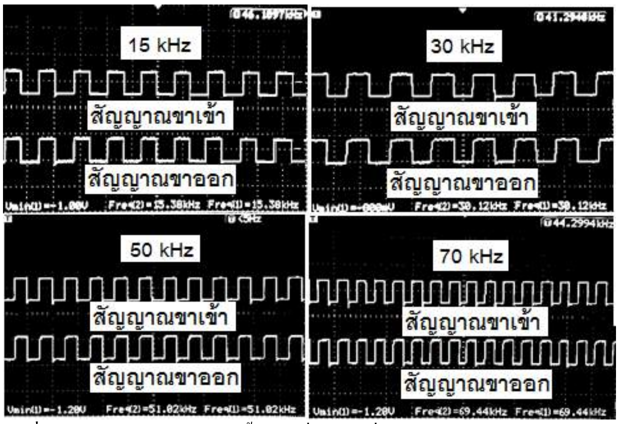
เราจะพบว่าค่าความถี่ของสัญญาณสามารถถูกปรับได้ตามที่ต้องการระหว่าง 15 – 70 kHz



รูปที่ 7 สัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ค่าความถี่ 15, 30, 50 และ 70 kHz

3.2 การทดลองมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลา

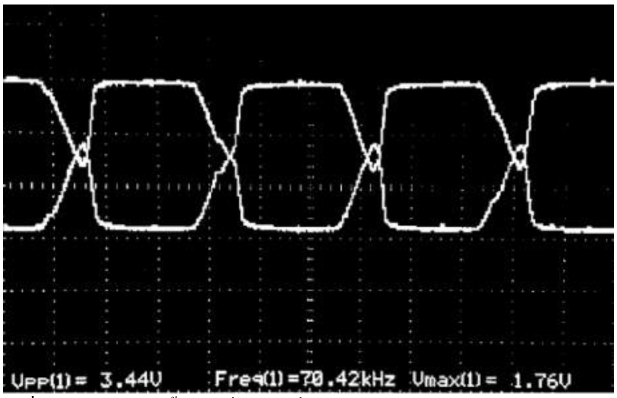
ผลการทดลองมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลาถูกแสดงดังรูปที่ 8 เราจะพบว่าสัญญาณดิจิตอลความถี่ 15, 30, 50 และ 70 kHz ที่ถูกมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแบบแบ่งเวลานั้น ทั้งสัญญาณขาเข้าและขาออกมีลักษณะเดียวกัน เป็นการยืนยันว่าสัญญาณสามารถถูกส่งผ่านทาง TDM ได้จริง



รูปที่ 8 สัญญาณขาเข้าและขาออกทั้ง 4 ชุดที่ค่าความถี่ 15, 30, 50 และ 70 kHz ก่อนและหลังผ่านการมัลติเพล็กซ์และมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา

3.3 ผลการส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง

เราจะพบว่าผลการส่งสัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงนั้นจะเกิดการผิดรูปของสัญญาณทำให้เกิดเป็นรูปร่าง Eye pattern ซึ่งรูปร่างดังกล่าวจะส่งผลต่อค่าความผิดพลาดบิตของสัญญาณโดยสามารถคำนวนได้จากสมการที่ (1-4) ต่อไป



รูปที่ 9 สัญญาณขาออกทั้ง 4 ชุดที่ค่าความถี่ 15, 30, 50 และ 70 kHz หลังผ่านการมัลติเพล็กซ์และมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลาผ่านบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง

สรุป

ชุดสาธิตการส่งสัญญาณดิจิตอลที่ถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลา (TDM) ไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงถูกสร้างขึ้นเป็นผลสำเร็จ สัญญาณดิจิตอลทั้ง 4 ชุดสามารถถูกปรับค่าความถี่ได้ และถูกมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งทางเวลาไปบนระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสง ท้ายสุดสัญญาณที่ถูกส่งผ่านไปบนเส้นใยแก้วนำแสงจะเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณทำให้เกิดเป็นรูปร่าง Eye pattern ซึ่งสามารถนำมาใช้คำนวนหาค่าความผิดพลาดบิตของสัญญาณได้

เอกสารอ้างอิง

[1] วิทวัส สิฏฐกุล, การสื่อสารผ่านเส้นใยนำแสง, 1st ed. ประเทศไทย, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2560

[2] วิทวัส สิฏฐกุล จิรกิตติ์ เตรียมสกุล และ ปรีชา เกิดเจริญ. (2560). ชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติบนสายใยแก้วนำแสง.การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

[3] สิทธิกร ภู่สกุล ไพศาลนครศรี และ ชาตรี ชมพิกุล. (2555.).ชุดสาธิตการส่งสัญญาณภาพผ่านเส้นใยแก้วนำแสงด้วยเทคนิคการมัลติเพล็กซ์เชิงแสง. ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[4] ภัทรพงษ์รักน้อย, ปรีชายุพาพิน. เครื่องตรวจสอบสายใยแก้วนาแสงโอทีดีอาร์และการประยุกต์.วิทยาศาสตร์. (ตุลาคม 2539) .

[5] ว่าที่ร้อยตรีฐิตินันต์ กาศโอสถ, "ไอซี 555 ไทเมอร์และการประยุกต์ใช้ IC 555 Timer and Its Applications"

[6]www.apipong.weebly.com/uploads/5/3/5/8/53586393/bs313_ch04_transmission_media_and_multiplexing_part3.pdf

[7] R.Sokullu, “Digital Communication Systems”, chapter 6, 2012.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้

An Adaptive Active Band Pass Filter

เกล้า ศรีพยางค์ สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 028363000 ต่อ 4150 E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้ โดยอาศัยวงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า เครื่องกรองความถี่นี้สามารถปรับค่าความถี่ตัดโดยอัตโนมัติได้ตามความถี่ของสัญญาณอินพุต วงจรที่ใช้เกิดจากนำเอาวงจรกรองความถี่แบบแบนด์พาสที่สร้างขึ้นจากตัวขยายความนำถ่ายโอน (OTA) มาทำงานร่วมกับวงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า โดยตัวขยายความนำถ่ายโอนสามารถปรับค่าอัตราขยายได้ด้วยกระแสจากไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งสัญญาณอินพุตมาจากวงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า จากนั้นนำค่ากระแสที่ได้รับคำนวณแล้วมาใช้ในการเลือกค่าความถี่คัตออฟให้กับวงจรกรองความถี่ โดยประสิทธิภาพของเครื่องกรองความถี่ที่นำเสนอจะพิสูจน์ให้เห็นด้วยผลการจำลองการทำงานจากโปรแกรม PSPICE

คำสำคัญ: วงจรกรองความถี่, วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า, ตัวขยายความนำถ่ายโอน

Abstract

This paper presented an adaptive active band pass filter by the frequency to voltage converter. Cutoff frequency of the proposed filter can automatically adjust by its input signal. The circuit is base on a band pass filter that was made from the Operational Transconductance Amplifier (OTA) to work with the frequency to voltage converter. OTA can adjust the gain by the current from the microcontroller which the input signal is derived from the frequency to voltage converter. The calculated current is used to select the cutoff frequency for the filter. The efficiency of the proposed filter will be demonstrated by simulation results from the PSPICE program.

Keywords: filter circuit, frequency to voltage converter, operational transconductance amplifier

1. บทนำ

ในการทดลองวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรือการทดลองเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณในระบบสื่อสาร เช่น การแพร่กระจายเสียงของระบบวิทยุ พบว่ามีสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้อง และมีความสำคัญ สำหรับทั้งสองงานนี้ คือ ความถี่ วงจรกรองความถี่ คือ วงจรที่สามารถทาหน้าที่กรองสัญญาณรบกวน, เลือกความถี่ที่ต้องการ หรือตัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกก็ได้ ซึ่งเครื่องกรองความถี่ที่มีใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน การตั้งค่าความถี่คัตออฟโดยการกดปุ่ม อาจเกิดปัญหาการเลือกความถี่คัตออฟผิดพลาดจากผู้ใช้ได้

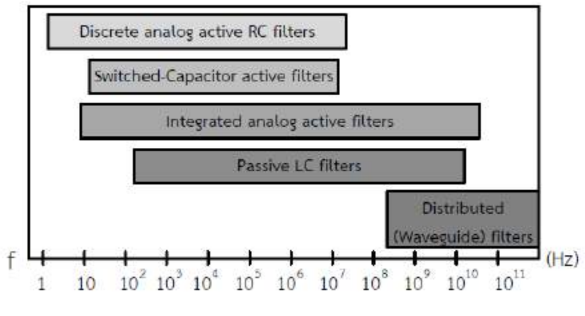
จากปัญหาดังกล่าวหากสามารถพัฒนาเครื่องกรองความถี่ให้สามารถปรับความถี่คัตออฟตามสัญญาณอินพุตได้โดยอัตโนมัติจะสามารถแก้ปัญหาการเลือกความถี่คัตออฟผิดพลาดจากผู้ใช้ได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ

วงจรกรองความถี่ [1] สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักๆตามอุปกรณ์ที่ใช้สร้างคือแบบพาสซีฟและแบบแอคทีฟ ซึ่งเป็นวงจรที่ทำหน้าที่เลือกความถี่ที่ต้องการ หรือตัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกก็ได้การใช้งานวงจรกรองความถี่สามารถใช้กรองสัญญาณรบกวน หรือกรองเอาสัญญาณข่าวสารออกมาจากคลื่นพาห์ในระบบวิทยุ

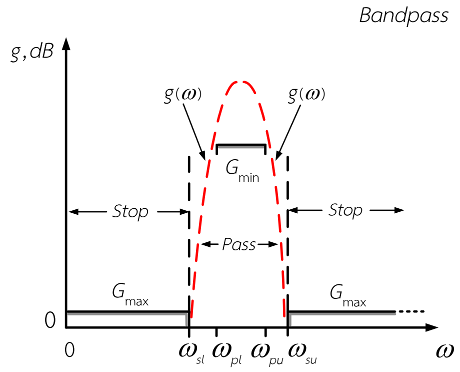
ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในวงจรกรองความถี่ ถ้าเป็นแบบพาสซีฟจะใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ส่วนในวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟจะใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ร่วมกับอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟ หรือใช้ตัวเก็บประจุ ร่วมกับอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟ เช่น OTA-C Filters, Do-CCCII และ CCCCTA เป็นต้น ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ กับแบบพาสซีฟ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ประเภทของวงจรกรองความถี่และย่านการตอบสนองความถี่

2.2 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

วงจรกรองแถบความถี่ผ่านจะทำหน้าที่ส่งผ่านความถี่ในช่วงแถบความถี่ผ่าน ในขณะที่จะกำจัดความถี่ที่อยู่ด้านข้างของแถบความถี่นี้ แถบความถี่ผ่านจะเริ่มจาก ω_{pl} ไปจนถึง ω_{pu} และมีการส่งผ่านอย่างน้อย G_{min} (dB) ส่วนแถบกำจัดความถี่ทั้งสองด้าน คือจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตรงถึง ω_{sl} และจาก ω_{su} ถึงความถี่อนันต์ ซึ่งจะมีการส่งผ่านไม่เกิน G_{max} (dB) ดังแสดงในรูปที่ 2

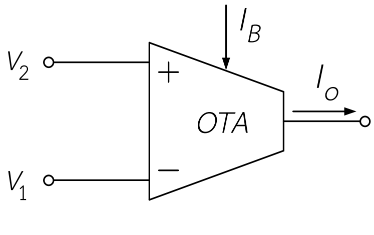


รูปที่ 2 ลักษณะสมบัติของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

2.3 ตัวขยายความนำถ่ายโอน

ตัวขยายความนำถ่ายโอน (Operational Transconductance Amplifier; OTA) [2] มีสัญลักษณ์แสดงไว้ดังรูปที่ 3 เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่มีกระแสเอาต์พุตเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของแรงดันอินพุต ซึ่งก็คือทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสที่ถูกควบคุมด้วยแรงดัน

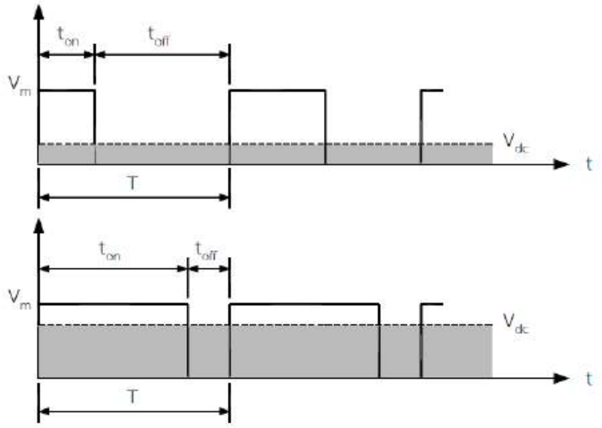
นอกจากนี้อัตราส่วนของแรงดันอินพุตกับกระแสเอาต์พุตสามารถควบคุมด้วยกระแสไบแอสจากภายนอก และยังมีแบนด์วิดธ์ที่สูงกว่าออปแอมป์ โดย OTA นิยมใช้ในงานหลายด้าน เช่น วงจรที่ใช้แรงดันต่ำ และวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ เป็นต้น



รูปที่ 3 สัญลักษณ์ของวงจรขยายความนำถ่ายโอน

2.4 วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า

รูปคลื่นของสัญญาณความถี่ที่ถูกป้อนเข้ามาทางด้านอินพุตจะมีลักษณะเป็นรูปคลื่นแบบสี่เหลี่ยม (Square Wave) ซึ่งโดยปกติค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟตรง (V_{dc}) จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามค่าของความถี่แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าดิวตี้ไซเกิ้ล (Duty Cycle, D) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าเวลาในช่วงมีสัญญาณบวก (t_{on}) ต่อค่าคาบเวลา (T) ของความถี่นั้นๆดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แรงดันไฟตรงเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปตามดิวตี้ไซเกิ้ล

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ยจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าดิวตี้ไซเกิ้ลซึ่งสามารถคำนวณได้ดังในสมการที่ (1)

$$V_{dc} = V_m \frac{t_{on}}{T} = V_m \cdot D \qquad (1)$$

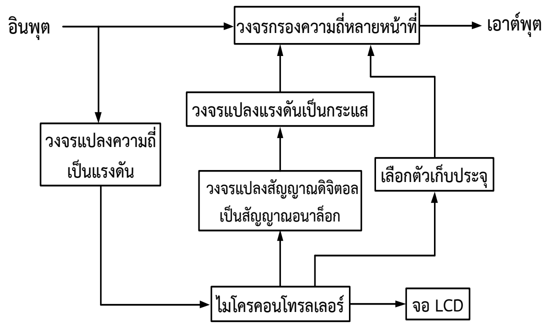
แต่ในทางปฏิบัติค่าดิวตี้ไซเกิ้ลของสัญญาณความถี่ที่ป้อนเข้ามาจะมีค่าคงที่ ดังนั้นในการแปลงผันความถี่เป็นแรงดันไฟตรงจึงต้องใช้การกำหนดค่าเวลาคงที่ (t_w) โดยใช้สัญญาณที่ขอบขาขึ้นหรือขอบขาลงของสัญญาณความถี่ที่ป้อนเข้ามาเป็นตัวกำหนด เมื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ (t_w) ให้เกิดขึ้นทุก ๆ ขอบขาขึ้นของสัญญาณความถี่ที่ป้อนเข้ามาทางด้านอินพุต (V_i) ดังนั้นเมื่อความถี่ของสัญญาณที่ป้อนเข้ามาเกิดการเปลี่ยนแปลง ก็จะส่งผลให้สัญญาณที่ออกมาทางเอาท์พุต (V_o) เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าดิวตี้ไซเกิ้ลไปตามความถี่ของสัญญาณที่ป้อนเข้ามาทางด้านอินพุต

สำหรับวงจรที่ทำหน้าที่กำหนดค่าเวลาคงที่ (t_w) ก็คือวงจรโมโนเสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ (Mono Stable Multivibrator Circuit) ซึ่งส่งผลให้แรงดันไฟตรงเฉลี่ยเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสัญญาณที่ป้อนเข้ามาด้วยเช่นเดียวกัน สัญญาณที่ออกจากวงจรโมโนเสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ จะถูกป้อนเข้ายังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) เพื่อทำให้แรงดันไฟตรงเฉลี่ยมีความราบเรียบมากขึ้นเพื่อนำไปใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งในปัจจุบันสามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปชนิดแทคโคมิเตอร์ (Tachometer) ในการแปลงความถี่เป็นแรงไฟฟ้า จึงทำให้ง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น

3. วิธีการออกแบบ

ใช้ไอซีชนิดแทคโคมิเตอร์ (Tachometer IC) เพื่อแปลงความถี่ไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าจากนั้นป้อนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบค่าความถี่ของสัญญาณอินพุต และทำการคำนวณค่ากระแสในการปรับความถี่คัตออฟของวงจรกรองความถี่ ทำให้เครื่องกรองความถี่สามารถปรับความถี่คัตออฟได้อัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้ย่านความถี่ย่านที่ต้องการให้ผ่านเปลี่ยนแปลงตามความถี่คัตออฟ [3]

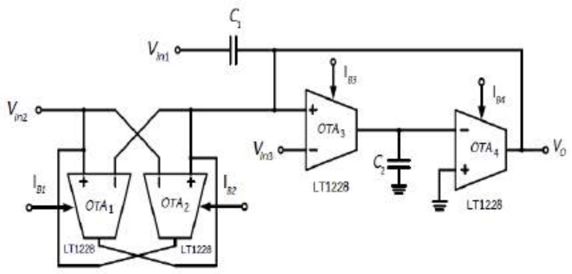
จากแนวคิดการสร้างเครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้ สามารถอธิบายหลักการทำงานด้วยผังการทำงานดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผังการทำงานของเครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้

3.1 วงจรกรองความถี่โหมดแรงดันหลายหน้าที่โดยใช้ OTA

พิจารณาแรงดันเอาท์พุต ของวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่ [4] ดังแสดงในรูปที่ 6 สามารถอธิบายหลักการทำด้วยสมการ ดังแสดงในสมการที่ (2)



รูปที่ 6 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่โดยใช้ OTA

$$V_o = \frac{V_{in1}s^2C_1C_2 + V_{in2}sC_2G_1 + V_{in3}g_{m3}g_{m4}}{s^2C_1C_2 + sC_2G_1 + g_{m3}g_{m4}} \quad (2)$$

จากสมการที่ (2) เมื่อทำการเลือกใช้งานฟังก์ชันการกรองความถี่แบนด์พาส $V_1 = V_3 = 0$ และ $V_2 = V_{in}$ ดังแสดงในสมการที่ (3)

$$V_o = \frac{V_2sC_2G_1}{s^2C_1C_2 + sC_2G_1 + g_{m3}g_{m4}} \quad (3)$$

จากสมการที่ (3) เพื่อความสะดวกต่อการออกแบบ กำหนดให้ $C_1 = C_2 = C$; $G_1 = g_{m1} = g_{m2} = g_1$ และ $g_{m3} = g_{m4} = g_2$ ดังแสดงในสมการที่ (4)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{sg_1/C}{s^2 + \frac{g_1}{C} + \frac{g_2^2}{C^2}} \quad (4)$$

จากสมการที่ (4) ทำการ Impedance scaling ดังแสดงในสมการที่ (5) และ สมการที่ (6)

$$\frac{\omega_p}{Q_p} = \frac{g_1}{C} \quad (5)$$

$$g_1 = \frac{2\pi f_c C}{Q_p} \; ; \; \omega_p = 2\pi f_C \quad (6)$$

จากสมการที่ (6) เมื่อทำการ Frequency Scaling จะได้เป็นสมการที่ (7) และ สมการที่ (8)

$$\omega_p = \frac{g_2}{C} \quad (7)$$

$$g_2 = 2\pi f_c C \; ; \; \omega_p = 2\pi f_C \quad (8)$$

เลือกใช้โอทีเอเบอร์ LT1228 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างกระแส ไบแอสกับค่าความนำถ่ายโอน ดังแสดงในสมการที่ (9)

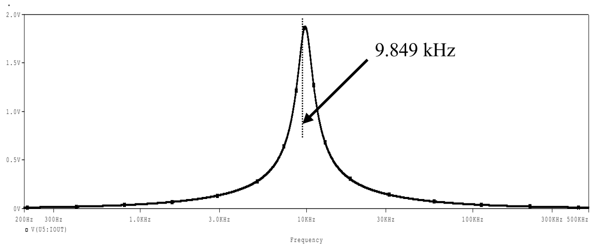
$$g = 10 * I_{bias} \quad (9)$$

จากสมการที่ (6) และสมการที่ (8) ได้ความถี่คัตออฟ 10 kHz และพารามิเตอร์ต่างๆมีค่าดังนี้ เมื่อกำหนดให้ C = 10 nF จะได้ค่ากระแส $i_{b1} = i_{b2}$ = 12.6 µA และ $i_{b3} = i_{b4}$ = 62.8 µA

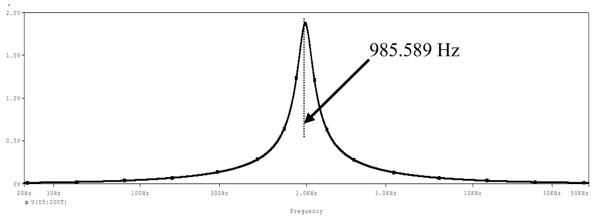
4. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของเครื่องกรองความถี่ที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE โดยกำหนดให้ OTA ทำงานที่แรงดัน ±12V ใช้ตัวเก็บประจุ $C_1 = C_2$ = 1 nF โดยมีขนาดแรงดันอินพุตมีเท่ากับ 2 V_{pp} และตั้งความถี่ของแรงดันอินพุตไว้ที่ 100

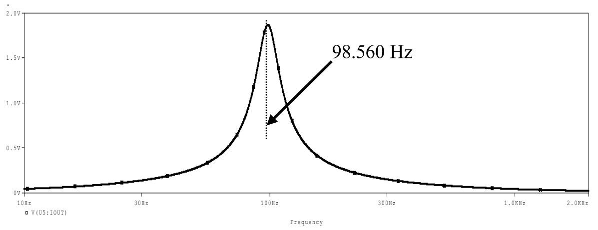
Hz, 1 kHz และ 10 kHz ตามลำดับ ผลการจำลองการทำงานดังแสดงในรูปที่ 7 รูปที่ 8 และรูปที่ 9



รูปที่ 7 คุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ที่ความถี่ของสัญญาณอินพุตมีค่าเท่ากับ 10 kHz



รูปที่ 8 คุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ที่ความถี่ของสัญญาณอินพุตมีค่าเท่ากับ 1 kHz



รูปที่ 9 คุณสมบัติของวงจรกรองความถี่ที่ความถี่ของสัญญาณอินพุตมีค่าเท่ากับ 100 Hz

จากผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 7, 8 และ 9 สามารถคำนวณค่าผิดพลาดในการเลือกความถี่คัตออฟ ดังแสดงในสมการที่ (10)

$$\%\,Error = \left(\frac{Input\ Frequency - Cut\ Off\ Frequency}{Input\ Frequency}\right) \times 100 \qquad (10)$$

จากสมการที่ (10) ถ้าตั้งความถี่ของแรงดันอินพุตไว้ที่ 100 Hz ค่าความถี่คัตออฟดังแสดงในรูปที่ 7 มีค่าเท่ากับ 98.56 Hz จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 1.44 %

จากสมการที่ (10) ถ้าตั้งความถี่ของแรงดันอินพุตไว้ที่ 1 kHz ค่าความถี่คัตออฟดังแสดงในรูปที่ 8 มีค่าเท่ากับ 985.589 Hz จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 1.44 %

จากสมการที่ (10) ถ้าตั้งความถี่ของแรงดันอินพุตไว้ที่ 10 kHz ค่าความถี่คัตออฟดังแสดงในรูปที่ 9 มีค่าเท่ากับ 9.849 kHz จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 1.51 %

5. สรุป

เครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้มีรูปแบบการตอบสนองทางความถี่ตามทฤษฎีของวงจรกรองความถี่แบบแบนด์พาส และมีค่าผิดพลาดในการเลือกความถี่คัตออฟโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.46% ซึ่งเครื่องกรองความถี่ที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการ และยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษา สำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาเครื่องกรองความถี่เครื่องต่อไปให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] Gobind Daryanani, Principles of Active Network Synthesis and Design, New York: John Wiley & Sons, 1976.

[2] Edwin W. Greeneich, Analog Integrated Circuits. New York : Chapman & Hall, 1997, pp. 183-184.

[3] มนตรี ศิริปรัชญานันท์ และ วินัย ใจกล้า, “ วงจรกรองความถี่โหมดแรงดันหลายหน้าที่โดยใช้วงจรขยายความนำถ่ายโอน,” การสัมมนาทางวิชาการทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, หน้าที่ 857-863, 2551.

[4] บุญเรือง วังศิลาบัตร และ เสถียร ธัญญศรีรัตน์, “การออกแบบวงจรแปลงผันความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าราคาถูก,” สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี ปทุมวัน, 2557.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

Development of Low-Cost Visual Instrumentation for Radiation Pattern Measurement of Antenna

กนกวรรณ เรืองศิริ[1] พินิจ เนื่องภิรมย์[2] สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[3]
[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา สำนักพระราชวัง สนามเสือป่า เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 128 ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
[3] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ งานวิจัยประกอบด้วยส่วนของโปรแกรมคำนวณคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อข้อมูลผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน้าที่ควบคุมองศาการหมุนในการรับพลังงานของคลื่นและวงจรการตรวจจับความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายอากาศและวงจรแปลงคลื่นความถี่เป็นค่าแรงดันสำหรับการนำไปใช้ประมวลผล ผลการทดสอบพบว่า เครื่องมือวัดเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นให้ผลการวัดที่ใกล้เคียงกันกับผลที่ได้จากการโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ และความสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎีที่สามารถนำผลงานวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา ค้นคว้าและการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องมือวัดเสมือนจริง, การวัดแบบรูปการแผ่พลังงาน, สายอากาศ

Abstract

This article describes a development of low-cost visual instrumentation for radiation pattern measurement of antenna. Research tool consists of a calculating computer program that links data to microcontroller board for controlling the directional rotation in receiving wave energy, and a field strength detected circuit using constructed antennas and a frequency to voltage conversion circuit. The research data shown that the measured result of developed visual instrumentation is consistent to commercial simulator and theory. Thus, this research can be used to apply in studying, researching, and teaching of telecommunication engineering as efficiently.

Keywords: Visual Instrumentation, Radiation Pattern Measurement, Antenna

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบการสื่อสารมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระบบการสื่อสารไร้สาย (Wireless communication) ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีสายอากาศจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่มีนักวิจัยให้ความสนใจมาอย่างต่อเนื่อง สำหรับการพัฒนาสายอากาศส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อการวัดและหาค่าเกณฑ์การขยาย ตลอดจนการวิเคราะห์แบบรูปการแผ่พลังงาน (Radiation pattern) หรือแบบรูปสายอากาศ (Antenna pattern) ซึ่งเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือรูปภาพที่ใช้แสดงคุณสมบัติการแผ่พลังงานของสายอากาศซึ่งเป็นฟังก์ชันพิกัดระยะห่าง คำนวณและแสดงค่าสนามระยะไกลในรูปของฟังก์ชันของมุม θ และ ϕ โดยทั่วไปแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ [1] จะมีลักษณะเป็นภาพสามมิติ แต่อาจใช้เพียงระนาบบางระนาบแสดงในรูปภาพสองมิติที่อ้างอิงตามระนาบหลัก E และ H

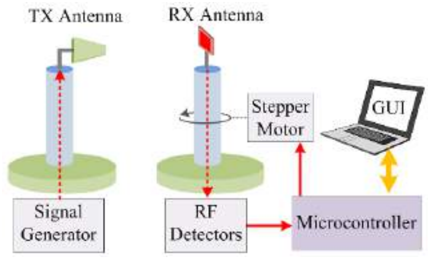
นอกจากนั้นที่ผ่านมามีนักวิจัยพัฒนาระบบการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศมาอย่างต่อเนื่อง เช่น ธรรมรัตน์และคณะ [2] ได้พัฒนาระบบการวัดแบบรูปสายอากาศระยะใกล้โดยการกวาดวัดข้อมูลของสายอากาศในบริเวณสนามระยะใกล้แบบระนาบที่ใช้เทคนิคเฮทเทอโรดายน์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณแบบรูปของสายอากาศระยะไกล และลดความถี่ของสัญญาณและการแปลงฟูริเยร์อย่างเร็ว วิธีการที่นำเสนอสามารถลดพื้นที่ในการวัดและสามารถใช้ออสซิลโลสโคปวัดแทนเครื่องมือที่มีราคาสูงได้ สังวรและคณะ [3] ได้ทำการพัฒนาชุดทดลองการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสายอากาศที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรม LabVIEW สำหรับควบคุมและแสดงผลลัพธ์ของคำตอบ

อย่างไรก็ตามวิธีการที่กล่าวไปข้างต้น มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันตามรูปแบบของการใช้งานและเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีจำกัด ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้พัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มีต้นทุนต่ำ โครงสร้างไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนเป็นส่วน

สำคัญในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาเทคโนโลยีสายอากาศที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับกับความต้องการในภาคอุตสาหกรรมในอนาคต

2. การวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

ระบบการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ใช้หลักการทางทฤษฎี [1] ร่วมกับการเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ โดยมีหลักการของการออกแบบระบบ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวคิดการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

รูปที่ 1 แสดงหลักการของระบบการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ที่ประกอบไปด้วย แหล่งกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) สายอากาศภาคส่ง (TX Antenna) สายอากาศภาครับ (RX Antenna) ระบบควบคุมการหมุนด้วยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ภาคตรวจจับกำลังของคลื่นความถี่วิทยุ (RF detectors) โดยทั้งสองระบบถูกเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมและรับสัญญาณ จากนั้นการเชื่อมต่อข้อมูลทั้งหมดจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรับและส่งไปประมวลผลโดยใช้ส่วนของการคำนวณและแสดงผลที่เป็นโปรแกรม MATLAB ผ่านฟังก์ชันของ GUI ที่พัฒนาขึ้น

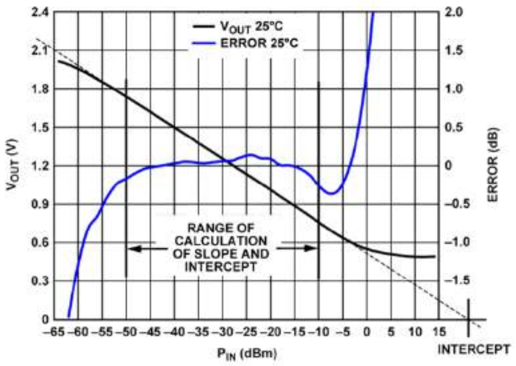
3. การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริง

การออกแบบชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้ในการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่สามารถรองรับกับอุปกรณ์ที่มีใช้ในประเทศและเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 เครื่องมือวัดเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น

การออกแบบชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 2 จะประกอบด้วยอุปกรณ์และวงจรต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับประกอบเป็นชุดของเครื่องมือวัดเสมือนจริง ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino-Uno R3 [4] ที่ใช้ไอซี ATmega 328 เป็นส่วนการประมวลผลที่มีการติดต่อสัญญาณดิจิตอล I/O จำนวน 14 ขา สัญญาณแอนาล็อกอินพุตจำนวน 6 ขา สำหรับใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เซนเซอร์และการสั่งการอุปกรณ์มอเตอร์ รวมไปถึงการรับ-ส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สำหรับการตรวจจับกำลังของคลื่นความถี่วิทยุที่ส่งมาจากเครื่องส่ง จะเลือกใช้บอร์ดตัวจับกำลังของคลื่นความถี่วิทยุ ไอซี AD8318 ที่ประกอบมาบนบอร์ดสำเร็จรูป [5] โดยสัญญาณเอาต์พุตของวงจรจะให้ผลเป็นแรงดันตั้งแต่ 0-2.1 โวลต์ ที่สามารถแปลงค่าแรงดันให้เป็นกำลังคลื่น (dBm) โดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากกราฟ แสดงในรูปที่ 3

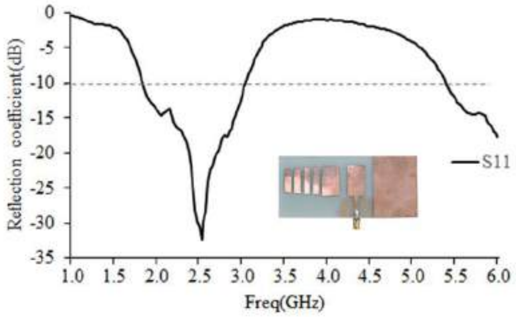


รูปที่ 3 กราฟแรงดันเอาต์พุตเปรียบเทียบกับกำลังของคลื่น

การออกแบบชุดควบคุมการหมุนของสายอากาศจะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ขับเคลื่อนการหมุนด้วยสัญญาณพัลส์ โดยโครงสร้างภายในนั้นจะประกอบไปด้วย ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ (Stator) ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีขดลวดพัน เมื่อมีกระแสผ่านขดลวดจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการหมุนเกิดขึ้น สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์กระแสตรงรุ่น 28BYJ ร่วมกับบอร์ดขับมอเตอร์รุ่น ULN2003 ที่สามารถควบคุมการหมุนของสายอากาศได้ในระยะทางหมุนรอบตัวเองตั้งแต่ 0-360 องศา

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น สำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ที่เลือกใช้อุปกรณ์ประเภทเราท์เตอร์ไวไฟ (Wi- Fi Router) ยี่ห้อ Edimax รุ่น BR-6428nC ที่สามารถรองรับการกระจายสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE 802.11b/g/n. ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบสายอากาศภาคส่งที่ต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดสัญญาณในย่านความถี่ 2.4 – 2.485 GHz โดยออกแบบสายอากาศเป็นแบบคล้ายยากิ (Quasi-Yagi Antenna) ที่สามารถรองรับกับการแพร่กระจายคลื่นแบบทิศทาง (Directional Antenna) โดยอาศัยหลักการของสายอากาศแบบขั้วเดี่ยวที่มีการป้อนสัญญาณด้วยสายส่ง

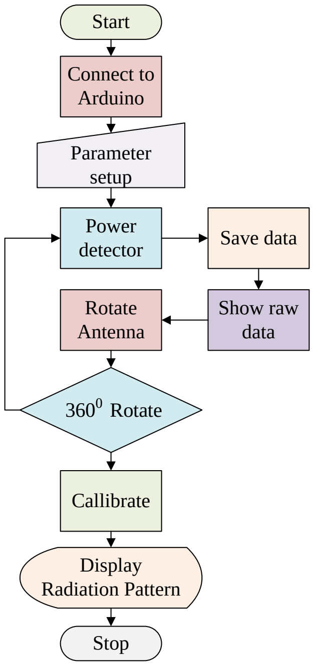
ไมโครสตริป ร่วมกับโครงสร้างของสายอากาศแบบยากิ-อูดะ [6] ซึ่งผลการทำงานของสายอากาศที่พัฒนาขึ้น สามารถตอบสนองในช่วงความถี่ 1.85 – 3.05 GHz แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลการตอบสนองของสายอากาศที่พัฒนาขึ้น

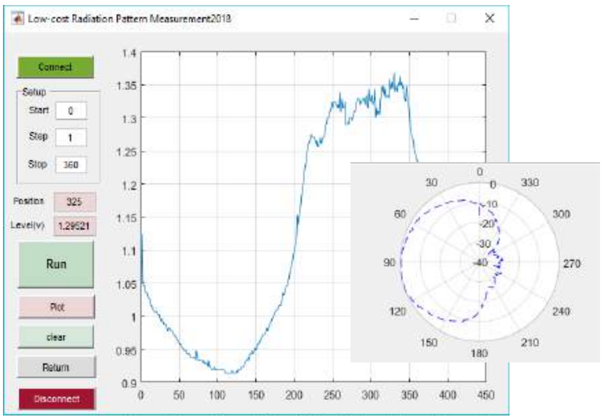
4. การพัฒนาโปรแกรมคำนวณและแสดงผล

โปรแกรมคำนวณและแสดงผลที่ใช้สำหรับการรับค่าจากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ผ่านพอร์ต USB เพื่อนำค่าที่ได้ไปประมวลผลและแสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ฟังก์ชันส่วนประสานงานทางกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface: GUI) ของโปรแกรม MATLAB โดยมีหลักการทำงาน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หลักการทำงานของโปรแกรมคำนวณและแสดงผลที่พัฒนาขึ้น

กระบวนการทำงานของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นแสดงตามรูปที่ 6 โดยเริ่มจากการเชื่อมต่อโปรแกรมเข้ากับบอร์ดไมโคร-คอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการติดต่อรับ-ส่งข้อมูลจากผู้ใช้งานไปยังอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นทำการกำหนดพารามิเตอร์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำงาน เช่น ค่าความถี่เริ่มต้น (Start) ความถี่สิ้นสุด (Stop) และระดับของการหมุน (Step) ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ รวมไปถึงปุ่มเริ่มการทำงานและปุ่มต่างๆที่เกี่ยวข้อง จากนั้นโปรแกรมจะอ่านค่าแรงดันที่รับได้จากสายอากาศรับ ผ่านบอร์ดตรวจจับกำลังคลื่นความถี่วิทยุเข้าไปยังขารับสัญญาณแบบแอนาล็อกของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ส่งไปยังโปรแกรมคำนวณสำหรับบันทึกเป็นข้อมูลในแต่ละองศา พร้อมทั้งแสดงค่าที่รับได้ผ่านกราฟบนหน้าต่างโปรแกรม เมื่อครบกระบวนการโปรแกรมจะสั่งให้มอเตอร์ทำการหมุนไปในตำแหน่งที่กำหนด แล้วทำการรับค่าจากสายอากาศเพื่อบันทึกและแสดงผลจนกว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะทำการหมุนครบรอบ เมื่อครบรอบที่กำหนดแล้วค่าแรงดันที่วัดได้ทุกองศาจะถูกนำไปคำนวณเพื่อหาค่าสูงสุด ต่ำสุด สำหรับแปลงเป็นพลังงานที่รับได้และแสดงผลผ่านกราฟต่อไป ลักษณะตัวอย่างของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แสดงดังรูปที่ 6



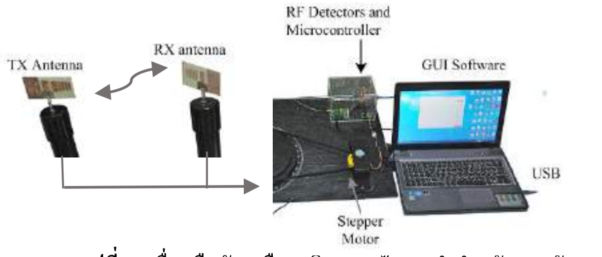
รูปที่ 6 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณที่พัฒนาขึ้น

โปรแกรมคำนวณและแสดงผลที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ฟังก์ชันส่วนประสานงานทางกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface: GUI) ของโปรแกรม MATLAB มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) การเชื่อมต่อ (Connected) สำหรับในการการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์เข้ากับโปรแกรมคำนวณ 2) การการตั้งค่า (Setup menu) สำหรับใช้ในการปรับองศาหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ค่าความถี่เริ่มต้น (Start) ความถี่สิ้นสุด (Stop) และการปรับระดับการหมุน (Step) ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 3) การแสดงผล (Display) ที่แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ตำแหน่งที่สเต็ปเปอร์ มอเตอร์หมุน (Position) ค่าของแรงดันที่อ่านได้ (Level) และกราฟแสดงผล และ 4) ปุ่มควบคุม (Control Button) ประกอบด้วย ปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม ปุ่ม Plot สำหรับแสดงแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ปุ่ม Clear สำหรับลบข้อมูลต่างๆที่เกิดขึ้น ปุ่ม Return สำหรับการสั่งให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนย้อนกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น และปุ่ม Disconnect สำหรับการยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์กับโปรแกรมคำนวณ

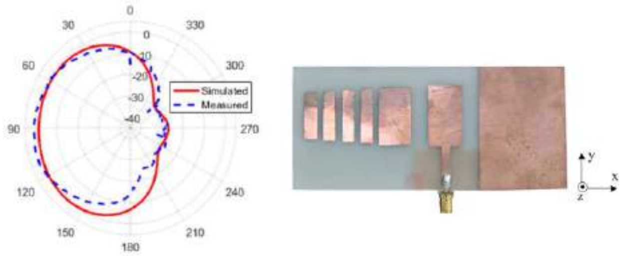
5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ 1) การพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำ และ 2) การวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศทดสอบ (Antenna Under Test: AUT) ที่ประกอบไปด้วยสายอากาศแบบทิศทาง และสายอากาศแบบคล้ายสองทิศทาง ทำการวัดและเปรียบเทียบกับผลของโปรแกรมจำลอง

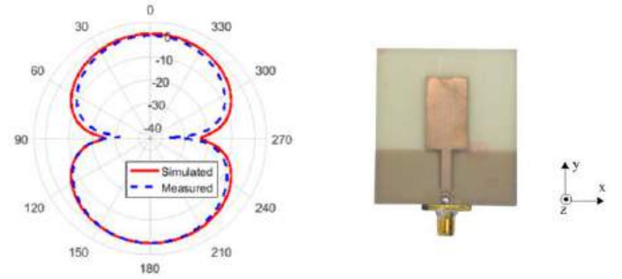
ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศดังรูปที่ 7 ที่แสดงถึงการติดตั้งสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดแบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น โดยการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเข้ากับสายอากาศส่งในภาครับ การเชื่อมต่อสายอากาศภาครับเข้ากับบอร์ดตรวจจับกำลังคลื่นความถี่วิทยุ โดยเอาต์พุตของบอร์ด จะถูกเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์(Arduino รุ่น Uno R3) และการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสายต่อแบบ USB



รูปที่ 7 เครื่องมือวัดเสมือนจริงแบบต้นทุนต่ำสำหรับการวัด



รูปที่ 8 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบทิศทาง



รูปที่ 9 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแบบคล้ายสองทิศทาง

สายอากาศทดสอบ ออกแบบและสร้างบนแผ่นวงจรพิมพ์ FR4 ความหนา 1.6 มิลลิเมตร ที่ความถี่กลาง 2.45 GHz ผลการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสาอากาศตัวที่หนึ่ง (รูปที่8) ในระนาบ xz พบว่ามีแบบรูปการแผ่พลังงานแบบทิศทางเดียว และผลการวัดที่ได้มีความสอดคล้องกันเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ ในทำนองเดียวกันกับสายอากาศทดสอบตัวที่สอง แสดงในรูปที่ 9 พบว่า ผลที่ได้จากการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานโดยใช้เครื่องมือวัดเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นมีแบบรูปการแผ่พลังงานแบบคล้ายสองทิศทาง ในระนาบ xz และมีความสอดคล้องกันกับโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ เช่นกัน

6. สรุปผล

บทความวิจัยนี้นำเสนอ การพัฒนาและสร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำหรับการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ ที่เลือกใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศ หาซื้อได้ง่าย โครงสร้างไม่ซับซ้อน และมีต้นทุนต่ำ เหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของสายอากาศ หรือใช้สำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมสายอากาศ ผลการพัฒนาเครื่องมือวัดเสมือนจริงจะให้ผลที่ถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎีและมีสอดคล้องกับโปรแกรมจำลองเชิงพานิชย์ ที่มีค่าผิดพลาดไม่มากกว่า ±5 % แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยีที่มีราคาถูก อาจส่งกระทบต่อเกณฑ์มาตรฐานในการวัดและการทดสอบ ที่จำเป็นต้องพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ศราวุธ ชัยมูล, วิศวกรรมสายอากาศ, พิมพ์ครั้งที่ 2, ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

[2] ธรรมรัตน์ สุกใส, เวช วิเวก และประยุทธ อัครเอกฒาลิน, “ระบบวัดแบบรูปสายอากาศระยะใกล้โดยใช้เทคนิคเฮทเทอโรดายน์และการแปลงฟูริเรย์อย่างเร็ว,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 16, ฉบับที่ 1, หน้า 38-42, 2549.

[3] สังวร กิตติวิทยาพงศ์, ฐิติพงศ์ เลิศวิริยะประภา และจุมพล อุดมชัยบรรเจิด “ชุดทดลองการวัดแบบรูปการแผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสายอากาศ,” ในงานประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 8, 2558, หน้า 180 – 185.

[4] A.Nayyar and V. Puri, “A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields,” in International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016.

[5] J. Cowles, “A Survey of Integrated RF Power Measurement and Control Components for Communications,” Bipolar/BiCMOS Circuits and Technology Meeting (BCTM), 2011.

[6] M.Wahib, A. Freundorfer and Yahia Antar, “A planar wideband Quasi-Yagi antenna with high gain and FTBR,” in International Workshop on Antenna Technology: Small Antennas, Innovative Structures, and Applications (iWAT), 2017.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด

Remoted Bomb Disposal Robot

สราญพงศ์ หนูยิ้มซ้าย[1] นิธิพร วรรณโสภณ[2]

กมลศรี กอเจริญ[3] ยศพล หาญพิชานันท์[4] อภิสิทธิ์ กลิ่นจันทร์[5]

[12]อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[345]นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[12]อีเมล์ : saranpong.noo@gmail.com, nitiporn.r@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด เป็นโครงงานของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด เพื่อนำหุ่นยนต์มาช่วยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด และเป็นการลดความสูญเสียต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยหุ่นยนต์มีระบบขับเคลื่อน ชุดแขนกลและปืนยิงแรงดันน้ำที่สามารถทำงานโดยการควบคุมด้วยรีโมทคอลโทรลแบบมีสายที่สามารถควบคุมระบบขับเคลื่อน ชุดแขนกลและปืนยิงแรงดันน้ำ เมื่อผู้ควบคุมต้องการสั่งการทำงานต่าง ๆ ของระบบหุ่นยนต์สามารถสั่งงานผ่านรีโมทคอลโทรลได้ในระยะที่ปลอดภัย โดยระบบจะมีไฟสัญญาณเพื่อแสดงสถานะพร้อมทำงานของปืนยิงแรงดันน้ำ และจะมีสัญญาณภาพส่งมายังผู้ควบคุม ณ บริเวณที่ปลอดภัย

ผลจากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดนั้น สามารถช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานหรือเจ้าหน้าที่สามารถเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด ได้อย่างปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินมากยิ่งขึ้น และยังลดต้นทุนในการนำเข้าของหุ่นยนต์ราคาแพงจากต่างประเทศ เพื่อนำมาใช้ในระหว่างปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ รีโมทคอลโทรล แขนกล ระบบขับเคลื่อน

Abstract

Bomb disposal robot was developed by students from Computer Science department, Faculty of Sciences and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya. The contributions of this project are to operate as remote presence for the bomb disposal experts and to reduce the risks or any hazardous for the officers. Our proposed robot consists of three main parts as follows, first the mechanical arm with high pressure water blasting gun that can be operated by wired remote control. The bomb disposal expert can control the robot within the safe distance. Second, the ready status light will be show when the robot is ready to perform disposal operations. Third, the monitoring system that sent live video to the officer. The experimental results are shown that the bomb disposal robot can support the bomb disposal operations and reduce risks in these tasks. The costs of proposed robot are lower than the imported robot from another countries.

Keywords: robot, remote control, mechanical arm, propulsion system

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีเหตุการณ์ก่อความไม่สงบ โดยเฉพาะการวางระเบิดใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้และในหลายพื้นที่ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เจ้าหน้าที่ตำรวจ ทหาร ชุดเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว ในขณะที่ทำการเก็บกู้วัตถุระเบิดแต่ละครั้ง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติมีความเสี่ยงอันตรายสูงในการเก็บกู้วัตถุระเบิดซึ่งอาจเกิดการสูญเสียได้ทุกขณะ จึงทำให้หน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ ได้จัดหาอุปกรณ์ที่สามารถปฏิบัติภารกิจแทนมนุษย์ได้ เพื่อลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ในขณะปฏิบัติภารกิจ

หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดเป็นทางเลือกหนึ่งของหน่วยงานและองค์กร ที่นำมาช่วยลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ในขณะปฏิบัติงาน แต่ด้วยหุ่นยนต์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงและงบประมาณในการจัดหาที่จำกัด จึงทำให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานของหน่วยเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดในกองกำกับการ 8 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน ได้ประดิษฐ์หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด แต่หุ่นยนต์ที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นนั้นมีระบบการควบคุมด้วยรีโมทแบบปุ่มกดซึ่งไม่สามารถปรับความเร็วการบังคับของทิศทางได้และมีขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่ขณะปฏิบัติภารกิจเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด

ดังนั้นด้วยความร่วมมือของอาจารย์ที่ปรึกษา นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศได้ร่วมมือกับเจ้าหน้าที่หน่วย EOD กองกำกับการ 8 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช มีการแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดขึ้น ซึ่งได้เล็งเห็นและตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว เพื่อใช้ในการปฏิบัติหน้าที่และสนับสนุนให้กับหน่วยงานที่ทำหน้าที่เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดภายใต้งบประมาณที่จำกัด แต่มีประสิทธิภาพและความสามารถเทียบเท่าหุ่นยนต์ซึ่งมีราคาแพงและนำเข้าจากต่างประเทศ

2. วิธีการดำเนินงาน

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงกระบวนการรวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างและพัฒนาหุ่นยนต์หน่วยงาน EOD (Explosive Ordnance Disposal) เพื่อนำความรู้มาต่อยอดด้วยเทคโนโลยีนวัตกรรม และสามารถประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด ด้วยกระบวนการสั่งงานผ่านรีโมทคอลโทรลได้ในระยะที่ปลอดภัย โดยระบบจะมีไฟสัญญาณเพื่อแสดงสถานะพร้อมทำงานของปืนยิงแรงดันน้ำ และจะมีสัญญาณภาพส่งมายังผู้ควบคุม ณ บริเวณที่ปลอดภัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและสร้างระบบตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลระบบหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด จากการศึกษาข้อมูลระบบหุ่นยนต์ พบว่าหุ่นยนต์ที่มีใช้อยู่ต้องใช้รีโมทแบบปุ่มกดและมีสายไฟหลายเส้นเพื่อบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งานและไม่สามารถปรับความเร็วจากการกดปุ่มได้เพียงครั้งเดียวและหุ่นยนต์ยังไม่มีระบบทำลายวัตถุระเบิดและแขนกลที่สามารถหยิบจับวัตถุได้ จึงทำให้เกิดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน

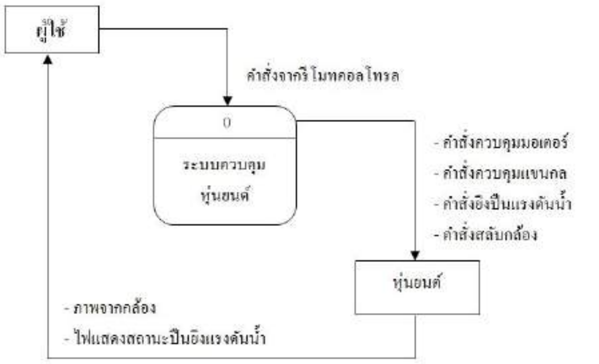
2. ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ สามารถระบุประเด็นสิ่งที่ควรพัฒนาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1) ประเด็นปัญหา :
   - หุ่นยนต์ต้องใช้รีโมทแบบปุ่มกด
   - มีขีดจำกัดในการควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์
   - ไม่มีระบบทำลายวัตถุระเบิดและแขนกล

2) ความต้องการของระบบ ระบุกระบวนการที่ใช้แก้ปัญหา ดังนี้
   - ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Board Mega 2560 สำหรับเป็นหน่วยประมวลผลกลางของระบบ
   - ชุดรีโมทคอลโทรลแบบมีสายประยุกต์ใช้ Joystick PlayStation 2
   - จอแสดงผล LED และกล้องมองหลังของรถยนต์แบบวัดระยะได้ ใช้สำหรับแสดงผลต่างๆ
   - บอร์ดควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ ใช้สำหรับควบคุมการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์
   - อุปกรณ์ตัดต่อวงจร Relay Board 12 โวลต์ 4 ช่องสัญญาณ เพื่อใช้ในการจุดฉนวนให้ปืนยิงน้ำแรงดันสูงทำงานและใช้สลับกล้องมองหลังของรถยนต์

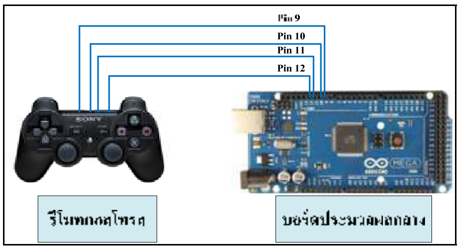
3. การออกแบบ

ระบบหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดมีการควบคุมระบบทั้งหมดผ่านรีโมทคอลโทรลการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบอิสระ จะมีกล้องมองหลังของรถยนต์ติดอยู่กับด้านหน้าของหุ่นยนต์ เพื่อใช้แสดงผลมายังจอภาพแอลอีดีของผู้ใช้งาน โดยหุ่นยนต์จะติดตั้งชุดแขนกลและปืนยิงน้ำแรงดันสูง เพื่อใช้ในการเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดผ่านรีโมทคอนโทรลทั้งหมด โดยแสดงภาพรวมและรายละเอียดจากผังบริบท ดังแสดงในรูปที่ 1

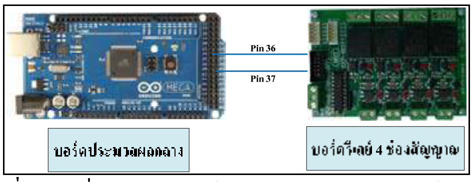


รูปที่ 1 แผนภาพบริบทหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด

แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้ระบบและการบังคับหุ่นยนต์ โดยผู้ใช้งานสามารถบังคับหุ่นยนต์ผ่านรีโมทคอนโทรลไปยังตัวหุ่นยนต์ โดยมีคำสั่งควบคุมมอเตอร์ คำสั่งควบคุมแขนกล คำสั่งยิงปืนแรงดันน้ำ หรือคำสั่งสลับกล้อง และส่งสัญญาณภาพจากกล้องมาแสดงผลยังผู้ใช้งานตามเงื่อนไขชุดคำสั่งของโปรแกรม

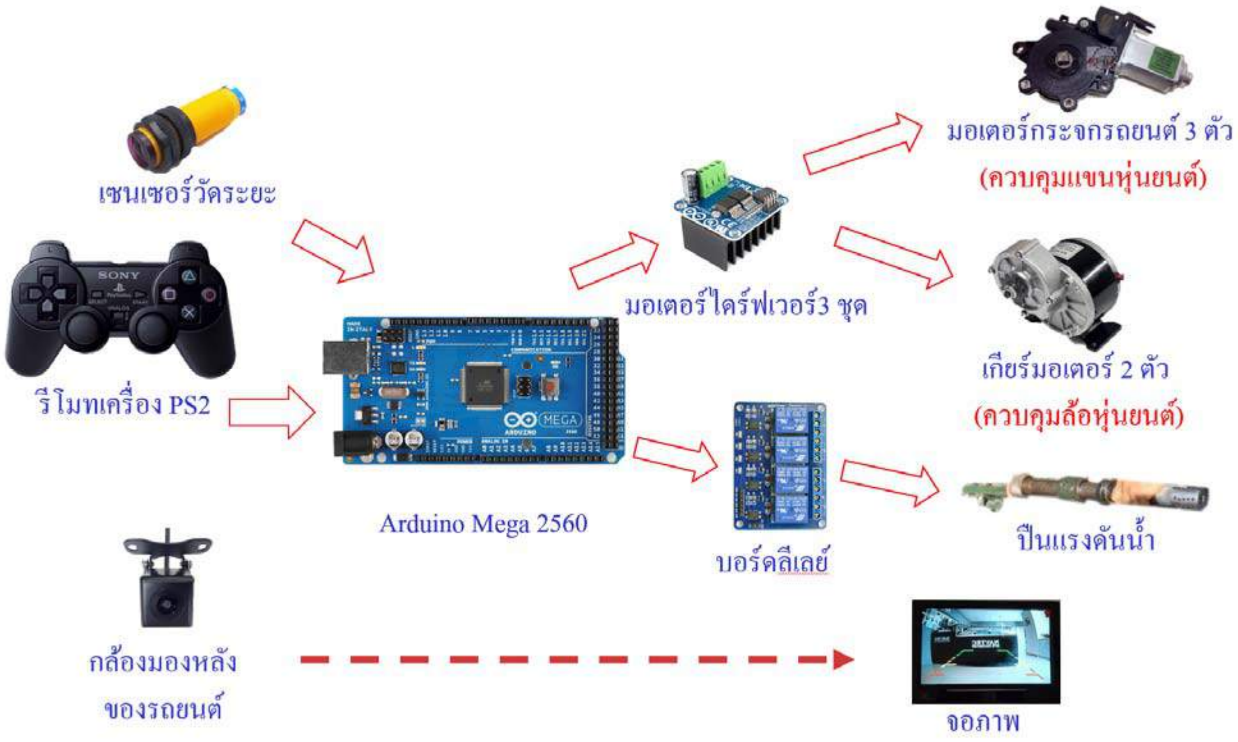


รูปที่ 2 การเชื่อมต่อของรีโมทคอลโทรลกับบอร์ดประมวลผลกลาง



รูปที่ 3 การเชื่อมต่อของบอร์ดประมวลผลกลางกับบอร์ดรีเลย์

การออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์โดยมีโครงสร้างฮาร์ดแวร์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

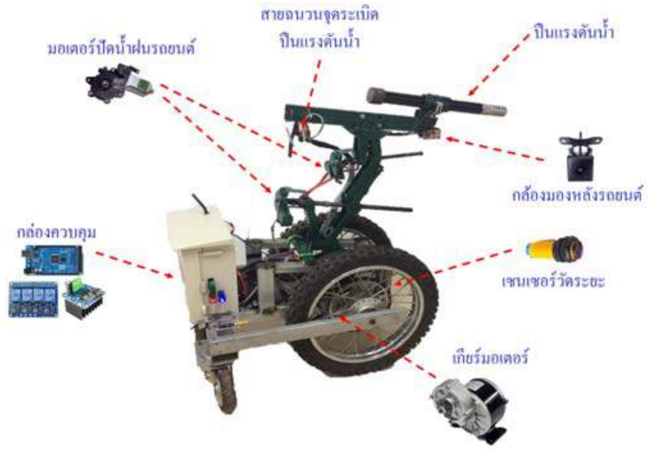


รูปที่ 4 โครงสร้างระบบหุ่นยนต์ด้านฮาร์ดแวร์

4. การพัฒนาระบบด้านซอฟต์แวร์ให้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์

งานวิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด มีขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาระบบทางด้านซอฟต์แวร์เป็นขบวนการแสดงผลของระบบการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ ชุดแขนกล ปืนยิงแรงดันน้ำ และการสลับกล้องของหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นการบังคับรีโมทคอลโทรลจากผู้ใช้งานในการกำหนดคำสั่งต่างๆ และมีแสดงสัญญาณภาพมาแสดงยังจอมอนิเตอร์ให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงระดับในการยิงปืนแรงดันน้ำและแสดงภาพในขณะขับเคลื่อนหุ่นยนต์ การกำหนดเงื่อนไขของระบบซึ่งจะประกอบด้วยระบบขับเคลื่อน ได้แก่ การปรับระดับความเร็วและการบังคับทิศทางอย่างอิสระ ระบบชุดแขนกล ปืนยิงแรงดันน้ำและการสลับกล้อง

รูปที่ 5 รีโมทบังคับมอเตอร์แขนกล



รูปที่ 6 ลักษณะของหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด

5. ประเมินผลการทำงานของระบบ

ได้ถ่ายทอดความรู้ด้วยการสาธิตและทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่ EOD เพื่อวัดประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจริงของกองกำกับการ 8 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

จำนวน 11 คน สรุปผลการประเมินได้ดังตารางที่ 1

แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด													
รายการ/ผู้ประเมินคนที่	ผู้ประเมินคนที่											$\bar{x}$	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1. ด้านโครงสร้าง													
1.1 วัสดุอุปกรณ์มีความแข็งแรงคงทน	4	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	3.91	0.54
1.2 ขนาดและน้ำหนักของหุ่นยนต์มีความเหมาะสม	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3.55	0.52
2. ด้านการใช้งาน													
2.1 ควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระผ่านรีโมทคอลโทรล	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4.73	0.47
2.2 หุ่นยนต์สามารถปรับความเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4.36	0.50
2.3 สามารถควบคุมแขนกลให้หยิบหรือจับวัตถุ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4.36	0.50
2.4 ปืนยิงแรงดันน้ำมีประสิทธิในการยิงที่แม่นยำ	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4.82	0.40
2.5 ความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	5	5	5	5	4	4	3	3	5	5	5	4.45	0.82
2.6 ความปลอดภัยของหุ่นยนต์ต่อการใช้งาน	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4.55	0.52
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์													
3.1 หุ่นยนต์มีประโยชน์ต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.91	0.30
3.2 ใช้ในการศึกษาและพัฒนาระบบงาน	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4.64	0.50
รวม												4.43	0.13

จากตารางที่ 1 แบบสอบถามจากความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด โดยรวมผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43

6. ผลและการอภิปรายผลการดำเนินงาน

ผลที่ได้จากการพัฒนาหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดขึ้น เพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในการเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด โดยสามารถควบคุมการทำงานต่างๆ ผ่านรีโมทคอลโทรล ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมระบบขับเคลื่อน ระบบแขนกล ปืนยิงแรงดันน้ำ และการสลับกล้องรถยนต์ โดยส่งสัญญาณภาพมายังจอมินิเตอร์ที่อยู่กับผู้ควบคุมหุ่นยนต์และมีสถานะการทำงานของปืนยิงแรงดันน้ำขณะพร้อมใช้งานผ่านหลอดไฟ LED

การทดลองระบบหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดนั้น คณะผู้วิจัยได้ทำการสร้างการควบคุมของรีโมทคอลโทรลแบบไร้สาย เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมและสะดวกต่อการใช้งานของระบบหุ่นยนต์สำหรับลักษณะของหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิด

หุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดได้ผ่านการทดสอบและทดลองใช้งานพบว่า ระบบควบคุมหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดโดยการใช้รีโมทคอลโทรลในการบังคับหุ่นยนต์ ได้ทั้งการควบคุมแบบใช้สายและควบคุมแบบไร้สายพบว่าระบบมีความสะดวกต่อการใช้งานและมีความปลอดภัยต่อการปฏิบัติงานจริงต่อเจ้าหน้าที่เก็บกู้วัตถุระเบิดของหน่วยงาน EOD ตามคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถนำจอยสติก (JoyStick PlayStation 2)มาดัดแปลงให้เป็นรีโมทคอลโทรลระบบหุ่นยนต์ ควบคุมหุ่นยนต์ผ่านสายรีโมทคอลโทรลสำหรับควบคุมระบบหุ่นยนต์เนื่องจากจอยสติกมีความอิสระในการบังคับทิศทางและการใช้งาน โดยใช้สายแลนชนิด CAT5E เป็นสายในการส่งสัญญาณไปยังบอร์ด Arduino Mega 2560 เพื่อประมวลผลและส่งค่าสัญญาณไปยังมอเตอร์ไดรเวอร์ให้ทำการควบคุมทิศทางหรือความเร็วของมอเตอร์เกียร์และอุปกรณ์อื่นๆ

2. สามารถควบคุมระบบขับเคลื่อน โดยการโยกปุ่มรีโมทได้อย่างอิสระ ทั้งเดินหน้าตรง ถอยหลังตรง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ถอยหลังเลี้ยวซ้าย ถอยหลังเลี้ยวขวา หมุนรอบตัวเองด้านซ้าย หมุนรอบตัวเองด้านขวา

3. สามารถสั่งควบคุมระบบแขนกลด้วยรีโมท โดยการกดปุ่ม R1,L1 เพื่อควบคุมมอเตอร์ B และปุ่ม R2,L2 เพื่อควบคุมมอเตอร์ A หากต้องการหยิบจับหรือปล่อยวัตถุต้องสงสัยต้องกดปุ่มลูกศรซ้ายและขวา

4. สามารถควบคุมปืนยิงแรงดันน้ำด้วยรีโมท โดยการกดปุ่ม X และ SELECT พร้อมกัน เพื่อทำการส่งสัญญาณไปยังบอร์ดรีเลย์ให้จุดฉนวนปืนยิงแรงดันน้ำ

5. สามารถควบคุมการการใช้งานของกล้องวงจรเพื่อดูภาพวัตถุระเบิดโดยการควบคุมการสลับกล้องด้วยรีโมท เพื่อทำการสลับสัญญาณภาพให้เป็นกล้อง 1 หรือกล้อง 2 ซึ่งจะมีสัญญาณจากรีโมทคอลโทรลส่งไปยังบอร์ดรีเลย์ 4 ช่องสัญญาณ ใช้ในการสลับสัญญาณภาพตามความต้องการของผู้ใช้งาน

6. สามารถใช้งานระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะ ที่ได้ทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ด้านหน้าของหุ่นยนต์ เพื่อทำการตรวจวัดระยะของวัตถุที่อยู่บริเวณด้านหน้าเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะได้รับค่าจากการสะท้อนของวัตถุในระยะที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะสามารถส่งสัญญาณดิจิตอลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์และไมโครคอนโทรเลอร์สั่งการให้บอร์ดมอเตอร์ไดรเวอร์ส่งค่าสัญญาณให้มอเตอร์เกียร์หยุดการทำงาน ทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถเดินหน้าต่อไปได้แต่ยังคงถอยหลังและบังคับได้อย่างปกติ

รูปที่ 7 เจ้าหน้าที่ EOD ร่วมทดสอบและประเมินระบบ

จากผลการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบควบคุมหุ่นยนต์เก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดดังกล่าว ทำให้หน่วยเก็บกู้และทำลายวัตถุระเบิดในกองกำกับการ 8 กองบังคับการฝึกพิเศษ กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การประยุกต์ใช้วัสดุชีวภาพย่อยสลายได้สำหรับออกแบบสายอากาศในระบบการสื่อสารไร้สายยุคใหม่

Application of Bio-Degradable Material for Antenna Design in Modern Wireless Communication System

ธนาการ หอมสาย[1] วิภู ศรีสืบสาย[1*] ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์: 0-2329-8339
E-mail: wipoo.sr@kmitl.ac.th, h.thanakorn777@gmail.com
[2]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์: 0-2329-8321 E-mail: kpchuwong@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานวัสดุชีวภาพย่อยสลายได้เพื่อเป็นส่วนประกอบในการสร้างสายอากาศสำหรับเทคโนโลยีไร้สายยุคใหม่ โดยพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการออกแบบสายอากาศที่นำเสนอ โดยผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยกระบวนการกดอัดและทดสอบค่าไดอิเล็กตริกด้วยเครื่องมือมาตรฐาน สายอากาศที่นำเสนอมีขนาด 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร โดยมีความหนาขนาด 1 มิลลิเมตร โดยสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้ที่นำเสนอมีย่านความถี่การใช้งานครอบคลุม 1.78-2.80 กิกะเฮิรตซ์ ค่าอัตราขยายเฉลี่ยเท่ากับ 3.119 dBi และมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นใกล้เคียงกับแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นแบบรอบทิศทาง

คำสำคัญ: สายอากาศ, วัสดุชีวภาพย่อยสลายได้, เทคโนโลยีไร้สาย

Abstract

This article describes a using of biodegradable material to be an antenna fabrication applied for modern wireless communication technology. Polybutylene succinate is performed as an important material for an antenna design. The proposed material was formed by using compression molding. The dielectric constant was measured by using standard device. The proposed antenna size is 50 mm x 50 mm with the thickness of 1 mm. The proposed antenna has the operating frequency between 1.78-2.80 GHz and having the average gain of 3.119 dBi with omnidirectional-like radiation pattern.

Keywords: Antenna, Bio-Degradable Material, Wireless Communication Technology

1. บทนำ

จากความก้าวหน้าและการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีในปัจจุบันเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานที่มากขึ้นของมนุษย์ ทำให้อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆและอิเล็กทรอนิกส์หลากหลายรูปแบบถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีถูกปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองความสามารถและโครงสร้างที่เปลี่ยนไปของของเทคโนโลยีนั้น โดยเทคโนโลยีหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบันที่เราไม่สามารถปฏิเสธได้นั้นคือ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Communication Technology) [1] แทบจะกล่าวได้ว่าในทุกๆวันจะมีเทคโนโลยีที่ผลิตมาปรับปรุงหรือแทนที่เทคโนโลยีเดิมในทุกวัน

องค์ประกอบเบื้องต้นของระบบการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายนั้นคือภาคส่ง (Transmitter) ภาครับ (Receiver) และตัวกลาง (Medium) โดยการรับส่งสัญญาณในระบบการติดต่อสื่อสารไร้สายนั้นสิ่งที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือสายอากาศ (Antenna) ซึ่งสายอากาศฝั่งส่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนทางด้านรับสายอากาศจะเปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นพลังงานไฟฟ้า [2]

เมื่อเทคโนโลยีไร้สายมีการเปลี่ยนแปลงเทคนิคและอุปกรณ์อย่างรวดเร็ว อีกทั้งข้อจำกัดของอายุการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์[3] ทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-waste) จำนวนมาก เนื่องจากชิ้นส่วนหลายชิ้นไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวกำลังเป็นประเด็นที่ทั่วโลกกำลังวิตกกังวล โดยส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารไร้สายนั้นคือสายอากาศ ซึ่งส่วนมากจะมีส่วนประกอบทางโครงสร้าง ที่สร้างจากแผ่นวงจรพิมพ์และวัสดุพลาสติกประเภท epoxy, FR-4, PET, PE ซึ่งเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติได้ยาก

ในบทความนี้พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเป็นส่วนประกอบในการออกแบบสายอากาศ โดยพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เนื่องจาก เป็นพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิเอสเตอร์

ที่สามารถย่อยสลายได้ (Bio-Degradable Plastic) [3] ซึ่งมีคุณสมบัติที่มีความยืดหยุ่น สามารถโค้งงอได้ ทนความร้อนได้ ขึ้นรูปได้ง่ายและมีความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม [4] ในบทความนี้จะกล่าวถึงตั้งแต่ขั้นตอนและกระบวนการในการขึ้นรูปพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต เพื่อใช้เป็นวัสดุฐานรอง หลังจากนั้นทำการออกแบบสายอากาศที่มีส่วนประกอบของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

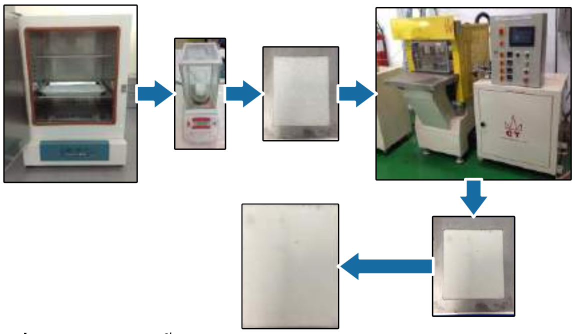
โดยในบทความนี้จะประกอบไปด้วย ส่วนที่ 2 หลักการ ขั้นตอน วิธีการขึ้นรูปพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านคลื่นวิทยุและไมโครเวฟ ส่วนที่ 3 หลักการออกแบบสายอากาศตั้งต้นร่วมกับพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต ส่วนที่ 4 แสดงการปรับปรุงโครงสร้างสายอากาศ ในส่วนที่ 5 กล่าวถึงคุณลักษณะของสายอากาศที่ทำการออกแบบ และส่วนสุดท้ายคือสรุปผลงานวิจัย

2. การขึ้นรูปพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตสำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเป็นวัสดุฐานรองของสายอากาศ

พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างสายอากาศ โดยนำมาใช้เป็นวัสดุฐานรองของสายอากาศ ทำการขึ้นรูปพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตโดยการใช้กระบวนการกดอัดพร้อมให้ความร้อน เพื่อให้ได้วัสดุฐานรองที่เป็นเนื้อเดียวกันและมีขนาดตามที่กำหนด โดยความหนาของแผ่นพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตในบทความนี้จะถูกขึ้นรูปให้มีความหนาเท่ากับ 1 มิลลิเมตร

การเตรียมชิ้นงานและอุปกรณ์ในการขึ้นรูปประกอบไปด้วย 1. พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต รุ่น FZ91PM 2. ตู้อบแห้งแบบ LAB-Companion 3. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4. แม่พิมพ์ที่มีขนาดความกว้างเท่ากับ 18 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 18 เซนติเมตร และความหนาเท่ากับความหนาที่ต้องการ ในที่นี้กำหนดให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร การหาปริมาณของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตในการเทลงแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานคำนวนจากสมการ $D = m / v$ เมื่อ m = มวล (กรัม) D = ความหนาแน่นของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) และ v = ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร) เมื่อค่าความหนาแน่นของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต Density = 1.26 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

หนึ่งในกระบวนการที่สำคัญนั่นคือการอบแห้ง พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต รุ่น FZ91PM ได้ถูกนำไปอบแห้งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศา เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ด้วยตู้อบแห้งแบบ LAB-Companion เพื่อไม่ให้มีความชื้นตกค้างในพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต ซึ่งจะส่งผลให้เกิดเป็นฟองอากาศในขณะทำการขึ้นรูปวัสดุฐานรองของสายอากาศ หลังจากอบแห้งแล้วนำพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตไปชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณของมวลในการเทลงแม่พิมพ์สำหรับการอัดขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการใช้เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยระบบการให้ความร้อนและหล่อเย็น จะได้แผ่นชิ้นงานจากการอัดขึ้นรูป เพื่อนำไปออกแบบเป็นวัสดุฐานรองของสายอากาศ โดยการทดสอบค่าไดอิเล็กตริกทำการทดสอบด้วย 85070E Dielectric Probe Kit ร่วมกับ Network Analyzer โดยค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตภายหลังจากการขึ้นรูปด้วยกระบวนการที่นำเสนอด้านต้นมีค่า 3.2



รูปที่ 1 กระบวนการขึ้นรูปพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตสำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเป็นวัสดุฐานรอง

3. การออกแบบสายอากาศตั้งต้น

สายอากาศตั้งต้นออกแบบโดยการออกแบบสายอากาศโมโนโพลวงกลมบนแผ่นพิมพ์ที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบคู่ โดยการออกแบบเริ่มต้นจากการคำนวณหาขนาดเริ่มต้นของความกว้างของสายป้อนสัญญาณ (W_f) และระยะห่างระหว่างตัวป้อนสัญญาณและระนาบกราวนด์ (S) โดยคำนวณจากสมการ (1)-(5) ดังนี้ [5]

$$Z_0 = \frac{30\pi}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}}\frac{A(a')}{A(a)} \qquad (1)$$

$$\varepsilon_{eff} = 1 + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\frac{A(a')}{A(a)}\frac{A(a_1)}{A(a_1')} \qquad (2)$$

$$a = \frac{W_f}{W_f + 2S} \qquad (3)$$

$$a_1 = \frac{\sinh(\frac{\pi W_f}{4H})}{\sinh(\frac{W_f + 2S}{4H}\pi)} \qquad (4)$$

$$a' = \sqrt{1 - a^2} \qquad (5)$$

$$\frac{A(a)}{A(a')} = \begin{cases} \left(\frac{1}{2\pi}\right)\ln\left[2\frac{\sqrt{1+k}+\sqrt[4]{4k}}{\sqrt{1+k}-\sqrt[4]{4k}}\right] & \text{for } 1 \le \frac{A}{A'} \le \infty, \frac{1}{\sqrt{2}} \le k \le 1 \\ \frac{2\pi}{\ln\left[2\frac{\sqrt{1+k'}+\sqrt[4]{4k'}}{\sqrt{1+k'}-\sqrt[4]{4k'}}\right]} & \text{for } 0 \le \frac{A}{A'} \le 1, 0 \le k \le \frac{1}{\sqrt{2}} \end{cases} \qquad (6)$$

จากสมการเมื่อกำหนดให้ Z_0 = 50 โอห์ม โดยวัสดุฐานรองที่ใช้คือพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตซึ่งมีค่าคงตัวที่ไดอิเล็กตริก ε_r = 3.2 และมีความหนา 1 มิลลิเมตร จะได้ค่าเริ่มต้นของความกว้างของสายป้อนสัญญาณ (W_f) เท่ากับ 3.23 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างตัวป้อน

สัญญาณและระนาบกราวนด์ (*S*) เท่ากับ 1 มิลลิเมตร สายอากาศออกแบบให้มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ของสายอากาศ โดยโครงสร้างของสายอากาศตั้งต้นคือสายอากาศโมโนโพลแบบวงกลมบนแผ่นพิมพ์ (Printed Monopole) ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยการหาขนาดของสายอากาศตั้งต้นสามารถหาได้จากสมการที่ 7
เมื่อ $c = 3 \times 10^8$ เมตร/วินาที

$$l = \frac{c}{4f_L\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \qquad (7)$$

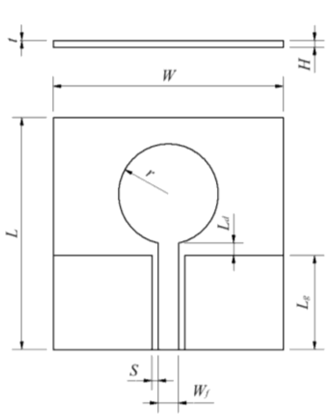
f_L = ความถี่ด้านต่ำ (กิกะเฮิรตซ์) L = ความยาวของโมโนโพล เมื่อ $L = (L_d + 2r)$ r = รัศมีของโมโนโพลวงกลม p = ความยาวของเส้นป้อนสัญญาณ ε_r = ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ประสิทธิผล ε_{eff} = ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก เมื่อค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของพอลิบิวทีลีนซัคซิเนต $\varepsilon_r = 3.2$ พิจารณาที่ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ โดยสามารถคำนวณความกว้างและความยาวเริ่มต้นของวัสดุฐานรองสายอากาศจากสมการที่ (8)-(9) $W = L = 37$ มิลลิเมตร พิจารณาที่ค่าความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ โดยค่าความสูงของระนาบกราวน์ (*Lg*) จะกำหนดค่าเบื้องต้น ดังแสดงในสมการที่ (9) [6] รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างสายอากาศต้นแบบ พารามิเตอร์ตั้งต้นแสดงในตารางที่ 1

$$W = L = \frac{c}{2f_L\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \qquad (8)$$

$$L_g = \frac{0.2c}{f_L\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \qquad (9)$$

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์สายอากาศตั้งต้น

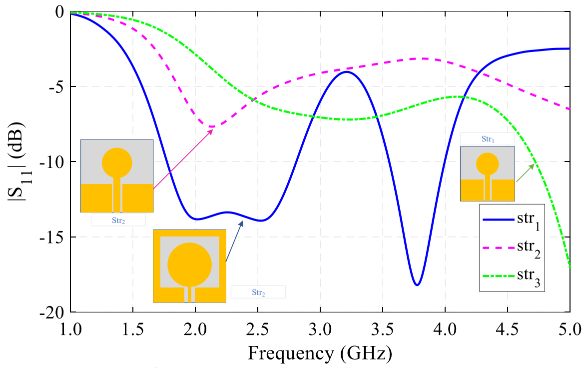
พารามิเตอร์	ขนาด	พารามิเตอร์	ขนาด
L	37	W_f	3.23
W	37	*S*	1
H	1	L_d	3
L_g	15	*r*	8



รูปที่ 2 โครงสร้างสายอากาศสายส่งท่อนำคลื่นระนาบร่วมเริ่มต้น

4. การปรับปรุงโครงสร้างสายอากาศ

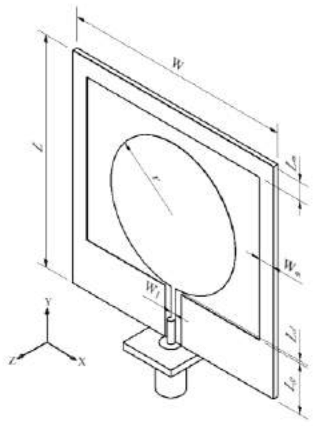
จากโครงสร้างของสายอากาศตั้งต้นนำมาจำลองผลโดยโปรแกรมจำลองทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยจำลองผลการร่วมกับหัวเชื่อมต่อชนิด SMA ผลการจำลองค่า $|S_{11}|$ แสดงในรูปที่ 3 จากรูปแสดงให้เห็นว่าสายอากาศตั้งต้นไม่สามารถทำงานได้ในช่วงความถี่ 2.4-2.5 กิกะเฮิรตซ์ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์และโครงสร้างของสายอากาศจะถูกปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้ครอบคลุมย่านความถี่ที่กำหนด โดยในบทความนี้สรุปการปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศดังแสดงในรูปที่ 3 โครงสร้างสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้แสดงในรูปที่ 4 โดยค่าพารามิเตอร์ของสายอากาศแสดงในตารางที่ 2 โดยสายอากาศที่ได้มีขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร โดยคุณลักษณะของสายอากาศจะแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3 การปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศ

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์สายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้

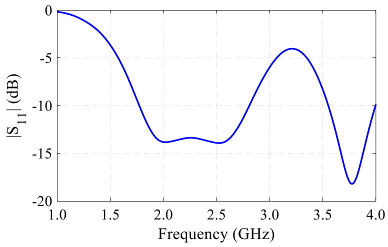
พารามิเตอร์	ขนาด	พารามิเตอร์	ขนาด
L	50	W_f	2
W	50	*S*	1
H	1	L_d	3
L_g	11	*r*	15
W_m	3.5	L_m	4



รูปที่ 4 โครงสร้างสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้

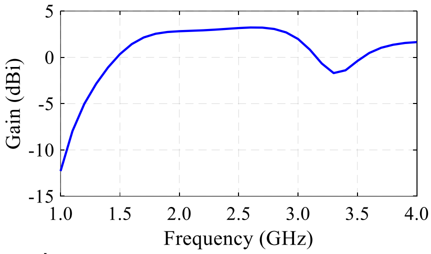
5. คุณลักษณะของสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้

คุณลักษณะของสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้ได้ถูกนำเสนอในหัวข้อนี้ จากรูปที่ 5 พิจารณาที่ช่วงความถี่ที่ค่า $|S_{11}|$ น้อยกว่า -10 dB พบว่าสายอากาศสามารถทำงานได้ครอบคลุมย่านความถี่ 1.78-2.80 กิกะเฮิรตซ์ โดยสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้ที่ออกแบบมีแบนด์วิดท์เท่ากับ 1.02 กิกะเฮิรตซ์



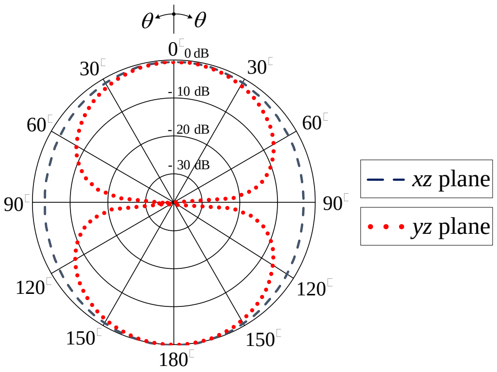
รูปที่ 5 $|S_{11}|$ ของสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้

พิจารณาที่ช่วงความถี่ 2.4-2.5 กิกะเฮิรตซ์ สายอากาศที่ออกแบบมีอัตราขยายเฉลี่ยเท่ากับ 3.119 dBi และเมื่อพิจารณาที่ค่าความถี่กลางของสายอากาศจะมีอัตราขยายเท่ากับ 3.118 dBi ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 อัตราขยายของสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้

รูปที่ 7 สายอากาศที่นำเสนอมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นใกล้เคียง กับแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นแบบรอบทิศทางเมื่อพิจารณาที่ระนาบ xz แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบ yz มีความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลังเท่ากับ 77.8 องศา และมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่สมมาตร



รูปที่ 7 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้ที่ความถี่ 2.45 กิกะเฮิรตซ์

6. สรุปผลการวิจัย

วัสดุพอลิเมอร์ชีวภาพย่อยสลายได้ชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นวัสดุฐานรองสำหรับสายอากาศในบทความนี้ย่านความถี่ที่ทำการออกแบบคือย่านความถี่ 2.4-2.5 กิกะเฮิรตซ์ ขึ้นรูปโดยใช้กระบวนการกดอัด โดยสายอากาศสร้างโดยใช้โครงสร้างโมโนโพลแบบวงกลมป้อนด้วยท่อนำคลื่นระนาบร่วม สายอากาศชีวภาพย่อยสลายได้มีขนาด กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตรโดยสายอากาศทำงานได้ครอบคลุมย่านความถี่ 1.78-2.80 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งครอบคลุมย่านความถี่ 2.4-2.5 กิกะเฮิรตซ์ มีอัตราขยายเฉลี่ยเท่ากับ 3.119 dBi และมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่สมมาตร

4. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงได้หากปราศจาก ความร่วมมือและความช่วยเหลือของ ห้องปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้องปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้เขียนขอขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Kiemel, "Wireless trends and compliance considerations," in IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine, Vol. 1, No. 4, pp. 119-121, Fourth Quarter 2012.

[2] Constantine A. Balanis, Antenna Theory – Analysis and. Design. John Wileys & Sons, Inc., 2005

[3] M.I. Vladu, “Green electronics: biodegradable and biocompatible materials and devices for sustainable future,” Chemical Society Reviews, Vol 43, pp.6470-6470, · January 2014

[4] Available: http://nstda.or.th/rural/public/100%20articles-stkc/39.pdf [Accessed: 20- Dec- 2016].

[5] Narayan Prasad Agrawall, Girish Kumar, and K. P. Ray, “Wide-Band Planar Monopole Antennas”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 46, No. 2, pp.294-295, February 1998

[6] Z. N. Chen, M. J. Ammann, M. Y. W. Chia and T. S. P. See, "Annular planar monopole antennas," IEE Proceedings - Microwaves, Antennas and Propagation, Vol. 149, No. 4, pp. 200-203, August 2002

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การทดสอบความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 50 MVA ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลตอบสนองความถี่

Fault Test of A 50 MVA Transformer By Using Frequency Response Analysis method

ธีรภัทร ทวีวงศ์ สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-836-3000 E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อทำการตรวจสอบหาความเสียหายที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลตอบสนองความถี่ โดยทำการป้อนความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 3 MHz แล้วนำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงมาตรฐาน พิจารณาลักษณะความแตกต่างของกราฟที่แสดงการตอบสนองความถี่ในช่วงความถี่ต่างๆเพื่อวิเคราะห์การเสียรูปของแกนเหล็กและขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้รู้สภาพภายในของหม้อแปลงไฟฟ้า จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าหม้อแปลงไฟฟ้าพิกัดขนาด 50 MVA พิกัดแรงดัน 115 kV/22 kV ขดลวดเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง ในเฟส A ทั้งด้านแรงสูงและด้านแรงต่ำ เนื่องจากเกิดความผิดพร่องในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าจากกระแสลัดวงจรที่เฟส A เป็นเหตุให้หม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้าต่อไปได้ และทำการแจ้งเตือนเพื่อดำเนินการซ่อมหม้อแปลงไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ: เอฟอาร์เอ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง การตอบสนองความถี่

Abstract

This paper presents an analysis of transformer faults to determine the damage occurring within the transformer by the frequency response analysis (FRA) method. Enter the frequency from 10 Hz to 3 MHz, and then the measured value is compared to the standard reference value. Consider the different graphs of frequency response in various frequency ranges to analyze the deformation of the iron cores and transformer coils to know the internal condition of the transformer. The tests show that the 50 MVA 115 kV/22 kV transformer has severe damage to the high voltage side and low voltage side of phase-A coil. As a result, the transformer can not be used in the power system, and make a reminder to repair the transformer.

Keywords: FRA, Power Transformer, Frequency Response

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการเติบโตในด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมต่อต่อเนื่อง จึงทำให้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรมในประเทศ ดังนั้น ระบบไฟฟ้าจะต้องมีเสถียรภาพสูง มีความมั่นคงทางไฟฟ้า และมีความเชื่อถือได้ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังถือว่าเป็นอุปกรณ์หลักตัวหนึ่งที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบไฟฟ้า

การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังไม่สามารถหลีกเลี่ยงความผิดปกติที่เกิดจากความผิดพร่อง (Fault) ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าจากกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current)ได้ บางครั้งอาจจะเกิดจากความผิดพร่องภายในหม้อแปลง (Internal Fault) เอง ซึ่งปกติบริษัทผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าจะพิจารณาออกแบบความแข็งแรงของขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้ทนต่อกระแสลัดวงจรที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ก็ตาม แต่ไม่อาจที่ครอบคลุมความรุนแรงจากกระแสลัดวงจรที่มีค่าเกินการออกแบบให้รอดพ้นจากความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด หากเกิดความผิดพร่องขึ้นมีความรุนแรงหรือเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ย่อมจะทำให้แกนเหล็กและขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังนั้นมีโอกาสเสียรูปได้ โดยการเสียรูปจะเริ่มต้นจากด้วยแรงทางกล (Mechanical force) ก่อน และเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังเสียรูปไปแล้วจะทำให้เกิดความเสียหายทางไฟฟ้าตามมาซึ่งจะรุนแรงจนเป็นเหตุให้หม้อแปลงไฟฟ้าเกิดความเสียหายและยากต่อการแก้ไขในที่สุด สาเหตุเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประเมินสภาพของแกนเหล็กและขดลวดทุกครั้งเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรดังกล่าว

บทความนี้นำเสนอวิธีการทดสอบหาความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง โดยวิธีการวิเคราะห์ผลตอบสนองความถี่ในย่านต่างๆเพื่อหาสาเหตุความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังขนาด 50 MVA แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงกับหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังรุ่นเดียวกัน ปีเดียวกัน รายละเอียดและผลการทดสอบที่ได้ จะสามารถบ่งบอกถึงความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง เพื่อเป็นผลประกอบในการวิเคราะห์ ประเมินสภาพและซ่อมบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังก่อนที่จะเกิดความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าโดยรวมต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Force)

ในการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า โดยปกติจะมีแรงที่เกิดขึ้นกับขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (1)

$$F = B.I.L \sin \alpha \qquad (1)$$

โดยที่

B : ความหนาแน่นของฟลักซ์, หน่วย เทสล่า

I : กระแสในตัวนำไฟฟ้า, หน่วย แอมป์

L : ความยาวของตัวนำ, หน่วย เมตร

α : มุมระหว่าง B และ I

แรงดังกล่าวไม่มีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้า

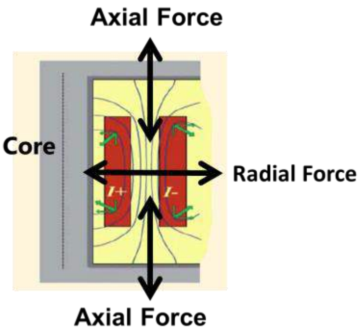
กรณีเกิดกระแสลัดวงจรในหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำให้มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมีผลทำให้เกิดแรงจำนวนมากที่ขดลวดตามไปด้วย แรงที่จะเกิดขึ้นมีลักษณะเป็นแนวแรง 2 ทิศทาง

1. แรงในแนวรัศมี (Radial Force)

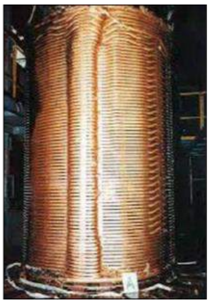
ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากการเกิดความผิดพร่องในระบบไฟฟ้า เช่น มีกระแสเกินในระบบไฟฟ้า ทำให้มีแรง มีความเค้น ทำให้ขวดลวดเกิดลัดวงจรภายในหม้อแปลงไฟฟ้า หรือการที่มีแรงมากระทำตามแนวรัศมีของหม้อแปลงไฟฟ้า

2. แรงในแนวแกน (Axial Force) ส่วนใหญ่จะเกิดจากการขนย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า หรือการที่มีแรงมากระทำตามแนวแกนของหม้อแปลงไฟฟ้า

แรงทั้ง 2 แนวนี้มีผลกับหม้อแปลงไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวรัศมี (Radial Force) และแรงในแนวแกน (Axial Force)



\

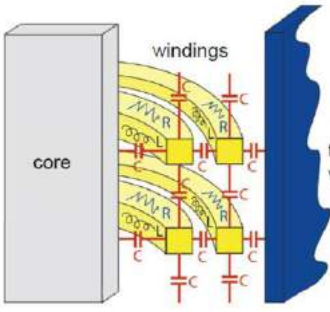
รูปที่ 2 แรงในแนวรัศมี (Radial Force)

รูปที่ 3 แรงในแนวแกน (Axial Force)

3. การทดสอบผลตอบสนองของความถี่ (Frequency Response Analysis: FRA)

การทดสอบในหัวข้อ FRA เป็นการทดสอบที่สามารถวินิจฉัยการเสียรูปของแกนเหล็กและขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า รวมถึงรู้สภาพภายในของหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างละเอียด [1]

เป็นการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยการป้อนความถี่และวิเคราะห์ผลตอบสนองของความถี่(Frequency Response Analysis, FRA) ซึ่งใช้วงจรสมมูลไฟฟ้าของหม้อแปลงที่แทนด้วยค่า ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทาน ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของค่า ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทาน ในหม้อแปลงไฟฟ้า

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในทดสอบผลตอบสนองของความถี่

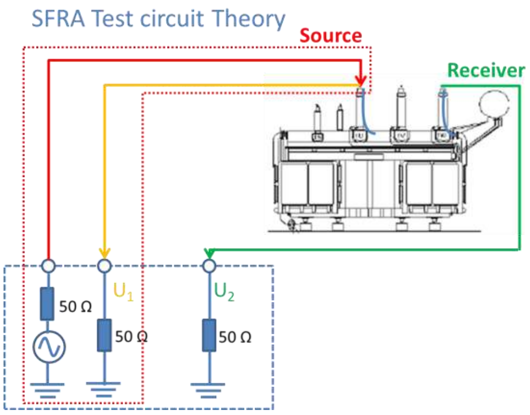
อุปกรณ์ที่ใช้ในทดสอบผลตอบสนองของความถี่ วิธีนี้อาศัยเครื่อง FRA 5310 ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยเครื่องนี้ใช้สำหรับป้อนความถี่เข้าอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์ผลการตอบสนองความถี่โดยเฉพาะ [2]

รูปที่ 5 เครื่อง FRA 5310

3.1 วิธีการทดสอบผลตอบสนองของความถี่

การวิเคราะห์และประเมินหาความผิดปกติ หรือความเสียหายที่จะเกิดกับหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อเป็นการป้องกันและทำการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ ในการทำงานและสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบที่รองรับอย่างมีประสิทธิภาพโดยทำการตรวจสอบสภาพของหม้อแปลงด้วยวิธีการวิเคราะห์การตอบสนองความถี่ [3]

โดยในการทดลองจะใช้เทคนิคในการกวาดความถี่ในการวิเคราะห์การตอบสนองความถี่ (Sweep Frequency Response Analysis : SFRA) ซึ่งการตรวจสอบหม้อแปลงด้วยวิธีการวิเคราะห์การตอบสนองความถี่ คือวิธีการที่สามารถบอกถึงสภาพของแกนเหล็ก ขดลวด และจุดเชื่อมต่อต่างๆในหม้อแปลงไฟฟ้า [4] โดยใช้เครื่อง FRA 5310 ต่อเข้ากับหม้อแปลงแรงดัน พิกัดขนาด 50 MVA ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ไดอะแกรมการต่อวงจรเพื่อทำการทดสอบ

รูปที่ 7 หม้อแปลงแรงดันพิกัด ขนาด 50 MVA แรงดัน 115/22 kV

ขั้นตอนการทดสอบ ทำการทดสอบใน 3 แบบ ในกรณีนี้หม้อแปลงไฟฟ้ามีเวกเตอร์ DYn1 คือ

1. HV open circuit จะต้องวัดทั้งหมดคือ H1-H2, H2-H3, H3-H1 เพราะด้าน high voltage หม้อแปลงไฟฟ้าต่อแบบ เดลต้า
2. LV open circuit จะต้องวัดทั้งหมดคือ X1-X0, X2-X0, X3-X0 เพราะด้าน low voltage ของหม้อแปลงไฟฟ้าต่อแบบวาย
3. Short circuit HV to LV จะต้องวัดทั้งหมดคือ ด้าน HV H1-H2 ด้าน LV short X1-X2-X3, ด้าน HV H2-H3 ด้าน LV short X1-X2-X3, ด้าน HV H3-H1 ด้าน LV short X1-X2-X3

โดยป้อนความถี่ 10 Hz- 3MHz แล้วเปรียบเทียบผลการทดสอบกับค่าอ้างอิง

รูปที่ 8 การป้อนความถี่เข้า X1-X0, LV Open circuit

4. ผลการทดสอบผลตอบสนองของความถี่ของหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 50 MVA

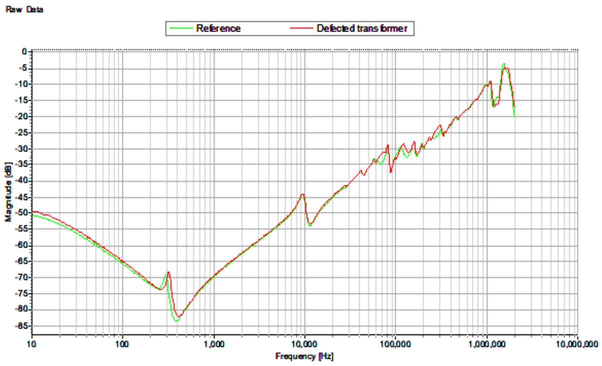
ผลการทดสอบผลตอบสนองความถี่ของหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 50 MVA ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการผลตอบสนองความถี่ของหม้อแปลง ขนาด 50 MVA

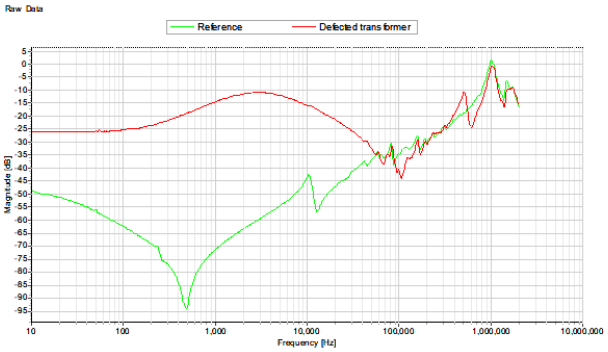
Test type	Test sequence	Energize	Shorted	Result
HV open circuit (All other terminal floating)	1	H1-H2	-	PASS
	2	H2-H3	-	PASS
	3	H3-H1	-	FAIL
Short circuit HV to LV	4	H1-H2	X1-X2-X3	PASS
	5	H2-H3	X1-X2-X3	PASS
	6	H3-H1	X1-X2-X3	FAIL
LV open circuit (All other terminal floating)	7	X1-X0	-	FAIL
	8	X2-X0	-	PASS
	9	X3-X0	-	PASS

ผลจากการป้อนความถี่เข้าด้านแรงสูง H1-H2 Open circuit เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังรุ่นเดียวกัน และผลิตปีเดียวกัน ผลคือ H1-H2 อยู่ในสภาวะปกติ ดังแสดงในรูปที่ 9

ผลจากการป้อนความถี่เข้าด้านแรงสูง H1-H2 Open circuit เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังรุ่นเดียวกัน ที่ผลิตปีเดียวกัน ผลคือ H1-H2 อยู่ในสภาวะผิดปกติ กราฟความถี่ของหม้อแปลงที่มีปัญหา ตั้งแต่ความถี่ 10 Hz – 200kHz มีการชิปข้ามจุดยอดของเส้นกราฟอ้างอิงมีการเคลื่อนตัวในแนวความถี่ซึ่งมีผลกระทบกับโครงสร้างของขดลวด ในเฟส A แสดงดังกราฟที่ 10



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอ้างอิงกับหม้อแปลงที่ทดสอบ H1-H2



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอ้างอิงกับหม้อแปลงที่ทดสอบ H3-H1

5. สรุป

จากผลการทดสอบความผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า พิกัดขนาด 50 MVA แรงดัน 115kV/22kV ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผลการตอบสนองความถี่ของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังทำให้ทราบถึงความเสียหายของโครงสร้าง แกนเหล็กและขดลวดภายในหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ผลคือหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง 50 MVA มีความผิดปกติที่เฟส A (H3-H1) , เฟส a (X1-X0) ขดลวดเกิดความเสียหายแนวแกนรัศมี เสียหายอย่างรุนแรง เนื่องจากเกิดความผิดพร่องในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าจากกระแสลัดวงจรที่เฟส A ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าไม่สามารถใช้อยู่ในระบบไฟฟ้าต่อไปได้ จึงทำการแจ้งผลเพื่อดำเนินการซ่อมหม้อแปลงไฟฟ้าต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] IEEE Guide for the Application and Interpretation of Frequency Response Analysis for Oil-Immersed Transformers, Sponsored by the Transformers Committee IEEE, Park Avenue, New York, USA, March 8, 2013.

[2] Operating Instructions, Hefley Test AG, FRA 5310, Frequency Response Analyzer.

[3] M. Wang and A.J.Vandermaar,“Transformer winding movement monitoring in service-key factors affecting FRA measurements,” feature article DEIS, Canada, vol. 20, No. 5, Sep-October 2004.

[4] Larry Coffeen, Jeffrey Britton and Johannes Rickmann, “A new technique to detect winding displacements in power transformers using frequency response analysis,” IEEE bologna power tech conference, Bologna, Italy, June 23-26, 2003.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาต้นแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการทำเกษตรแม่นยำในเรือนเพาะปลูก

A Prototype Development of Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture in Greenhouse

กฤษฎิ์ วิทิตศานต์[1] และ วาทิต เบญจพลกุล[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10330 E-mail: beam3007@hotmail.com, watit.b@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการทำเกษตรแม่นยำในเรือนเพาะปลูก ภายในระบบประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ต่างๆสำหรับใช้วัดค่าพารามิเตอร์มาเป็นตัวแปรในการควบคุมอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมและเหมาะสำหรับการปลูกพืชล้มลุกเช่น มันฝรั่ง โดยระบบนี้ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและการควบคุมที่ใช้โดยทั่วไป มีการออกแบบให้เหมาะสมแก่การใช้งานภายในเรือนเพาะปลูกที่สามารถควบคุมปัจจัยหรือค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้ง่ายกว่าพื้นที่เพาะปลูกแบบเปิด ส่วนต่างๆของระบบสามารถสื่อการกันได้ โดยมี Raspberry pi เป็นเกตเวย์และเป็นส่วนประมวลผลหลักซึ่งใช้การสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นด้วย UDP โพรโทคอลผ่านการเชื่อมต่อแบบ Wi-Fi ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านเข้ามาซึ่งเก็บได้จากเซ็นเซอร์จะนำไปเก็บไว้บนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ ระบบมีการนำกระบวนการตัดสินใจแบบ Fuzzy logic เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ปรับสภาพให้พื้นที่เพาะปลูกอยู่ในภาวะเหมาะสม ระบบนี้สามารถเฝ้าดูค่าพารามิเตอร์ต่างๆผ่านทางเว็บบราวเซอร์บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ความได้เปรียบด้านการใช้งานเทคโนโลยี Wi-Fi คือความมีบทบาทอย่างกว้างขวางในปัจจุบันและอุปกรณ์ที่ออกมารองรับมากขึ้นเรื่อยๆจึงมีโอกาสพัฒนาต่อยอดได้ง่าย

คำสำคัญ: ต้นแบบ, โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, เกษตรแม่นยำ, ราสเบอรี่พาย, วายฟาย, ฟัซซี่ลอจิค

Abstract

This paper presents a prototype development of wireless sensor networks for precision agriculture in greenhouse. The system features different types of sensors for evaluating parameter values which are the variables for controlling adjustable devices and appropriate for growing herbaceous. General telecommunication and control technologies including optimum design for greenhouse are used in this system. We can control various parameters in greenhouse easier than those in open air field. System components could communicate among one another via Wi-Fi with UDP protocol by using Raspberry Pi as gateway. Incoming parameter data, which are collected from the sensors, are saved to cloud server. Decision process applying Fuzzy logic controls adjust devices for appropriate environment in greenhouse. This built-in Wi-Fi system is well-known and beneficial for many newcomer and compatible device.

Keywords: Prototype, Wireless Sensor Networks, Precision Agriculture, Wi-Fi, Raspberry Pi, Fuzzy logic

1. บทนำ

จากปัญหาความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรทำให้ระบบการเกษตรต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้น [1] โดยระบบการเกษตรที่ว่านี้คือสมาร์ตฟาร์ม (Smart Farm) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายไปที่การทำเกษตรกรรมความแม่นยำสูง (Precision Agriculture) เพื่อส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้มีการผลักดันทางด้านนี้อย่างเป็นรูปธรรมเท่าไรนัก การเพาะปลูกอย่างมีประสิทธิภาพขั้นต้นนั้นควรคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุดไม่ว่าจะเป็นเมล็ดพันธุ์ น้ำ ดิน หรือปุ๋ย เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวนมากและคุณภาพดี ซึ่งเป็นความคิดริเริ่มที่สำคัญในการทำสมาร์ตฟาร์ม เมื่อไม่นานนี้ทางกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีการลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการว่าด้วยการร่วมกันพัฒนาข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าวของประเทศไทยจากภาพถ่ายดาวเทียม [2] ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกข้าวและติดตามสถานการณ์เพาะปลูกโดยการเก็บ

ข้อมูลจากดาวเทียมและยังมีงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาด้านการเกษตรแม่นยำเช่น

Romeo Lazaro Pascual และคนอื่นๆ [3] ได้ออกแบบระบบเซ็นเซอร์ซึ่งใช้ซิกบี (ZigBee) ในการสื่อสารด้วยโครงข่ายไร้สายเพื่อสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกมันเทศในเรือนเพาะปลูกที่ฟิลิปปินส์ โดยระบบจะมีตัวบอร์ดควบคุมขนาดเล็กอาดูโน (Arduino) ทำหน้าที่ควบคุมเซ็นเซอร์และปรับค่าพารามิเตอร์ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในดิน ซึ่งที่อาดูโนจะมีซิกบีคอยทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลอีกทั้งยังเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอกและมีอัลกอรึทึมสำหรับการควบคุมค่าพารามิเตอร์ข้างต้นจากการประเมินค่าต่างๆที่เก็บได้จากเซ็นเซอร์

จากตัวอย่างงานวิจัยที่มีอยู่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้คือ งานวิจัยบางชิ้นที่มีอยู่ออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนหรือใช้ได้ในแถบประเทศนั้นๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสารซึ่งในบางประเทศอย่างเช่นประเทศไทยมีคลื่นความถี่สาธารณะที่ไม่เหมือนกับต่างประเทศทำให้ไม่สามารถใช้เทคโนโลยีที่ใช้ความถี่จำเพาะในย่านนั้นได้ และถึงแม้การนำเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายซิกบีเข้ามาใช้ในการสื่อสารซึ่งง่ายในด้านการติดตั้ง มีราคาไม่แพง และสามารถใช้งานได้ดีสำหรับการส่งข้อมูลที่มีจำนวนไม่มากเหมาะสมกับการนำมาใช้ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ แต่ในขณะเดียวกันเทคโนโลยี Wi-Fi ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสื่อสารที่มีระยะการส่งครอบคลุมกว้างกว่าและรวดเร็วกว่าซิกบีทำให้ช่วยลดโนดเชื่อมต่อหากต้องสร้างโครงข่ายที่มีขนาดใหญ่ได้ บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดการพัฒนาต้นแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตรแม่นยำโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร Wi-Fi ร่วมกับการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิคที่ช่วยตัดสินใจได้หลากหลายกรณีซึ่งใช้ได้ทั่วไปโดยเฉพาะในประเทศไทยและออกแบบให้เหมาะกับการใช้งานภายในเรือนเพาะปลูก

2. ทฤษฎีและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการเกษตรแม่นยำ

การเกษตรแม่นยำคือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาช่วยในการบริหารจัดการส่วนต่างๆทางด้านการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการวางแผนจัดการพื้นที่ด้วยเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์สภาพพื้นที่เพาะปลูกเพื่อการวางแผนล่วงหน้า ทางด้านการตรวจสอบเฝ้าดูพื้นที่เพาะปลูกด้วยเซ็นเซอร์ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการสื่อสาร และเทคโนโลยีที่ช่วยในการควบคุมอุปกรณ์รวมถึงเซ็นเซอร์ทางการเกษตรต่างๆได้แก่ เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเช่น ZigBee, Wi-Fi, และ Bluetooth เป็นต้น โดยระบบแบ่งออกเป็น 4 ส่วนสำคัญดังต่อไปนี้ [3-4]

2.1.1 เซ็นเซอร์โนด (Sensor Node)

มีหน้าที่วัดและเก็บข้อมูลที่ต้องการซึ่งจะติดตั้งไว้ตามจุดต่างๆบริเวณพื้นที่เพาะปลูก

2.1.2 ส่วนเก็บข้อมูลและประมวลผล (Data Collector and Processing)

ทำหน้าที่นำข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์โนดมาประมวลผลด้วยอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบเพื่อนำไปออกคำสั่งแก่ส่วนควบคุม

2.1.3 ส่วนควบคุม (Control Part)

ในส่วนนี้จะมีคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ช่วยในการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยคอนโทรลเลอร์จะรับคำสั่งจากส่วนประมวลผลและสั่งการอุปกรณ์ที่ได้เชื่อมต่อไว้

2.1.4 ส่วนการสื่อสาร (Communication Part)

เป็นส่วนสำคัญที่เชื่อมต่อส่วนต่างๆของระบบให้สามารถสื่อสารกันได้ทั้งการส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปยังส่วนประมวลผลและรวมถึงการส่งคำสั่งควบคุมไปยังคอนโทรลเลอร์

2.2 ฟัซซี่ลอจิค (Fuzzy logic)

ฟัซซี่ลอจิคได้ถูกนำมาใช้เนื่องจากเป็น ตรรกศาสตร์ที่สามารถช่วยตัดสินใจโดยใช้เหตุผลแบบประมาณไม่ใช่ถูกหรือผิด เหมาะสำหรับนำมาประมวลผลค่าพารามิเตอร์เพื่อนำไปควบคุมระบบให้มีผลลัพธ์ออกมาได้หลากหลาย

2.3 วายฟาย (Wi-Fi)

งานวิจัยนี้นำเทคโนโลยีการสื่อสารวายฟายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 มาใช้เนื่องจากมีระยะครอบคลุมมากสุดถึง 100 เมตรและอัตรารับส่งข้อมูลถึง 100 Mbps เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลที่ต้องการความต่อเนื่องและการส่งข้อมูลระหว่างบริเวณพื้นที่กว้าง

2.4 ราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi)

งานวิจัยนี้นำราสเบอรี่พายมาใช้เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดเล็ก มีหน่วยความจำ, ขาต่อพอร์ตมากมาย, ขนาดเล็ก, ราคาไม่แพงและรุ่นใหม่สามารถเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายได้

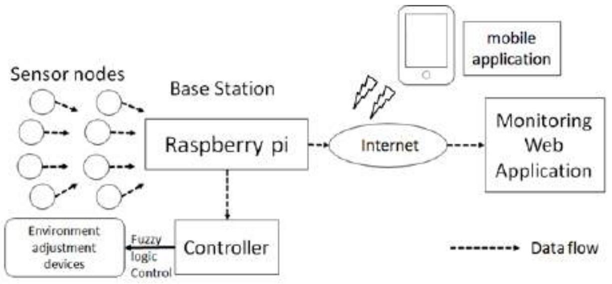
2.5 อาดูโน (Arduino)

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหลายรุ่นแต่ละรุ่นสามารถรองรับการใช้งานที่แตกต่างกันไป งานวิจัยนี้นำอาดูโนอูโน (Arduino Uno) มาใช้เนื่องจากราคาถูกเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น, ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ใช้งานง่ายและเปิดกว้างด้านการเรียนรู้ใช้งานจึงสามารถศึกษาด้วยตนเองได้

3. การดำเนินการพัฒนาระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ

บทความนี้นำเสนอระบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตรแม่นยำโดยแบ่งการทำงานของระบบออกเป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนเซ็นเซอร์ (Sensor Part), ส่วนประมวลผล (Processing Part), ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application Part), ส่วนแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ตโฟน (Smart Phone Application) และส่วนควบคุม (Control Part) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

3.1.1 ส่วนเซ็นเซอร์

ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์วัดความสว่าง, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ, เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและ NodeMCU ซึ่งทำหน้าที่วัดค่าต่างๆแล้วส่งไปยังราสเบอรี่พาย

3.1.2 ส่วนประมวลผล

ประกอบไปด้วยราสเบอรี่พายซึ่งปล่อยสัญญาณวายฟายคลุมพื้นที่เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อส่วนต่างๆของระบบ มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาด้วยฟัซซี่ลอจิคและบันทึกค่าไว้ที่เซิร์ฟเวอร์คลาวด์แล้วส่งผลการประมวลซึ่งเป็นคำสั่งควบคุมไปที่ส่วนควบคุม

3.1.3 ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น

ประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์ซึ่งจะแสดงถึงสถานะของอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอกและค่าของตัวแปรต่างๆที่เก็บได้และกราฟตัวแปรสภาพแวดล้อมรายวัน

3.1.4 ส่วนแอพลิเคชั่นบนสมาร์ตโฟน

ประกอบไปด้วยแอพพลิเคชั่นที่เข้าถึงเว็บไซต์สำหรับการเฝ้าดูระบบได้โดยตรงโดยจะดึงข้อมูลต่างๆมาจากตัวเซิร์ฟเวอร์และแสดงสถานะต่างๆบนแอพพลิเคชั่นนั้น

3.1.5 ส่วนควบคุม

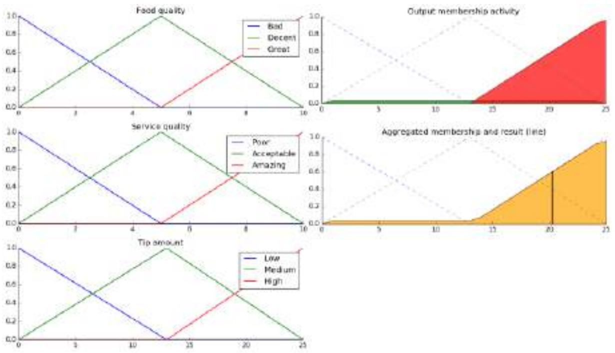
ประกอบไปด้วยอาดูโนที่มีโมดูล Esp-8266 รับข้อมูลคำสั่งทางสัญญาณวายฟายมาควบคุมอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอกตามคำสั่งที่ประมวลผลมาจากส่วนประมวลผล

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาต้นแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการทำเกษตรแม่นยำในเรือนเพาะปลูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ โปรแกรมประมวลผลด้วยฟัซซี่ลอจิค (Fuzzy Logic Process), อัลกอริทึมของระบบ (System Algorithm) และเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web server)

3.2.1 โปรแกรมประมวลผลด้วยฟัซซี่ลอจิค (Fuzzy Logic Process)

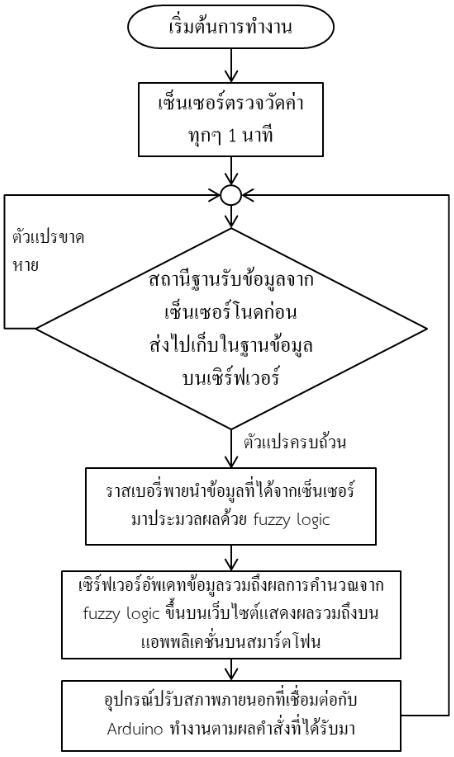
โปรแกรมประมวลผลด้วยฟัซซี่ลอจิคในระบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของโมดูล (Module) ในไพธอน (Python) ซึ่งใช้เป็นโปรแกรมดำเนินงานของระบบโดยโมดูลที่ใช้มีชื่อว่า Scikit-Fuzzy พัฒนามาจากกลุ่ม SciPy เป็นการรวบรวมอัลกอริทึมของฟัซซี่ลอจิคที่เขียนขึ้นบนภาษาไพธอน วิธีการใช้งานจะต้องตั้งโมดูล Scikit-Fuzzy และ Matplotlib สำหรับพล็อตกราฟโดยตัวอย่างผลการใช้งานโมดูลทั้งสองแสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างการทำงานของโมดูล Scikit-Fuzzy และ MatPlotlib

3.2.2 อัลกอริทึมของระบบ (System Algorithm)

อัลกอริทึมของระบบต้นแบบโครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตรแม่นยำในเรือนเพาะปลูกมีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากพิจารณาระยะเวลาการเก็บข้อมูลให้เหมาะสมกับช่วง nearly real-time โดยเลือกใช้เวลา 1 นาทีเป็น 1 รอบการส่งข้อมูล เซ็นเซอร์จะเก็บค่าเข้ามาใน NodeMCU จากนั้นจึงส่งข้อมูลที่ได้ไปยังสถานีฐานเพื่อส่งต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่เช่าไว้และเก็บไว้ในฐานข้อมูลแต่ถ้าข้อมูลที่ได้มีตัวแปรตัวหนึ่งขาดหายไประบบก็จะรอรับข้อมูลใหม่ในรอบถัดไป ราสเบอรี่พายจะประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาด้วยฟัซซี่ลอจิคเพื่อหาผลลัพธ์ว่าควรจะสั่งอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอกตัวใดเพื่อปรับสภาพแวดล้อม หลังจากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะอัพเดทข้อมูลรายละเอียดต่างๆรวมถึงผลการคำนวณหรือการติดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมขึ้นบนเว็บไซต์และแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ตโฟนและท้ายสุดเมื่ออาดูโนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอกรับคำสั่งจากราสเบอรี่พายมาก็จะเลือกควบคุมอุปกรณ์ตามนั้นซึ่งอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอกไม่จำเป็นต้องทำงานตลอดเวลา อัลกอริทึมของระบบแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 อัลกอริทึมของระบบ

3.2.3 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

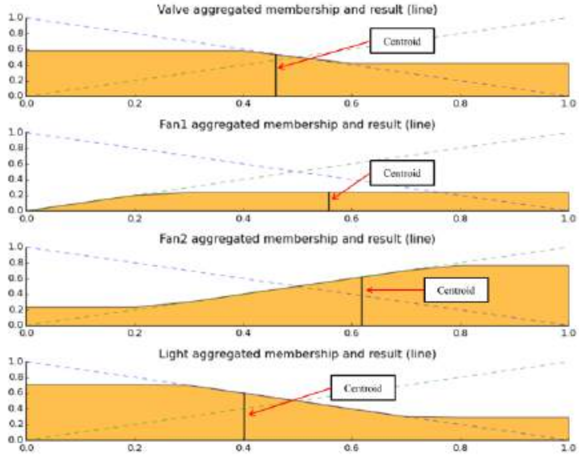
เว็บเซิร์ฟเวอร์จะแสดงข้อมูลต่างๆบนจอแสดงผลได้แก่ค่าพารามิเตอร์ที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์, สถานะของอุปกรณ์ปรับสภาพภายนอก , วัน, เวลา, กราฟพารามิเตอร์สรุปรายวันและหน้าจอการสั่งควบคุมด้วยตัวเองตามความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งตอนนี้ในส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์กำลังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ

4. การทดสอบ

เรือนเพาะปลูกแบบปิดที่ใช้ทดลองจะจำลองลดขนาดลงเป็นตู้พลาสติกใสทรงหน้าจั่วกว้าง 1 เมตร, ยาว 1.5 เมตรและสูง 0.75 เมตร

4.1 ทดสอบการทำงานอัตโนมัติ

จากการทดสอบเปิดการทำงานอัตโนมัติของระบบโดยตั้งกฎของฟัซซี่ควบคุมตัวแปรได้แก่ ความสว่าง, ความชื้นในอากาศ, อุณหภูมิและความชื้นในดินแล้วปล่อยให้ระบบทำงานไปเรื่อยๆพบว่าระบบสามารถอ่านค่าจากเซ็นเซอร์แล้วนำมาคำนวณด้วยกระบวนการทางฟัซซี่โดยมีการตั้งค่ากฎเป็นตัวอ้างอิงการควบคุม, ทำงานได้ติดต่อกันเกิน 4 ชั่วโมงพร้อมปรับสภาวะในตู้ตามกฎของฟัซซี่ที่ใช้ได้อย่างถูกต้องและมีการเก็บข้อมูลไว้บนคลาวด์ตามที่ได้ออกแบบไว้ ผลการตัดสินใจควบคุมอุปกรณ์จากการคำนวณด้วยฟัซซี่แสดงดังในรูปที่ 4 ซึ่งหากจุดศูนย์ถ่วงมากกว่า 0.5 อุปกรณ์จะถูกสั่งเปิด หากเท่ากับหรือน้อยกว่าจะสั่งปิด



รูปที่ 4 ผลการตัดสินใจควบคุมอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อม

4.2 ทดสอบการใช้งานและเฝ้าดูผ่านอินเทอร์เน็ต

การทดลองนี้อยู่ในระหว่างรอการพัฒนาเว็บไซต์และแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ตโฟน ซึ่งจะมีการทดสอบโดยตรวจสอบการแสดงผลของค่าพารามิเตอร์และสถานะของอุปกรณ์รวมถึงทดสอบใช้งานคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ด้วยตัวเองร่วมกับสังเกตการทำงานของระบบ

5. สรุป

ระบบสามารถทำงานควบคุมอัตโนมัติปรับสภาพภายในเรือนเพาะปลูกทดลองด้วยการอ่านค่าพารามิเตอร์แล้วนำมาคำนวณด้วยฟัซซี่ลอจิคซึ่งการควบคุมทำได้หลายรูปแบบเปลี่ยนไปตามค่าพารามิเตอร์ในขณะนั้น แต่ยังมีในส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ต้องรอทดสอบในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] เกษตรก้าวไกล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.kasetkaoklai.com/. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2559.

[2] รัฐบาลไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaigov.go.th/ สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2559.

[3] Pascual, R.L., et al. A Wireless Sensor Network using XBee for precision agriculture of sweet potatoes (Ipomoea batatas). in Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), 2015 International Conference on. 2015. IEEE.

[4] Nandurkar, S., V. Thool, and R. Thool. Design and development of precision agriculture system using wireless sensor network. in Automation, Control, Energy and Systems (ACES), 2014 First International Conference on. 2014. IEEE.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ความปลอดภัยของไอโอทีบลูทูธสำหรับระบบตรวจวัดตัวบ่งชี้สุขภาพโดยใช้ไอซีเข้ารหัส: การออกแบบและการใช้งานจริง

Security of IoT Bluetooth for Health Indicator Measurement Systems Using Crypto Engine: Design and Implementation

อภิรัฐ ลิ่มมณี[1] วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์[1] นิพนธ์ สมหมาย[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จังหวัดชลบุรี

[2]บริษัทเบสแล็บ จำกัด 15/133 หมู่ 5 ต.ห้วยกะปิ อ.เมือง จังหวัดชลบุรี

E-mail: {apirath, wiroon}@eng.buu.ac.th, nipon@baeslab.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเอาการระบุตัวตนและการเข้ารหัสมาใช้กับระบบไอโอทีบลูทูธ สำหรับตรวจวัดตัวบ่งชี้สุขภาพ ในโครงการพัฒนา Smart Living & Safety สำหรับอุตสาหกรรมบริการสุขภาพอัจฉริยะ โดยจะอธิบายถึงกระบวนการระบุตัวตนเพื่อให้อุปกรณ์แต่ละตัวมี Session Key ที่ Gateway กำหนด ซึ่ง Session Key ดังกล่าว จะถูกนำมาใช้ในการเข้ารหัสเพื่อหุ้มกุญแจลับของการเข้ารหัสแบบ AES ซึ่งกุญแจลับนี้จะนำไปใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลทางสุขภาพต่อไป การระบุตัวตนจะใช้ไอซีเข้ารหัส (Crypto Engine) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ส่วนการเข้ารหัสข้อมูลแบบ AES จะทำใน MCU (Microcontroller Unit) หลังจากนั้นเราได้บันทึกผลการทดลองเพื่อวัดเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัส พบว่าใช้เวลารวมเพียง 2.0699 ms ต่อแพ็คเก็ต

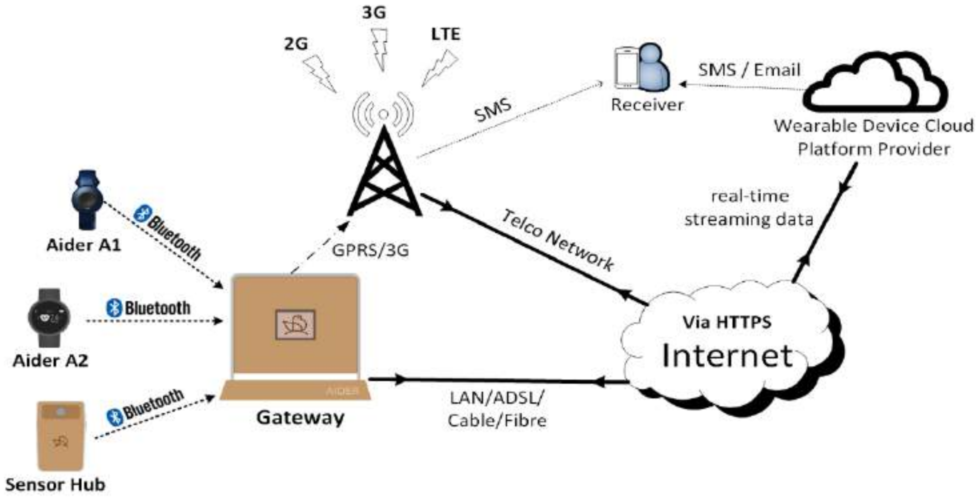
Abstract

This article applies authentication and encryption to an IoT Bluetooth system for health indicator measurement. The system is employed in the project "Smart Living & Safety" for smart health care industry. We explain authentication between devices and gateway such that a common session key is derived between a particular device-gateway pair. The session key will later be used for encapsulating AES secret key for health data encryption. Authentication is performed by the crypto engine, whereas data encryption is performed by the MCU (Microcontroller Unit). Experimental results shows that it takes only 2.0699 ms per packet for encryption and decryption processes.

1. บทนำและการทบทวนวรรณกรรม

สืบเนื่องจากการเติบโตของอุปรณ์ไอโอที(IoT) เป็นผลทำให้เกิดจำนวนของผู้ใช้เพิ่มมากขึ้นอย่างมากมายด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อเมืองใหญ่ (Smart City) การใช้งานในบ้านที่อยู่อาศัย (Smart Living) และในงานสุขภาพ (Smart Health care) ที่มีความจำเป็นอย่างมากเพราะในยุคปัจจุบัน มีแนวโน้มการดูแลสุขภาพมากขึ้น เทคโนโลยีไอโอทีและอุปรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลจึงเข้ามีบทบาทมากขึ้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในปัจจุบันก็คือตัวอุปกรณ์สวมใส่ (Wearable devices) ซึ่งมีทั้งที่เสนอมาในบทความวิชาการ [2] ตลอดจนที่มีขายอยู่ในท้องตลาด ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ การตรวจจับท่าทางของผู้ใช้งาน การตรวจจับจำนวนก้าวเดิน การตรวจจับเวลาในการทำกิจกรรมบางอย่างในชีวิตประจำวัน การตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ การตรวจจับระดับออกซิเจนในเลือดและการตรวจจับอุณหภูมิร่างกาย ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ถูกนำมาใช้ในผู้คนหลายระดับ มีอายุที่แตกต่างกันและรวมไปถึงผู้ที่แข็งแรงที่ออกกำลังกายเป็นประจำจนไปถึงผู้ป่วยที่อาจจะไม่มีแรงพยุงตัวเอง เหล่านี้มักจะมีอุปกรณ์ไอโอทีติดตัวแทบทั้งนั้น แน่นอนว่าอุปกรณ์ไอโอทีเหล่านี้นอกจากจะเก็บค่าต่างๆด้วยตัวเซนเซอร์ของมันเองแล้ว มันยังต้องส่งข้อมูลส่งต่อไปยังศูนย์กลางการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นการเก็บบันทึกที่สามารถดูเป็นประวัติ หรือการคำนวณอะไรบางอย่างที่มากกว่าที่หน่วยความจำและหน่วยประมวลผลของอุปกรณ์ไอโอทีจะทำไหวในขณะนั้น ซึ่งช่องทางในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไอโอทีไปยังศูนย์กลางการเก็บข้อมูลยังขาดความปลอดภัย (Security) ในการส่งข้อมูลอยู่ นั่นจึงเป็นความเสี่ยงที่อาจจะทำให้ผู้ไม่หวังดีแอบขโมยข้อมูลบางอย่างไปจากผู้ใช้งาน อันก่อทำให้เกิดความเสียหายต่อผู้ใช้งาน หรือถ้ามีจำนวนมากๆ ก็อาจจะส่งผลต่อระบบใหญ่ขนาดองค์กรได้ โดยความปลอดภัยที่ยังขาดอยู่ในปัจจุบันได้แก่การทำกระบวนการระบุตัวตน Authentication เพื่อเป็นการการันตีระบุตัวตนระหว่างอุปกรณ์ระหว่างตัวรับและตัวส่งกันเอง และการเข้ารหัสข้อมูล(Data Encryption) ระหว่างอุปกรณ์ตัวรับและตัวส่ง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีมีความปลอดภัยด้านข้อมูล และมีความอุ่นใจในการใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลมากยิ่งขึ้น ประเด็นนี้ได้ถูกหยิบยกมากล่าวถึงใน [1,3]

ผู้ทำวิจัยตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องความปลอดภัย (Security) ที่อยู่ในอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคล จึงนำเสนอตัวไอซีเข้ารหัส (Crypto Engine) ซึ่งออกแบบมาให้อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable Device) และอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคล (Personal IoT Device) สามารถรองรับกระบวนการระบุตัวตน (Authentication) และการตกลงเกี่ยวกับกุญแจเข้ารหัส (Encryption Key Agreement) ระหว่างอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลกับตัวรับข้อมูลเกตเวย์ (Gateway) โดยไอซีนี้จะใช้เทคนิค ECC (Elliptic Curve Cryptography) อยู่บนพื้นฐานฮาร์ดแวร์ (Hardware) โดยจะช่วยให้การคำนวณรวดเร็วขึ้นมากกว่าการใช้ซอฟแวร์ (Software) นอกจากนั้นหลังจากกระบวนการระบุตัวตนเพื่อการันตีว่าเป็นตัวจริงเสร็จสิ้น จะมีการเข้ารหัส AES (Advance Encryption Standard) แบบ ECB ขนาด 128 บิตในการเข้ารหัส โดยจะใช้กุญแจที่ได้จากกระบวนการของการทำการเข้ารหัสแลกคีย์ข้อมูล มาใช้ในการเป็นกุญแจรหัสลับ ของ AES



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบดูแลสุขภาพอัจฉริยะ (Smart Health Care)

2. การออกแบบระบบไอโอทีบลูทูธที่ปลอดภัยสำหรับตรวจวัดตัวบ่งชี้สุขภาพโดยใช้ไอซีเข้ารหัส

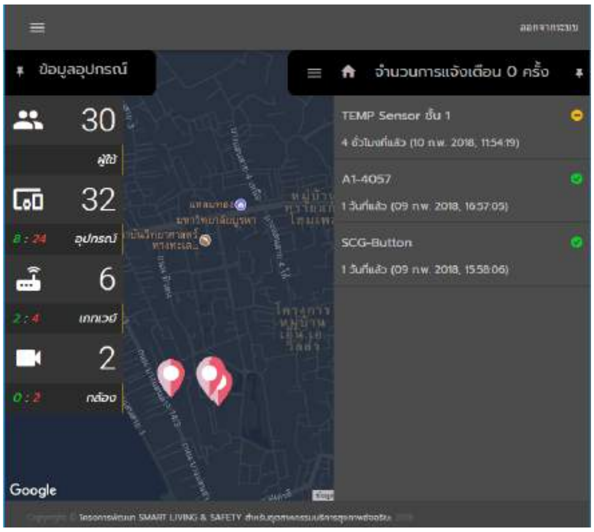
ระบบถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นระบบแจ้งเตือนความผิดปกติทางสุขภาพของผู้สูงอายุและความผิดปกติภายในบ้านของผู้พักอาศัยภายในบ้าน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่อยู่บ้านคนเดียวเมื่อลูกหลานออกไปทำงานนอกบ้านหรือเป็นผู้สูงอายุที่อยู่ในสถานบ้านพักที่มีความหนาแน่นของผู้สูงอายุจนเจ้าหน้าที่อาจจะดูแลไม่ทั่วถึง โดยผู้สูงอายุต้องสวมใส่อุปกรณ์ติดตามตัวในลักษณะใส่ข้อมือหรือห้อยคอตลอดเวลาเพื่อเป็นการเฝ้าระวังการกดขอความช่วยเหลือหรือการล้มแบบฉุกเฉินที่อุปกรณ์สามารถตรวจจับได้ตลอดเวลา เนื่องจากในวัยของผู้สูงอายุมีอัตราความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุภายในที่พักอาศัย ซึ่งถ้าเข้าไปช่วยเหลือไม่ทันท่วงทีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียของชีวิตได้ ในส่วนของบริเวณของห้องต่างๆ โดยเฉพาะห้องน้ำจะมีอุปกรณ์ไว้กดหรือดึงขอความช่วยเหลือด้วย เนื่องจากบางครั้งผู้สูงอายุอาจจะลืมใส่อุปกรณ์ติดตามตัว จะได้สามารถกดหรือดึงขอความช่วยเหลือได้ นอกจากนี้ยังมีระบบเซนเซอร์ตรวจจับความผิดปกติของอุณหภูมิ และแก๊สรั่ว ภายในบ้านของผู้อาศัยในกรณีที่เจ้าของบ้านอาจจะลืมปิดหรือการจะกำลังเกิดอัคคีภัยโดยไม่คาดคิด ระบบจะทำการแจ้งเจ้าของบ้านให้สามารถไปป้องกันไม่เหตุการเกิดความร้ายแรงขึ้นได้ ทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยในที่พักเกิดความอุ่นในใจในการพักอาศัยอยู่ภายในบ้าน

2.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

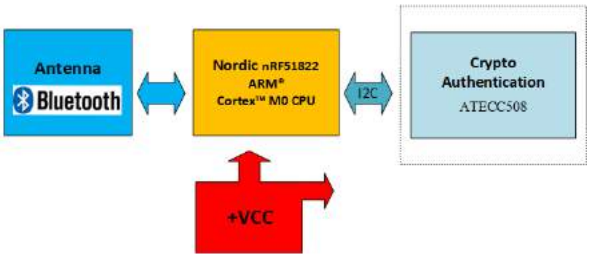
การทำงานของระบบการระบุตัวตนและการเข้ารหัสข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคลในอุปกรณ์สวมใส่โดยใช้ไอซีเข้ารหัสในระบบไอโอทีจะประกอบไปด้วยส่วนของอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลที่รับข้อมูล BLE 4.0 (Bluetooth Low Energy 4.0) ย่านความถี่วิทยุ 2.4 GHz มาที่เกตเวย์ และจากเกตเวย์จะส่งต่อข้อมูลไปยัง Cloud เก็บและจัดการข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังส่วนของ SMS และหน้าจอเฝ้าระวัง ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2

อุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลเป็นอุปกรณ์ที่คอยรับการแจ้งเตือนความผิดปกติทางสุขภาพของผู้สูงอายุและความผิดปกติภายในบ้านของผู้พักอาศัยภายในบ้านพัฒนาโดยบริษัทเบสเล็บ (BAESLab Co., Ltd.) ได้แก่ Aider A1 Aider A2 Wireless Button และ Sensor Hub (1) การ

ทำงานของ Aider A1 และ Aider A2 จะเป็นการตรวจรับการแจ้งเตือนจากการกดขอความช่วยเหลือ และการล้มของผู้ใช้โดยการสวมใส่ไว้กับ



รูปที่ 2 หน้าจอเฝ้าระวังจากโครงการพัฒนา SMART LIVING สำหรับอุตสาหกรรมบริการสุขภาพอัจฉริยะ



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงการทำงานของอุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคล

ตัวตลอดเวลา นอกจากนั้นอุปกรณ์ยังสามารถจับเวลาการประกอบกิจกรรมได้แก่ การอยู่เฉย การเดิน และการวิ่ง รวมถึงการตรวจจับจำนวนก้าวเดิน และจำนวนแคลลอรี่ที่ใช้ ส่วนในรุ่น Aider A2 จะมีฟังก์ชันการทำงานที่เพิ่มมากกว่า Aider A1 ได้แก่ การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การวัดระดับออกซิเจนในเลือด และการวัดอุณหภูมิ (2) การทำงานของ Wireless Button จะเป็นการรอการกดหรือดึงขอความช่วยเหลือจากผู้ใช้ โดยการติดตั้งใช้งานจะติดไว้นพื้นที่มักเสี่ยงต่อการล้มของผู้สูงอายุได้แก่ กำแพงห้องน้ำ หัวที่นอน และกำแพงข้างบ้าน (3) Sensor Hub คืออุปกรณ์เซนเซอร์ที่วัดความผิดปกติในบ้านได้แก่ ค่าอุณหภูมิที่ผิดปกติ และค่าแก๊สที่ผิดปกติอาจจะเกิดจากการรั่วไหล โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะทำการอ่านข้อมูลตามเวลาที่กำหนดหรือในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น เมื่อผู้สูงอายุสวมใส่อุปกรณ์แล้วเกิดการล้มขึ้น อุปกรณ์จะส่งข้อมูลที่เข้ารหัส AES ผ่าน BLE 4.0 (Bluetooth Low Energy 4.0) ที่จะส่งสัญญาณในลักษณะกระจายข้อมูล (Broadcast Data) หรือ Beacon ไปยังเกตเวย์ จากนั้นเกตเวย์จะทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง Cloud Server ทันทีผ่านการส่งข้อมูลแบบ MQTT เมื่อ Cloud Server ได้รับข้อมูลจะเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล (Database) ต่อจากนั้น Server จะทำการส่ง SMS ไปยังเบอร์ของลูกหลานที่เคยลงทะเบียนไว้และแสดงข้อมูลที่หน้าจอเฝ้าระวังของหน่วยงานเช่น ห้องเฝ้าระวังของเทศบาล ห้องฉุกเฉินของโรงพยาบาล ศูนย์รับเหตุฉุกเฉิน ฯลฯ โดยเมื่อเจ้าหน้าที่รับเรื่องแล้วจะรีบดำเนินการเข้าไปให้การช่วยเหลือยังแผนที่ ที่ปรากฏอยู่ที่จอเฝ้าระวัง

จากรูปที่ 3 เป็นการออกแบบการทำงานของวงจร อุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคคลได้แก่ Aider A1, Aider A2, Wireless Button และ Sensor Hub โดยที่ภายในมีการทำงานส่วนใหญ่ที่เหมือนกันคือมีไฟเลี้ยง +VCC เป็น Rechargeable Battery ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมจากบริษัท Nordic Semiconductor โดยใช้เบอร์ nRF51822 ซึ่งเป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์สถาปัตยกรรม ARM Cortex M0 และเป็นผนวกโมดูลบนไอซี (SOC: System On Chip) ได้แก่ การทำงานของ BLE 4.0 (Bluetooth Low Energy 4.0) และการเข้ารหัส AES แบบ ECB โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของแอปพลิเคชัน และมีการสั่งงานไปยังไอซี ATECC508 ผ่านบัส I^2C

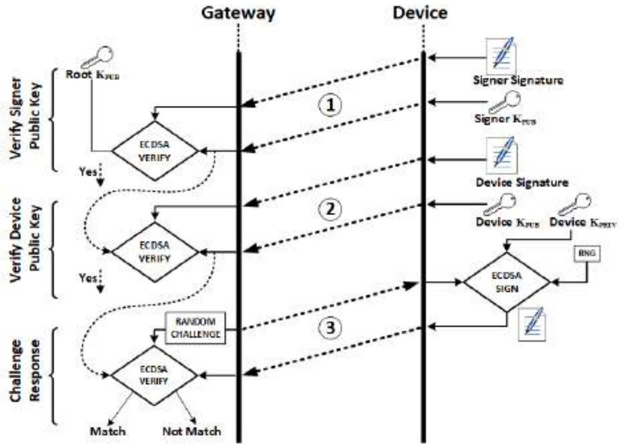
2.4 การระบุตัวตน (Authentication) ของ Crypto Engine

จากภาพที่ 4 เมื่ออุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคล (ATECC508) เข้าสู่กระบวนการระบุตัวตน (Authentication) กับเกตเวย์ จะใช้วิธีของ Elliptic Curve Cryptography (ECC) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบเจ้าของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ (Signer) อุปกรณ์จะทำการส่งกุญแจ ECC สาธารณะ (Signer K_{PUB}) และ Signer Signature ขนาด 32 ไบต์ไปยังเกตเวย์ จากนั้นเกตเวย์จะทำการตรวจสอบด้วยกระบวนการ Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องให้ไปต่อได้ในขั้นตอนที่ 2

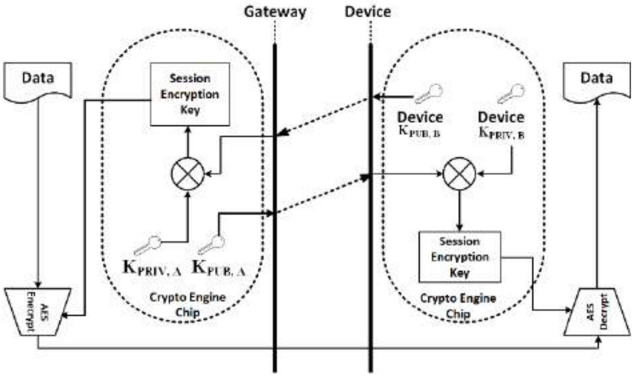
ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบอุปกรณ์ (Device) อุปกรณ์จะทำการส่งกุญแจสาธารณะอีกดอกคือ Device K_{PUB} และ Device Signature ขนาด 32 ไบต์ไปยังเกตเวย์ จากนั้นเกตเวย์จะทำการตรวจสอบด้วยกระบวนการ ECDSA ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องแสดงว่าเป็นตัวจริงให้ไปต่อได้ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบ Random Challenge หรือข้อความลับที่กำหนดขึ้น (Challenge Message) โดยจะทำการกำหนดจากฝั่งเกตเวย์แล้วส่งมาให้อุปกรณ์ทำการ sign โดยใช้กุญแจส่วนตัวของอุปกรณ์ (K_{PRIV}) ร่วมกับตัวสร้างเลขสุ่ม (Random Number Generator: RNG) เมื่ออุปกรณ์ส่งข้อความที่ทำการ sign ไปยังเกตเวย์แล้วกระบวนการ ECDSA ก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่าอุปกรณ์ตัวนี้ใช่ตัวที่อยู่ในเครือข่ายหรือไม่



รูปที่ 4 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของ ECC Authentication [4]

2.5 การตกลงเกี่ยวกับกุญแจเข้ารหัส (Encryption Key Agreement)



รูปที่ 5 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของ ECC Encryption Key Agreement [4]

จากรูปที่ 5 เมื่ออุปกรณ์ไอโอทีส่วนบุคล(B) ต้องการกุญแจ (Key_{AES} share) ของการเข้ารหัส AES จากเกตเวย์ (A) อุปกรณ์จะทำการให้กุญแจสาธารณะ $K_{PUB,B}$ (Public Key of B) ไปยังเกตเวย์ ส่วนเกตเวย์ก็จะให้กุญแจสาธารณะ $K_{PUB,A}$ (Public Key of A) มายังอุปกรณ์ จากนั้นทั้งเกตเวย์และอุปกรณ์จะต่างคนต่างเข้ากระบวนการตกลงกุญแจลับ (Encryption Key Agreement) เพื่อใช้ในกระบวนการเข้ารหัส AES โดยฝั่งเกตเวย์ (A) จะสามารถสร้างกุญแจลับได้จากกุญแจส่วนตัวของตัวเอง ($K_{PRIV,A}$) กับกุญแจสาธารณะของอุปกรณ์ ($K_{PUB,B}$) ส่วนฝั่งอุปกรณ์จะสร้างกุญแจได้จาก $K_{PRIV,B}$ กับ $K_{PUB,A}$ ผลที่ได้คือ กุญแจที่สร้างขึ้นมาในทั้งสองฝั่งจะเป็นดอกเดียวกันและจะถูกเกตเวย์นำไปเข้ารหัสแบบ AES ในข้อมูลที่มีความเสี่ยง (Sensitive data) ส่วนอุปกรณ์ก็จะสามารถถอดรหัสได้โดยใช้กุญแจดอกเดียวกัน

3. การทดลองและสรุปผล

เราได้ทดลองทำการเข้ารหัสข้อมูลแบบ AES โดยใช้ Crypto Engine ดังกระบวนการที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น โดยใช้ Gateway และ Device อย่างละ 1 ตัว แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มเข้ารหัสในฝั่ง Gateway จนถึงจบการถอดรหัสในฝั่ง Device นำมาเทียบกับการส่งข้อมูลแบบไม่เข้ารหัส เราพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่ระบุไว้ข้างต้นจากจำนวนแพ็คเก็ตที่ส่งทั้งหมด 10,000 แพ็คเก็ต เมื่อมีการเข้ารหัสและถอดรหัส จะมีค่าเป็น 514.8009 ms ส่วนเมื่อไม่เข้ารหัสจะใช้เวลาเฉลี่ย 512.731 ms จะเห็นว่ากระบวนการเข้าและถอดรหัสใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 2.0699 ms ต่อแพ็คเก็ต

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (ตามโครงการ Innovation Hubs เพื่อสร้างเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมของประเทศตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0) มหาวิทยาลัยบูรพา (การพัฒนา Smart Living สำหรับอุตสาหกรรมบริการสุขภาพอัจฉริยะ - Smart Living for Smart City)

เอกสารอ้างอิง

[1] E.R. Naru, H. Saini, and M. Sharma, “A recent review on lightweight cryptography in IoT,” In I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC), 2017 International Conference on, pp. 887-890, Feb. 2017.

[2] P. Kumari, M. López-Benítez, G.M. Lee, T.S. Kim, and A.S. Minhas, “Wearable Internet of Things-from human activity tracking to clinical integration,” In Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2017 39th Annual International Conference of the IEEE, pp. 2361-2364, July 2017.

[3] S. Wang, R. Bie, F. Zhao, N. Zhang, X. Cheng, and H.A. Choi, “Security in wearable communications,” IEEE Network, vol. 30, iss. 5, pp.61-67, Sep.-Oct. 2016.

[4] Atmel Corporation, ‘Security at Our Core: Atmel has you covered,’ [PowerPoint presentation], 2014

เครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย

Distributed Dust Sensor Network

ประภาส ผ่องสนาม

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
p.phongsanam@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศแบบกระจายโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ทำงานร่วมกับ Sharp Optical Dust Sensor โดยจะทำการตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อนำค่าข้อมูลที่วัดได้ มาเก็บบันทึกไว้ฐานข้อมูลกลางและนำมาแสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์และกราฟ ซึ่งจากการทดลองพบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลได้ตามช่วงเวลาที่กำหนดและสามารถแสดงผลได้ตามต้องการ อีกทั้งระบบที่สร้างขึ้นนี้ยังมีราคาถูกและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อติดตามและประเมินผลได้หลากหลาย

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับฝุ่นละออง, ระบบเก็บข้อมูลฝุ่นละออง, ระบบเซ็นเซอร์, อุปกรณ์ตรวจจับ PM2.5

Abstract

This article present a solution to create a system that can measure dust level in distributed air by using NodeMCU with sharp optical dust sensor, the system measure dust level from a given time duration and record the outcome in central database. Then, display it in websites and graph. From the experiment, the system is able to record data at any period of time and represent the recorded data as wanted. Also, the cost of building this system is inexpensive and the system can be applied to monitor and comprehend in various applications

Keywords: Dust Sensor, Dust Sensor System, Sensor System, PM2.5 Sensor

1. บทนำ

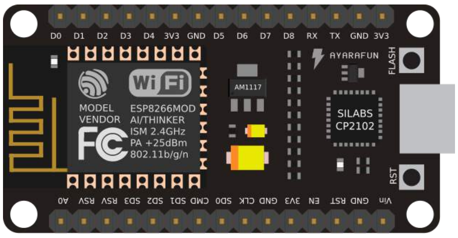
ในปัจจุบันอัตราการเพิ่มขึ้นของมลพิษ หมอกควันและฝุ่นละอองในอากาศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชุมชนเมือง ซึ่งหากมีค่าความเข้มสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน[1, 6-8] ที่กำหนด อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) จะสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ [2] กระแสเลือด และแทรกซึมเข้าสู่กระบวนการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย เพิ่มความเสี่ยงเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ หลอดเลือดและอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ [3-5] ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการติดตาม ประเมินผล และเฝ้าระวัง ในแต่ละพื้นที่ ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศแบบกระจาย ที่ราคาถูก ติดตั้งง่าย สามารถนำไปติดตั้งไว้ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ โดยระบบนี้จะทำการตรวจจับค่าฝุ่นละอองในอากาศและเก็บข้อมูลทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อส่งข้อมูลที่ได้มาเก็บบันทึกไว้ที่ระบบฐานข้อมูลกลาง โดยผู้ใช้งานระบบจะสามารถติดตามการรายงานผลออนไลน์ได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยระบบจะสามารถรายงานสรุปผลและแสดงกราฟได้

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป [1, 6-8]

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน (มก./ลบ.ม.)
1.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10
2.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05
3.ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05
	1 ปี	ไม่เกิน

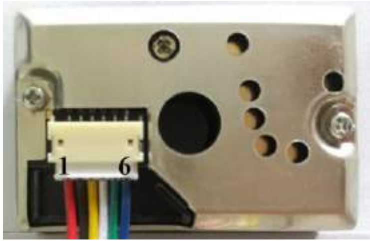
2. ทฤษฎีพื้นฐาน

NodeMCU คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจ็ค Internet of Thing (IoT) ประกอบด้วย ตัวบอร์ด (Development Kit) และ เฟิร์มแวร์ (Firmware) ที่เป็น Open Source ที่มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP 8266) ที่นักพัฒนาสามารถใช้ Arduino IDE เพื่อเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C/C++ เพื่อควบคุมและสั่งการได้ โดยโครงสร้างและตัวอุปกรณ์ NodeMCU แสดงดังรูปที่ 1



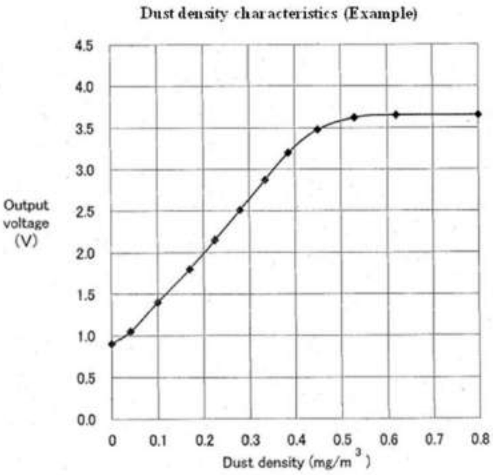
รูปที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจจับ ฝุ่นละอองในการทดลองนี้คือ Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor [9 - 11] ซึ่งเป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ ใช้ตรวจจับ อนุภาคขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นละอองหรือควันบุหรี่ ในอากาศที่ใช้พลังงานต่ำ โดยให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณแบบอนาล็อค(Analog) ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันอินพุทและค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศที่ตัวอุปกรณ์ตรวจวัดได้ขณะนั้น โดยค่าเอาท์พุทที่ได้จะมีหน่วยวัดมาตรฐานเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)



รูปที่ 2 Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor

โดยค่าความเข้มของฝุ่นละอองที่อ่านค่าได้จะมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน V กับ Dust Density

3. การออกแบบและนำไปใช้งาน

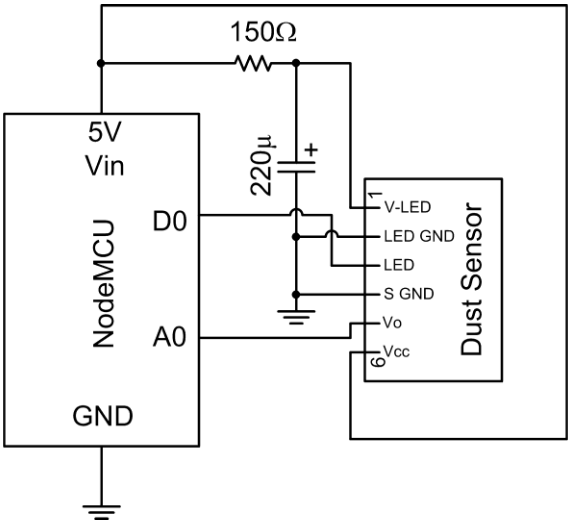
ในแต่ละชุดของตัวอุปกรณ์ตรวจจับฝุ่นละอองที่ใช้ในการทดลองนี้จะประกอบไปด้วยรายการอุปกรณ์

- NodeMCU DEVKIT 1.0
- Sharp GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor
- 6-pin TE 1.5mm pitch connector cable
- 220 uF Capacitor
- 150 Ω Resistor
- Breadboard
- M/M jumper cables

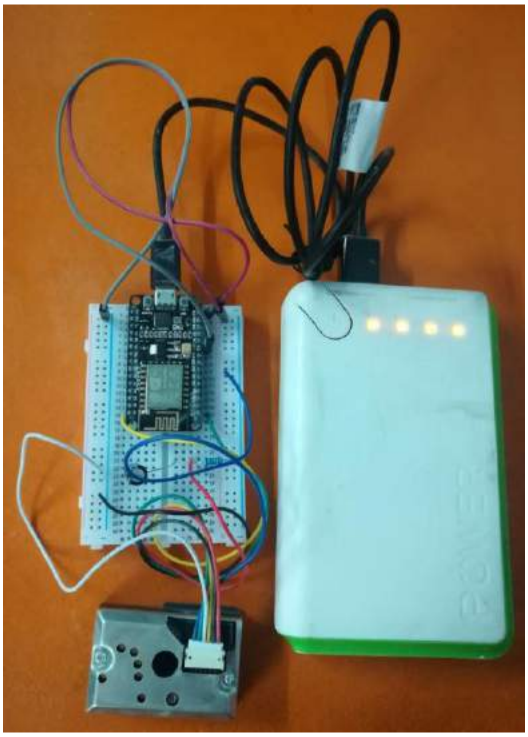
โดยรูปแบบการเชื่อมต่อวงจรและขาของตัวอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ โดยอุปกรณ์แต่ละชุดจะเชื่อมต่อและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย เพื่อส่งข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้มาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลกลาง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 6

ตารางที่ 2 การต่อเชื่อมกันระหว่าง Dust Sensor กับ NodeMCU

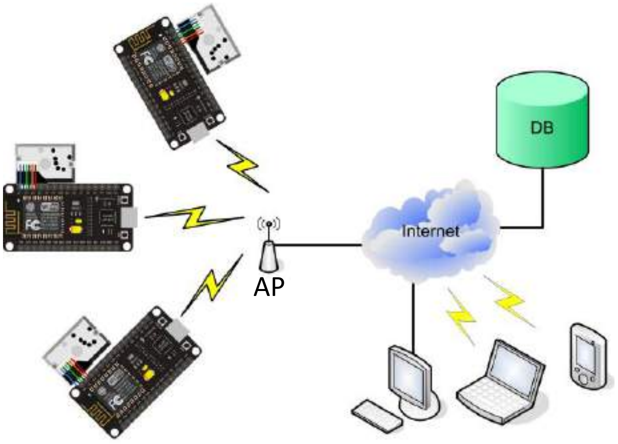
Sharp Dust Sensor	Attached To NodeMCU
1 (V-LED)	5.0V Pin (150 Ohm in between)
2 (LED-GND)	GND Pin
3 (LED)	Digital Pin D0
4 (S-GND)	GND Pin
5 (Vo)	Analog Pin A0
6 (Vcc)	5.0V Pin Vin (Direct)



รูปที่ 4 Schematic Diagram ของวงจร



รูปที่ 5 ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง



รูปที่ 6 เครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย

สมการที่นำไปใช้คำนวณหาค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศ เมื่ออ่านค่าข้อมูลจาก Vo แล้วจะต้องทำการแปลงค่าข้อมูลที่ได้ (0 – 1023) เป็นระดับแรงดันไฟโดยใช้สูตร (1) หรือ (2)

กรณีใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟ 5.0 V

adcVoltage = Vo*(5.0/1024) (1)

กรณีใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟ 3.3V

adcVoltage = Vo*(3.3/1024) (2)

ในการคำนวณหาค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศจาก (1) – (2) สามารถประมาณการได้จากสูตร (3) – (4)

DustDensity = 6 * adcVoltage / 35 - 0.1; (3)

หรือ

DustDensity = 0.17*adcVoltage-0.1; (4)

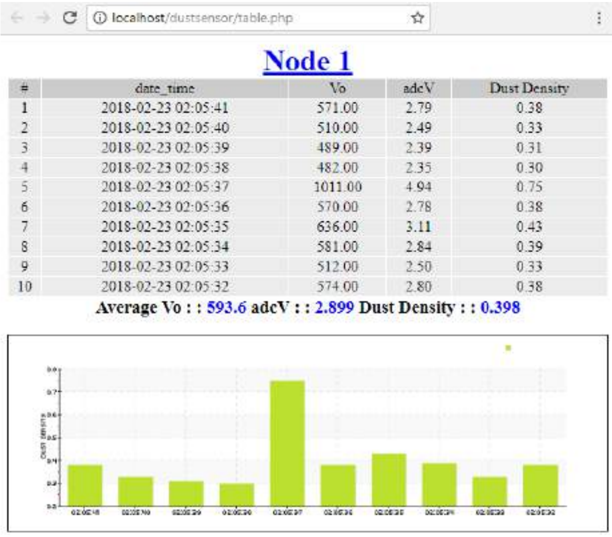
โดยข้อมูลของแต่ละโหนดที่คำนวณได้จะถูกส่งไปเก็บลงไว้ในฐานข้อมูลซึ่งประกอบด้วย 2 ตารางหลักคือ

ตารางที่ 3 โครงสร้างตาราง Node

ชื่อ	ขนาดข้อมูล	ความหมาย
Node_id	Int(10)	หมายเลขโหนด
Name	Varchar(50)	ชื่อโหนด
Description	Varchar(100)	ข้อมูลรายละเอียดโหนด

ตารางที่ 4 โครงสร้างตาราง Dust

ชื่อ	ขนาดข้อมูล	ความหมาย
ID	Int(10)	หมายเลขเฉพาะ
Node_Id	Int(10)	หมายเลขโหนด
Date_time	Datetime	วัน-เวลาที่บันทึกข้อมูล
Vo	Varchar(10)	ค่า Vo ที่อ่านค่าได้
adcV	Varchar(10)	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่แปลงจาก Vo
Density	Varchar(10)	ค่าความเข้มของฝุ่นละออง (mg/m^3)

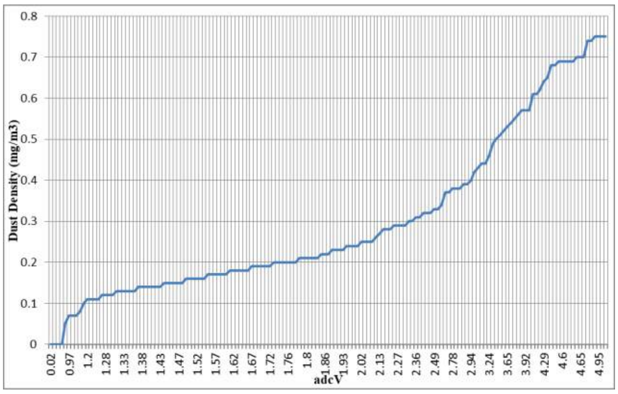


#	date_time	Vo	adcV	Dust Density
1	2018-02-23 02:05:41	571.00	2.79	0.38
2	2018-02-23 02:05:40	510.00	2.49	0.33
3	2018-02-23 02:05:39	489.00	2.39	0.31
4	2018-02-23 02:05:38	482.00	2.35	0.30
5	2018-02-23 02:05:37	1011.00	4.94	0.75
6	2018-02-23 02:05:36	570.00	2.78	0.38
7	2018-02-23 02:05:35	636.00	3.11	0.43
8	2018-02-23 02:05:34	581.00	2.84	0.39
9	2018-02-23 02:05:33	512.00	2.50	0.33
10	2018-02-23 02:05:32	574.00	2.80	0.38

Average Vo : : 593.6 adcV : : 2.899 Dust Density : : 0.398

รูปที่ 7 หน้าเว็บเพจรายงานผลการตรวจวัดตามช่วงเวลาที่กำหนด

จากผลการทดสอบการบันทึกข้อมูลและแสดงผลผ่านทางหน้าเว็บเพจในแต่ละโหนดแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 7 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลค่าความเข้มของฝุ่นละอองในอากาศมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่อ่านได้จากตัวเซ็นเซอร์ แสดงผลได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบ Dust Density กับ adcV

4. สรุปผล

ระบบเครือข่ายอุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองแบบกระจาย เป็นระบบที่มีขนาดเล็ก ใช้อุปกรณ์น้อย ราคาถูก สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งจากผลการทดสอบการทำงานของระบบ พบว่าระบบสามารถทำการเก็บบันทึกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและแสดงผลข้อมูลทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2561

[2] Y. Xing, Y. Xu, M. Shi, Y. Lian, "The impact of PM2.5 on the human respiratory system", Journal of Thoracic Disease, 2016 Jan; 8(1): E69–E74.

[3] J. Schwartz, "Harvesting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality", Am J Epidemiol. 2000 Mar 1;151(5):440-8.

[4] MC. Turner , D. Krewski , CA. Pope,Y. Chen , SM. Gapstur , MJ. Thun , "Long-term ambient fine particulate matter air pollution and lung cancer in a large cohort of never-smokers", Am J Respir Crit Care Med. 2011 Dec 15;184(12):1374-81.

[5] K. Katanoda, T. Sobue, H. Satoh, "An association between long-term exposure to ambient air pollution and mortality from lung cancer and respiratory diseases in Japan", J Epidemiol 2011;21:132-43.

[6] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2553

[7] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538

[8] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

[9] "Application note of Sharp dust sensor GP2Y1010AU0F", http://www.sharp-world.com/products/device/lineup /data/pdf/datasheet/gp2y1010au_appl_e.pdf

[10] https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf

[11] Sharp GP2Y1010 dust sensor, https://www.pocketmagic.net/sharp-gp2y1010-dust-sensor/

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

Database Management in Smart Farm with RFID Reader

คณะวัติ เนื่องวงษา[1] ธัชชัย พุ่มพวง[2] วิษณุ หงษ์ศรีสุข[2] มงคล ดูพิมาย[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถ.ศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-283700 E-mail: kanawat.nu@rmuti.ac.th
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ.สุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: tajchai.pu@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีซึ่งใช้แทนการจัดการฐานข้อมูลแบบเดิมที่ใช้การบันทึกข้อมูลประจำตัวของสุกรในรูปของสมุดจดบันทึกหรือบัตรประจำตัวของสุกร เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูล และการสืบค้นข้อมูลระบบเดิม เกิดความล้าช้าและยุ่งยาก ซึ่งงานวิจัยนี้จะช่วยให้ระบบการจัดการข้อมูลของสุกรสะดวกรวดเร็วขึ้น หลักการทำงานของระบบประกอบด้วยการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับแท็กประจำตัวสุกรที่ความถี่13.56 MHz และฐานข้อมูลแล้วแสดงผลข้อมูลประวัติต่างๆ ของสุกรโดยใช้โปรแกรม “Visual C#” แสดงข้อมูลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จากผลการทดสอบการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีและระบบการจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มพบว่าสามารถลดระยะเวลาในการสืบค้นและจัดเก็บข้อมูลได้ และคลอบคลุมตามความต้องการของการจัดการในสมาร์ทฟาร์ม จากเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีความถี่ 13.56 MHz ในระยะการทดลอง 10 เซนติเมตรของสายอากาศแบบบ่วง

คำสำคัญ: เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี, แท็กอาร์เอฟไอดี, สายอากาศแบบบ่วง ฐานข้อมูล, สมาร์ทฟาร์ม

Abstract

This paper presents a database management system in the smart farm by using RFID reader which replaced the traditional database to record the identity of the pigs in the form of a notebook paper or identities of pigs. Since, the original of storage and search is delayed and complicated. This research is helpful to the data management system of pigs to faster. The principle of system is contained of the functionality of the RFID reader with pig’s tag at the frequency band of 13.56 MHz and database. The information’s display of pigs is used the programing of "Visual C #". It is shown the computer screen. The results of the testing of RFID systems and database management in the smart farm is found that is reduced the duration of the search and storage and cover to the requirement of the management in smart farming from the 13.56 MHz RFID reader in the experiment distance of 10 cm with loop antenna.

Keywords: RFID reader , Tag , Loop antenna , Database , Smart Farm

1. บทนำ

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีบทบาทและมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งระบบอาร์เอฟไอดีเป็นการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อการระบุอัตลักษณ์ของวัตถุหรือเจ้าของวัตถุที่ติดอาร์เอฟไอดีแท็ก (Tag) แทนการระบุด้วยวิธีการอื่น ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เพิ่มขีดความสามารถในการคำนวณ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ปัจจุบันการนำระบบอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้งานหลาก หลายประเภท เช่น ทดแทนระบบบาร์โค้ด Access Control/ Personal Id แทนบัตรแม่เหล็ก ระบบลอจิสติก ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ ระบบห้องสมุดดิจิทัล Animal Tracking และยังเหมาะกับเกษตรกรไทย ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์ม ทำให้ทราบเจ้าของ ตรวจสอบสายพันธุ์ การให้อาหารและ การควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ [1]- [4] โดยก่อนหน้านี้มีงานวิจัยที่ศึกษาการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีประกอบด้วย การประยุกต์ใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่ต่ำ (125 kHz) กับการสายพานลำเลียงขนาดเล็ก พบว่ามีเปอร์เซ็นพื้นผิวในการตรวจจับแท็กสูงมากกว่า 67 % ในทุกทิศทางและมีระยะใน การติดต่อสื่อสารสูงสุดที่ 40 เซนติเมตร [5] และการออกแบบสายอากาศของเครื่องอ่านข้อมูลสำหรับระบบ RFID ในย่านความถี่ต่ำเพื่อการจัดการฟาร์มและการลงทะเบียนสัตว์ พบว่าการทดสอบในการลงทะเบียนสัตว์

ในกรณีต่างๆ แสดงให้เห็นว่าสายอากาศแบบบ่วงคู่ สามารถนำมาใช้ในการลงทะเบียนสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพดี [6]

การประยุกต์ใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูง (13.56 MHz) โดยมีการเก็บผลการทดสอบเป็นข้อมูลประจำตัวต่างๆของนักศึกษา ซึ่งประยุกต์ใช้งานร่วมกับการจัดการฐานข้อมูล และจากผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถเก็บและแสดงข้อมูลได้หลากหลายเช่น ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ รหัสประชาชน อีเมลล์ และระดับการศึกษาเป็นต้น [7] การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการจัดการฟาร์มและการลงทะเบียนสัตว์มีการใช้งานที่แพร่หลายมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่นการจัดการฟาร์มและการลงทะเบียนสัตว์โดยใช้กระบวนการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยกระบวนการคิดแบบสืบทอดพันธุกรรม ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านข้อมูลกับแท็กในระบบอาร์เอฟไอดีให้ดียิ่งขึ้น [6]

ในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงซึ่งเหมาะสำหรับงานด้านการจัดการข้อมูลทั่วไป โดยใช้แท็กเก็บข้อมูลของลูกหมู เนื่องจากระบบอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่ 13.56 MHz เป็นระบบที่มีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย

2. หลักการที่เกี่ยวข้อง

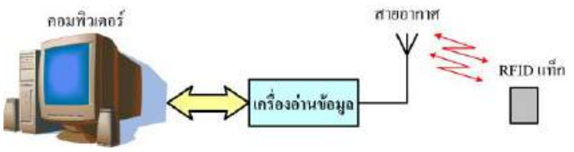
2.1 มาตรฐานความถี่ของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

มาตรฐานความถี่สากลของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่มีหลายแบบโดยใช้ย่านความถี่ที่ไม่ซ้ำกันมีทั้งหมด 6 ส่วนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานความถี่อาร์เอฟไอดี [3]

ย่านความถี่		ระยะการส่ง	ISO/IEC 18000
120–150 kHz	Unregulated	10 cm	Part 2
13.56 MHz	ISM	10 cm-1 m	Part 3
433 MHz	Short range	1–100 m	Part 7
865-868 MHz 902-928 MHz	ISM	1–12 m	Part 6
2.45-5.8 GHz	ISM	1–2 m	Part 4
3.1–10 GHz	UWB	Up to 200 m	Not defined

2.2 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

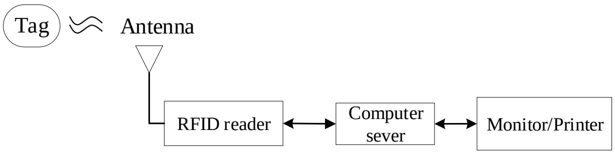


รูปที่ 1 ส่วนประกอบของ RFID [6]

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบอาร์เอฟไอดีประกอบด้วย 4 ส่วนคืออาร์เอฟไอดีแท็ก สายอากาศของเครื่องอ่านข้อมูล เครื่องอ่านข้อมูล และเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 1

2.3 การทำงานของฮาร์ดแวร์

ระบบการจัดเก็บและค้นหาข้อมูลด้วยอาร์เอฟไอดี สามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานได้เป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ ซึ่งระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้ร่วมกับระบบการจัดเก็บและค้นหาข้อมูลด้วยอาร์เอฟไอดี ได้แก่ แท็ก สายอากาศ เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เก็บฐานข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของฮาร์ดแวร์

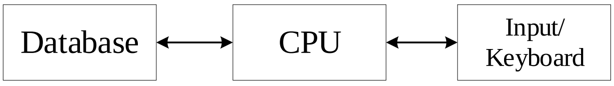


รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของฮาร์ดแวร์

บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของฮาร์ดแวร์ในรูปที่ 2 ประกอบด้วย

- คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของระบบ
- เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ทำหน้าที่เป็นตัวอ่าน-เขียนข้อมูล
- แท็ก ทำหน้าที่เป็นตัวรับและส่งสัญญาณระหว่างสายอากาศ

การทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีนี้ จะอยู่ในย่านความถี่ 13.56 MHz เมื่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี รับค่าแล้วประมวลผลส่งไปยัง Computer Server ผ่านการเชื่อมต่อในรูปแบบ RS232 จากนั้น Computer Server จะนำข้อมูลที่ได้มาประมวลก่อนแสดงผลข้อมูลออกทาง Monitor/Printer ซึ่งอาจเป็นข้อมูลภาพหรือเอกสารประกอบการรักษา เช่น ประวัติการรักษา ใบเสร็จค่าใช้บริการ เป็นต้น

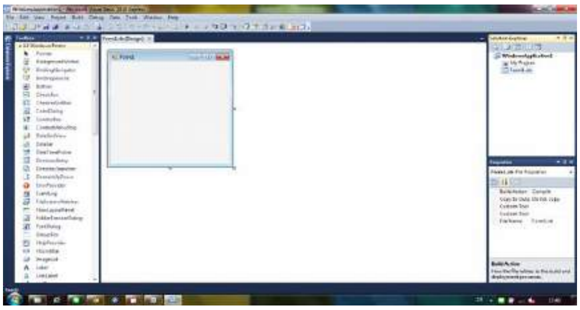


รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบของ Computer Server

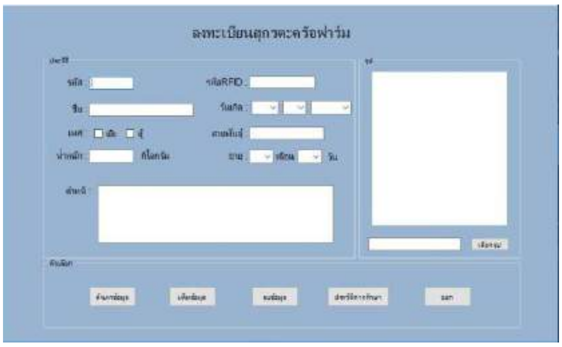
จากรูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของ Computer Server แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ Database CPU และ INPUT/Keyboard ส่วนประกอบดังกล่าวสามารถอธิบายการทำงานโดยเริ่มจากส่วนประกอบหลัก คือ CPU โดย CPU จะเป็นศูนย์กลางในการประมวลผลทั้งหมด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการนำข้อมูลเข้าไปในจัดเก็บ

ไว้ที่ Database เพื่อรอการสืบค้นข้อมูลเมื่อ CPU ได้รับคำสั่งจากเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

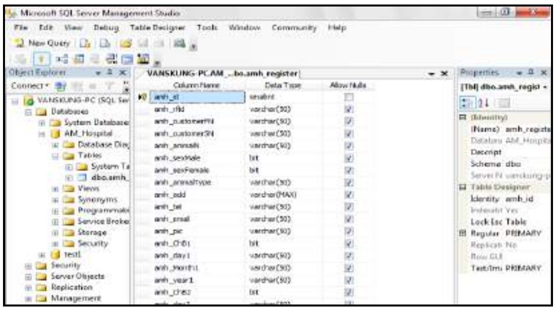
(ก) สร้างหน้าต่างฐานข้อมูล



(ข) เลือกรูปแบบ Forms ตั้งชื่อ และกำหนดตำแหน่งใน Project



(ค) ทำการสร้างฐานข้อมูลตามรูปแบบของทะเบียนสัตว์เลี้ยง



(ง) สร้างตารางฐานข้อมูลและแสดงหน้าต่างโปรแกรม

รูปที่ 4 ขั้นตอนการสร้าง และการทดสอบระบบจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

3. การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

3.1 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมแสดงข้อมูล

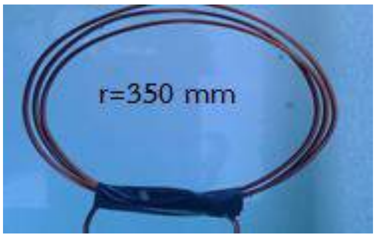
ในหัวข้อนี้นำเสนอการสร้าง และการทดสอบระบบจัดการฐานข้อมูลในสมาร์ทฟาร์มด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. สร้างหน้าต่างฐานข้อมูล
2. เลือกรูปแบบ Forms ตั้งชื่อ และกำหนดตำแหน่งใน Project
3. ทำการสร้างฐานข้อมูลตามรูปแบบของทะเบียนสัตว์เลี้ยง
4. สร้างตารางฐานข้อมูล และแสดงหน้าต่างโปรแกรม ตามรูปแบบของการลงทะเบียนสัตว์ สืบค้นข้อมูลและลงทะเบียน

ซึ่งในการทำการออกแบบ โดยอ้างอิงจากเจ้าของฟาร์มสัตว์เลี้ยงเช่น ประวัติการรักษา และได้มีการเพิ่มเติมบางส่วนที่มีความจำเป็นในการทำงานเข้าไปอีกด้วย เพื่อทำให้การทำงานเกิดความคล่องตัวมากขึ้น ซึ่งประกอบด้วย รหัสสัตว์เลี้ยง รหัส RFID ชื่อสัตว์เลี้ยง เพศ สายพันธุ์ น้ำหนัก อายุ ตำหนิ รูปสัตว์เลี้ยง เป็นต้น

3.2 การออกแบบสายอากาศเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

สายอากาศใช้ขดลวดเบอร์ 22 ตามมาตรฐาน S.W.G. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.72 มิลลิเมตร พื้นที่หน้าตัด 0.41 ตารางเมตร ทนกระแสได้ 1.324 แอมป์แปร์ หาได้จากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 โดยเส้นลวดมีความยาวรวม 2.199 เมตร พันขดลวดจำนวนรอบ 3 รอบดังแสดงในรูปที่ 5 และในการออกแบบสายอากาศที่เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในงานวิจัยนี้ใช้วงจรนสำเร็จรูป Module ID-2LA ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากแท็ก ซึ่งวงจรที่เลือกใช้จะเป็นวงจรพื้นฐานที่ใช้ Module ID-2LA ซึ่งไม่มีความซับซ้อนมาก สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ง่ายแต่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

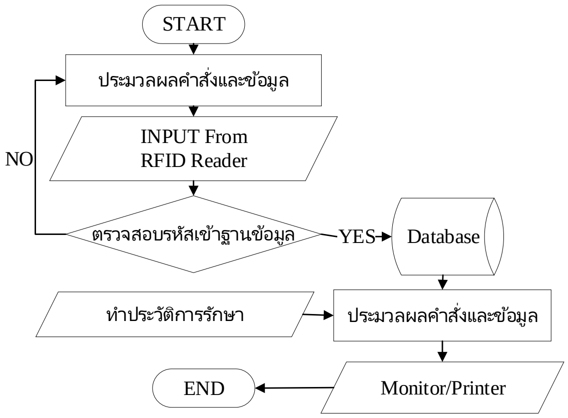


รูปที่ 5 สายอากาศแบบลูปวงกลม

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (1)$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 C} \qquad (2)$$

4. การทดสอบและผลการทดสอบ



รูปที่ 6 Flowchart การทำงานของซอร์ฟแวร์

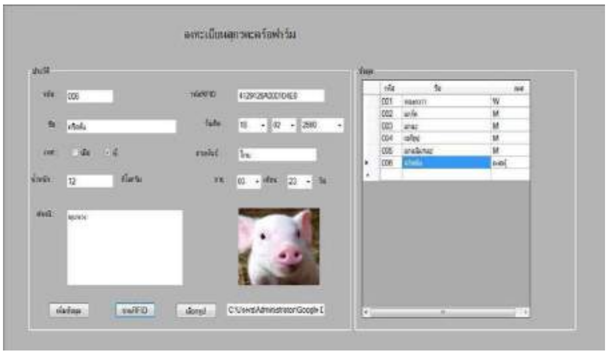
จากรูปที่ 6 อธิบายการทำงานของซอร์ฟแวร์ เริ่มจากตรวจสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์ ต่อไปซอร์ฟแวร์จะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จาก INPUT โดยข้อมูลที่ได้จาก RFID Reader จะเป็นกุญแจที่ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นซอร์ฟแวร์ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จาก RFID Reader ข้อมูลที่ตรงกับฐานข้อมูล ซอร์ฟแวร์ทำการดึงข้อมูลดังกล่าวออกมาแสดงผลบน Monitor

ตารางที่ 2 การทดสอบระบบ RFID กับสัตว์เลี้ยงและข้อมูลที่แสดงในฐานข้อมูล

การทดสอบระบบ RFID กับสัตว์เลี้ยงและข้อมูลที่แสดงในฐานข้อมูล			
ชนิดของสัตว์ (ชื่อ)	เพศ	ระหัสสัตว์	รหัส RFID
สุกร (ทองกวาว)	เมีย	001	4129400073FFCC00
สุกร (มาร์ค)	ผู้	002	41294000742DC8D1
สุกร (มานะ)	ผู้	003	4129400073E969B3
สุกร (เจค็อป)	ผู้	004	4129400073F05F9C
สุกร (มานีมานะ)	ผู้	005	41294000741B0926
สุกร (คริสตัน)	ผู้	006	4129126A000104E0

5. สรุป

ผลการดำเนินงานพบว่าระบบจัดการฐานข้อมูลใน Smart Farm ด้วยเครื่อง RFID Reader สามารถใช้งานได้ที่ย่านความถี่ 13.56 MHz และมีระยะในการอ่านสูงสุด 12 cm สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลที่ประกอบด้วย ประวัติการรักษา อายุ อุณหภูมิ น้ำหนัก โดยงานวิจัยเรื่อการจัดการฐานข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นี้ช่วยลดขั้นตอนในการทำงานให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วขึ้นแก่เจ้าของฟาร์ม และเป็นการลดต้นทุนระยะยาวในการรับและส่งสัตว์เลี้ยง ไปจนถึงลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการทำประวัติสัตว์เลี้ยง



รูปที่ 7 หน้าต่างแสดงผลฐานข้อมูล เมื่ออ่านค่าจาก RFID Reader

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้าน

เอกสารอ้างอิง

[1] ขวัญชนก วิริยกุลโอภาศ. “รายงาน RFID (Radio Frequency Identification),” [online] Available: http://www.student.chula.ac.th/~49801110/RFID.pdf.

[2] Id Identify RFID “การสื่อสารกันระหว่าง RFID Reader กับ RFID Tag,” [online] Available: : http://www.id.co.th/knowledge/79-rfid-knowledge comunication-reader-tag.

[3] D. Sen, P. Sen, A. M. Das, RFID For Energy and Utility Industries. PennWell, Oklahoma: 2009.

[4] วัชรากร หนูทอง, อนุกูล น้อยไม้ และปรินันท์ วรรณสว่าง, “RFID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์,” สารเนคเทค, vol. 1, no.60, pp.15-22, 2547.

[5] ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และ รัศมิทัต แผนสมบูรณ, “Low-Frequency RFID Reader Antenna for Conveyor Belt Applications,” RMUTL Engineering Journal, vol.1, no.1, 2016.

[6] ดนัย ต.รุ่งเรือง, ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และ ศุภกิต แก้วดวงตา, “การออกแบบสายอากาศของเครื่องอ่านข้อมูลสำหรับระบบ RFID ในย่านความถี่ต่ำเพื่อการจัดการฟาร์มและการลงทะเบียนสัตว์,” ECTI (e-magazine), [online] Available: http://www.ecti-thailand.org/emagazine/views/106.

[7] B. E. S. Rinza, F. M. B.Cortez, “Credentials Students with 13.56 MHz RFID,” International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) vol. 3, issue 4, October 2013.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง กรณีศึกษา : ไร่เบอร์รี่ บริษัทนิลี่เบอร์รี่จำกัด ตำบลหนองแดง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

An Internet-Based Automatic Water for Agriculture Reserve System Case Study : Berry Farm, Niliberry Co., Ltd., Tambon Nong Daeng, Mae Charim District, Nan Province

ชาญยุทธ์ กาญจนพิบูลย์[1] อรรนนท์ บัวศรี[1] ไพโรจน์ ปิยรังสรรค์[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

59 หมู่ 13 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000 โทรศัพท์ 054-710259 E-mail: chanyut@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต สำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ESP32 ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่นาโน เป็นตัวควบคุมระบบการทำงาน และโปรแกรม Blynk บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นตัวรับคำสั่งควบคุมและรายงานสถานะการทำงาน ผลการทดสอบพบว่าระบบที่นำเสนอมีความสามารถในการสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีอัตราการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำเชิงเขาขึ้นไปสำรองยังสระน้ำด้านบนภูเขาในอัตราเฉลี่ย 1,000 ลิตรต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: น้ำเพื่อการเกษตร, ESP32, Blynk

Abstract

This article proposed an Internet-Based Automatic Water for Agriculture Reserve System Case Study: Berry Farm, Niliberry Co., Ltd., Tambon Nong Daeng, Mae Charim District, Nan Province. This system employed ESP32 and Arduino Nano microcontroller as a control system and Blynk application as a user interface. The experimental results show that the proposed technique has the ability of reservation water efficiently at the water reserve rate of 1,000 liters per hour.

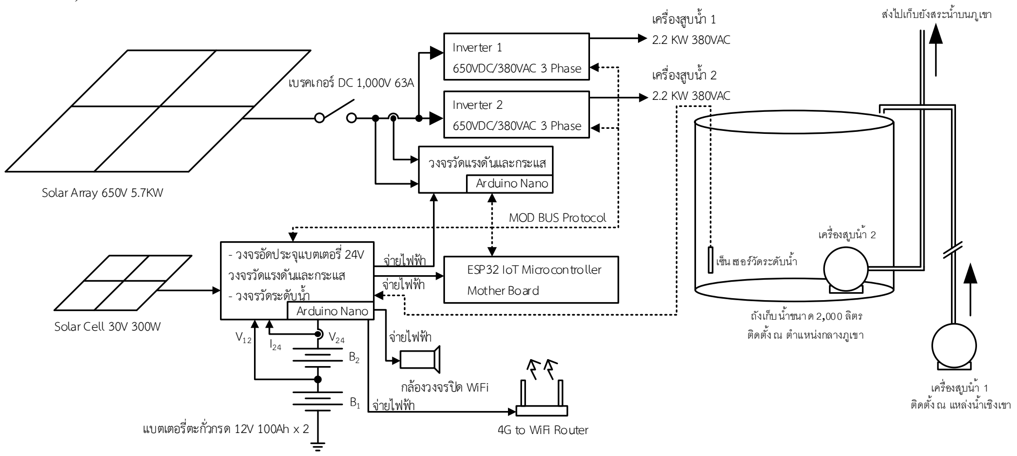
Keywords: Water for Agriculture, ESP32, Blynk

1. บทนำ

ในการเพาะปลูกพืชทางการเกษตรนั้นน้ำมีส่วนสำคัญในการช่วยลำเลียงธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโต การขาดน้ำของพืชอาจทำให้พืชลดอัตราการเจริญเติบโตและมีผลผลิตที่ลดลง การออกแบบระบบน้ำทางการเกษตรสามารถช่วยให้เกษตรกรบริหารจัดการน้ำสำหรับใช้ในการรดน้ำพืชได้

แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่การเกษตรบางแห่งมีลักษณะภูมิประเทศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูกพืช เช่นอยู่บริเวณพื้นที่ภูเขา โดยพื้นที่การเกษตรเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่นอกเขตบริการของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและอยู่ห่างไกลจากระบบชลประทานการเกษตร จึงจำเป็นต้องมีระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรขึ้น ในตำบลหนองแดง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน มีการทำเกษตรกรรมไร่เบอรี่บริเวณภูเขาซึ่งมีระดับความแตกต่างของแหล่งน้ำและบ่อเก็บน้ำทางด้านแนวดิ่งประมาณ 60 เมตร และมีระยะทางการลำเลียงน้ำตามเส้นทางสัญจรประมาณ 400 เมตร จึงมีความท้าทายอย่างสูงในการออกแบบระบบสำรองน้ำจากแหล่งน้ำด้านล่างภูเขาขึ้นมาด้านบนภูเขา ในปี 2560 มีผู้นำเสนอระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติราคาประหยัดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ UNO R3 [1] แต่ระบบที่นำเสนอดังกล่าวเป็นระบบแบบออฟไลน์ (Offline) ทำงานแบบอัตโนมัติด้วยตัวเองเท่านั้น ยังขาดความสามารถในการรับคำสั่งควบคุมและดูข้อมูลผ่านทางระยะไกล เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีเจริญก้าวไกลและเพื่อตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลไทยที่สนับสนุนให้ประเทศไทยเข้าสู่ยุคประเทศไทย 4.0 ที่นำเอาเทคโนโลยีความก้าวหน้าทางอินเตอร์เน็ตมาใช้งานทางด้านต่าง ๆ รวมทั้งงานทางด้านเกษตรกรรม

บทความนี้จึงขอเสนอ ระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต สำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง กรณีศึกษา: ไร่เบอร์รี่ บริษัทนิลี่เบอร์รี่จำกัด ตำบลหนองแดง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ESP32 ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาดูโน่นาโน ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงาน และโปรแกรม Blynk บนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่มีทั้งระบบ iOS และ Android เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (UI : User Interface) มีหน้าที่ควบคุมและรายงานสถานะข้อมูลการทำงานของระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรให้ผู้ใช้งานทราบ



รูปที่ 1 ไดอะแกรมพื้นฐานของระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง

2. การออกแบบระบบการทำงานพื้นฐาน

ไดอะแกรมพื้นฐานของระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง แสดงดังรูปที่ 1 ระบบประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ESP32 ซึ่งผลิตโดยบริษัท Espressif เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP8266 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 นั้นเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาประหยัด (ราคาโดยประมาณ 150 บาท) ที่มาพร้อมกับระบบการสื่อสารผ่าน WiFi และ Bluetooth พลังงานต่ำ (Bluetooth Low-Energy) [2] ชุดแผงโซล่าเซลล์ 650 โวลท์ พิกัดกำลัง 5.7 กิโลวัตต์ อินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมเครื่องสูบน้ำจำนวน 2 ตัว อินเวอร์เตอร์ตัวที่ 1 ยี่ห้อ Jaden รุ่น IJ-DLP1-07D5T4G ขนาด 7.5 KW [3] อินเวอร์เตอร์ตัวที่ 2 ยี่ห้อ INVT รุ่น GD100-7R5G-4-PV ขนาด 7.5 KW [4] โดยอินเวอร์เตอร์ทั้ง 2 ตัวสามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้านเข้าระหว่าง 250-800 VDC เพื่อขับมอเตอร์ 3 เฟสได้ อินเวอร์เตอร์แต่ละตัวจะขับมอเตอร์เครื่องสูบน้ำแยกอิสระต่อกัน โดยจะรับคำสั่งการทำงานจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ผ่านโปรโตคอลการสื่อสารแบบอนุกรม MOD BUS มอเตอร์สูบน้ำจำนวน 2 ตัวได้แก่ มอเตอร์สูบน้ำตัวที่ 1 จะถูกติดตั้งบริเวณแหล่งน้ำเชิงเขา โดยมอเตอร์ตัวนี้จะมีหน้าที่ลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำกลางภูเขา มอเตอร์สูบน้ำตัวที่ 2 จะถูกติดตั้งภายในถังเก็บน้ำขนาด 2,000 ลิตร โดยมีตำแหน่งติดตั้งบริเวณกลางภูเขา โดยมอเตอร์ตัวที่ 2 นี้ มีหน้าที่ในการลำเลียงน้ำจากถังเก็บน้ำขึ้นไปยังสระน้ำด้านบนภูเขา แผงโซล่าเซลล์ 30 โวลต์ พิกัดกำลัง 300 วัตต์ วงจรอัดประจุแบตเตอรี่ 24 โวลท์ วงจรวัดแรงดันและกระแสแบตเตอรี่ 24 โวลท์ วงจรวัดระดับน้ำในถังเก็บน้ำ โดยทั้ง 3 วงจรที่กล่าวมานี้จะมีไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่นาโน ที่ใช้ในการควบคุมจำนวน 1 บอร์ด วงจรวัดระดับแรงดันแผงโซล่าเซลล์ 650 โวลท์ และวงจรวัดกระแสแผงโซล่าเซลล์ 650 โวลท์ จะมีไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่นาโน ที่ใช้ในการควบคุมอีกจำนวน 1 บอร์ด ชุดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับกล้องวงจรปิด WiFi และอุปกรณ์แปลงสัญญาณ 4G to WiFi Router โดยระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูงที่นำเสนอนี้สามารถควบคุมการทำงานและตรวจสอบข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ เช่นสถานะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ระดับแรงดันและกระแสของแบตเตอรี่ ระดับแรงดันและกระแสของแผงโซล่าเซลล์ สถานะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ระดับน้ำในถังเก็บน้ำ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเว็บบราวเซอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แสดงดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย TERMINAL มีหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของระบบ AUTO กำหนดการทำงานให้ทำงานแบบอัตโนมัติหรือแบบแมนนวล WATER-DIR แสดงทิศทางการไหลเข้าออกของน้ำในถังพัก VDC แสดงแรงดันโซล่าเซลล์ 650 โวลต์ WATER-LVL แสดงระดับน้ำในถังพัก M1-START/M2-START สั่งให้เครื่องสูบน้ำ M1/M2 ทำงาน M1-STOP/M2-STOP สั่งให้เครื่องสูบน้ำ M1/M2 หยุดทำงาน WATER-HIGH กำหนดค่าระดับน้ำสูงสุด (W_H) WATER-LOW กำหนดค่าระดับน้ำต่ำสุด (W_L) VH กำหนดระดับแรงดันทำงานของอินเวอร์เตอร์

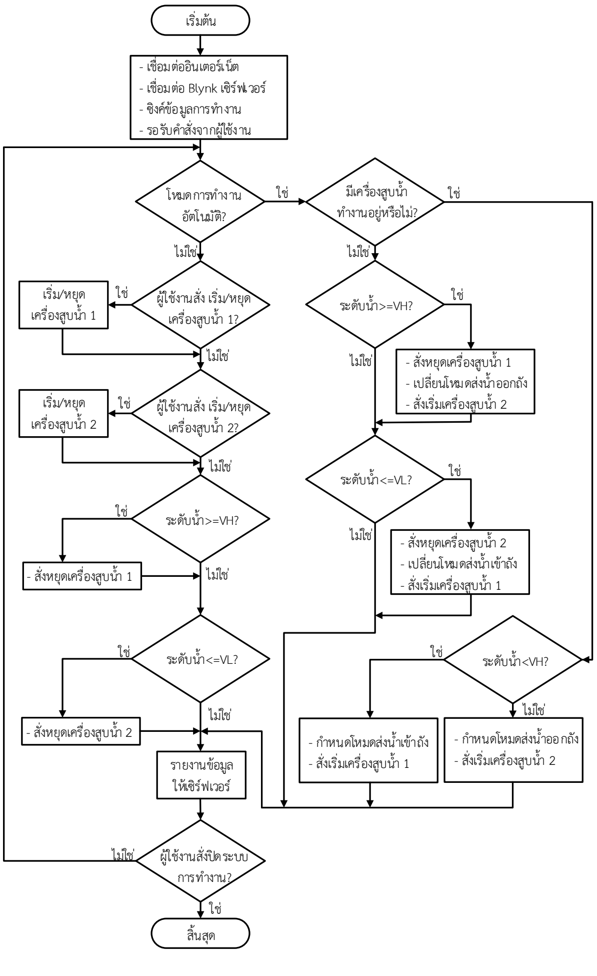
รูปที่ 2 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

3. หลักการทำงาน

ไดอะแกรมพื้นฐานการทำงานเบื้องต้นของระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต สำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูงแสดงดังรูปที่ 3 เริ่มแรกเมื่อมีการเปิดระบบการทำงาน บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP32 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบอร์ดควบคุมจะทำการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต เพื่อติดต่อกับ Blynk เซิร์ฟเวอร์ซึ่งตั้งอยู่บนกลุ่มก้อนเมฆ (Cloud) โดยมีการให้บริการอยู่ 2 รูปแบบได้แก่แบบเสียค่าใช้จ่ายและแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย การใช้งานครั้งแรกระบบจะให้เครดิตการใช้งานไว้ 2,000 หน่วย หากมีการใช้เครดิตเกินกว่าค่าที่กำหนด ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเครดิตเพิ่มเติม

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP32 ติดต่อกับ Blynk เซิร์ฟเวอร์ได้แล้ว หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP32 จะทำการซิงค์ข้อมูลการทำงาน จากนั้นจะรอรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน หาผู้ใช้งานยังไม่มีคำสั่ง ระบบจะดำเนินการตรวจสอบโหมดการทำงานว่าเป็นระบบอัตโนมัติหรือแบบแมนนวล หากเป็นแบบแมนนวล ระบบจะตรวจสอบว่ามีคำสั่งให้ เริ่ม/หยุด เครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 หรือไม่ ถ้าใช่ ระบบจะทำการ เริ่ม/หยุด เครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 จากนั้นระบบจะตรวจสอบ ว่ามีคำสั่งให้ เริ่ม/หยุด เครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 หรือไม่ ถ้าใช่ ระบบจะทำการเริ่ม/หยุด เครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบระดับน้ำในถังว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำสูงสุด (V_H) ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าใช่ระบบจะสั่งหยุดเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องลำเลียงน้ำเข้าถัง ในทำนองกลับกันหากระบบ ทำการตรวจสอบระดับน้ำในถังว่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำต่ำสุด (V_L) ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าใช่ระบบจะสั่งหยุดเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องลำเลียงน้ำออกจากถัง หลังจากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 จะรวบรวมข้อมูลที่สำคัญส่งขึ้นไปยังเซอร์เวอร์เพื่อรายงานผลให้ผู้ใช้งานทราบเกี่ยวกับสถานะการทำงานต่าง ๆ ของระบบ หาผู้ใช้งานยังไม่ได้สั่งปิดระบบการทำงานระบบจะวนรอบการทำงานเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

เมื่อระบบตรวจพบการตั้งค่าให้ทำงานแบบอัตโนมัติ ระบบตรวจสอบว่าในขณะนั้นมีการทำงานของเครื่องสูบน้ำอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีเครื่องสูบน้ำใด ๆ ทำงานและในการเก็บน้ำมีระดับน้ำต่ำกว่าระดับน้ำสูงสุด ระบบจะกำหนดให้เป็นโหมดสูบน้ำเข้าถังจากนั้นจะสั่งเริ่มเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 ให้ทำงาน ถ้าไม่ใช่จะกำหนดให้เป็นโหมดสูบน้ำออกจากถังและสั่งให้เครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 เริ่มทำงาน แต่หากระบบตรวจสอบแล้วไม่พบว่ามีเครื่องสูบน้ำใด ๆ ทำงาน ระบบจะตรวจสอบระดับน้ำในถังเก็บน้ำว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำสูงสุดหรือไม่ ถ้าใช่จะสั่งหยุดเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 จากนั้นเปลี่ยนโหมดเป็นโหมดส่งน้ำออกจากถังและสั่งเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 ให้เริ่มทำงาน หากระบบตรวจสอบระดับน้ำในถังเก็บน้ำพบว่าระดับน้ำมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำต่ำสุด ระบบจะสั่งเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 2 ให้หยุดทำงานจากนั้นจะเปลี่ยนโหมดเป็นโหมดส่งน้ำเข้าถังและสั่งเริ่มเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 ให้ทำงาน หลังจากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP32 จะรวบรวมข้อมูลที่สำคัญส่งขึ้นไปยังเซอร์เวอร์เพื่อรายงานผลให้ผู้ใช้งานทราบเกี่ยวกับสถานะการทำงานต่าง ๆ ของระบบ หาผู้ใช้งานยังไม่ได้สั่งปิดระบบการทำงานระบบจะวนรอบการทำงานเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ การสื่อสารข้อมูลและการสั่งงานระหว่างวงจรต่าง ๆ และไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ESP32 นั้นใช้การสื่อสารผ่านโปรโตคอลการสื่อสารแบบอนุกรม MOD BUS ซึ่งใช้สายการสื่อสารข้อมูลเพียง 2 เส้น



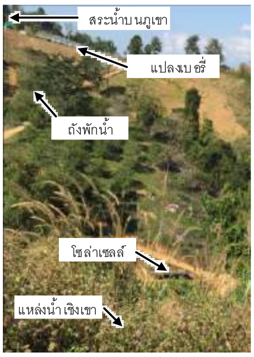
รูปที่ 3 ไดอะแกรมพื้นฐานการทำงานเบื้องต้นของระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

ในขณะใช้งานปกติผู้ใช้งานสามารถใช้แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือชื่อ eye4 เชื่อมต่อกับกล้อง WiFi ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อสังเกตสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบโดยรอบได้ โดยสามารถควบคุมทิศทางการถ่ายภาพของกล้องผ่านแอพพลิเคชั่น eye4 ได้โดยตรง เช่นการหมุนซ้าย การหมุนขวา การกำหนดมุมก้ม การกำหนดมุมเงย การซูมเข้า การซูมออก เป็นต้น แอพพลิเคชั่น eye4 นี้มีให้ดาวน์โหลด

ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS โดยกล้อง WiFi ที่ใช้ยี่ห้อ VSTARCAM รุ่น C7837WIP

4. ผลการทดสอบการทำงาน

ต้นแบบระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูงได้ถูกสร้างขึ้นและทดสอบ โดยมีตำแหน่งสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำ ชุดแผงโซล่าเซลล์ ถังพักน้ำ แปลงเบอรี่ สระน้ำบนภูเขา แสดงดังรูปที่ 4(ก) โดยมีรายละเอียดการส่งน้ำเข้าสระน้ำบนภูเขาแสดงดังรูปที่ 4(ข) รายละเอียดสระน้ำบนภูเขาแสดงดังรูปที่ 4(ค) รายละเอียดแปลงเบอรี่แสดงดังรูปที่ 4(ง) รายละเอียดถังพักน้ำและระบบควบคุมกลางภูเขาแสดงดังรูปที่ 4(จ) รายละเอียดชุดแผงโซล่าเซลล์ 650 โวลท์ แสดงดังรูปที่ 4(ฉ) และรายละเอียดแหล่งน้ำเชิงเขาแสดงดังรูปที่ 4(ช) ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่า ระบบที่นำเสนอมีความสามารถในการสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีอัตราการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำเชิงเขาขึ้นไปสำรองยังสระน้ำด้านบนภูเขาในอัตราเฉลี่ย 1,000 ลิตรต่อชั่วโมง



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

(ช)

รูปที่ 4 รายละเอียดระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง

5. สรุป

ผลการทดสอบเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยระบบที่นำเสนอนี้ได้สร้างต้นแบบระบบสำรองน้ำเพื่อการเกษตรแบบอัตโนมัติควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต สำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่สูง สำหรับใช้เป็นเทคโนโลยีชนิดหนึ่งที่ช่วยเหลือเกษตรกรนอกเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและอยู่นอกเขตระบบชลประทานการเกษตร ให้สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำระบบที่นำเสนอนี้ไปใช้สามารถช่วยลดภาระงานของเกษตรกรเกี่ยวกับการจัดหาแหล่งน้ำสำหรับรดน้ำต้นเบอรี่ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเกษตรกรยังมีความสะดวกสบายเพิ่มขึ้นเนื่องจากระบบที่นำเสนอนี้สามารถควบคุมและดูสถานะการทำงานของระบบผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาน่าน หน่วยวิจัยเกษตรอัจฉริยะที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับทดสอบระบบต้นแบบ และบริษัทนิลี่เบอร์รี่จำกัดที่สนับสนุนอุปกรณ์การสร้างระบบต้นแบบพร้อมพื้นที่ไร่เบอร์รี่สำหรับทดสอบระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] C. Karnjanapiboon, A. Buasre, and P. Piyarungsan, " Design and Implementing an Automatic Water Pump Controlling System for High Hill Berry Farm using Economic Cost 8-Bit Microcontroller (Arduino UNO R3): Case Study Mae-Charim Berry Farm, NAN, Thailand," The 9th International Conference on Sciences, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being , Kunming University of Sciences and Technology, China, 26-28 June, pp. 115-118, 2017.

[2] "Espressif Systems - Wi-Fi and Bluetooth chipsets and solutions", (2018, Feb 24), Web site: https://www.espressif.com

[3] "JADEN Inverter", (2018, Feb 24), Web site: www.jadenthailand.com

[4] "INVT - Inverter, servo, PLC, HMI, UPS, SVG, Solar Inverter", (2018, Feb 24), Web site: www.invt.com

วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานโดยใช้ VDGA เพียง 1 ตัวและการประยุกต์ใช้งาน

Parallel Inductance-Resistance Simulator Using Single VDGA and Its application

สมคิด ลำพาย[1] วินัย ใจกล้า[2] พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์[2] ไชยยันต์ ชนะพรมมา[3]
[1]นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง Email: kidlum001@gmail.com
[2]ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานโดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูป Voltage Differencing Gain Amplifier (VDGA) วงจรที่นำเสนอสามารถปรับค่าความเหนี่ยวนำและความต้านทานได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างอิสระจากกันด้วยกระแสไบอัส วงจรที่นำเสนอประกอบไปด้วย VDGA และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวนด์อย่างละหนึ่งตัวซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม วงจรที่นำเสนอไม่ต้องการแมทชิ่ง (Matching) กันของอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอวงจรประยุกต์ใช้งานเป็นวงจรกรองความถี่หลายหน้าที่โหมดแรงดันที่สามารถให้ผลตอบสนองทางเอาต์พุตจำนวนสามฟังก์ชัน ได้แก่ ฟังก์ชันกรองความถี่ต่ำผ่าน ความถี่สูงผ่านและกำจัดแถบความถี่ การควบคุมควอลิตี้แฟกเตอร์สามารถปรับได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่ธรรมชาติ วงจรที่นำเสนอถูกทดสอบสมรรถนะผ่านทางโปรแกรม Pspice ซึ่งผลการทดสอบวงจรสอดคล้องกับที่ได้คาดการไว้ในทางทฤษฎี

คำสำคัญ: วงจรขนานตัวเหนี่ยวนำ-ตัวต้านทาน, VDGA, วงจรกรองความถี่

Abstract

The paralleled inductance-resistance simulator using voltage differencing gain amplifier (VDGA) is presented in this paper. The inductance and resistance value can be electronically and independently controlled via DC bias current. The proposed simulator consists of a single VDGA and a single grounded capacitor which is attractive for integrated circuit implementation. The matching condition is not required. To show the workability of the proposed simulator, the application example as the voltage-mode universal filter is proposed. The filter can provide the low-pass, high-pass and band-stop filter response. The quality factor can be electronically tuned without affecting the natural frequency. The proposed circuits have been simulated using Pspice program. The simulated results agree well with theoretical expect.

Keywords: Paralleled L-R circuit, VDGA, Filter circuit

1. บทนำ

ในการใช้ขดลวดตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของวงจรที่มีการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่และไม่สามารถควบคุมค่าความเหนียวนำและค่าต้านทานในวงจรรวมได้ ดังนั้นการออกแบบวงจรรวมสำหรับประมวลผลสัญญาณอนาล็อกโดยไม่ใช้ขดลวดตัวเหนียวนำขนานกับตัวต้านทานจึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานที่สามารถควบคุมค่าด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

การสังเคราะห์และการออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณอนาล็อกได้มีการมุ่งเน้นไปที่อุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูป เนื่องจากทำให้สามารถสร้างวงจรการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงได้โดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูปที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนและมีอุปกรณ์พาสซีฟมาต่อร่วมด้วยไม่มาก อย่างเช่น VDGA [1] เป็นอุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูปที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและมีการใช้วงจรแอคทีฟสำเร็จรูปมาออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำไว้ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง [2-9] แต่วงจรเหล่านั้นยังมีข้อจำกัดดังนี้ ใช้อุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูปมากกว่า 1 ตัว [1, 2, 5, 8, 9] ไม่สามารถปรับค่าได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ [2-4, 6-8] ต้องการการแมทชิ่งกันของอุปกรณ์ในการใช้งาน [4, 6, 7]

จากหลักการและเหตุผลในข้างต้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์และออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานโดยใช้อุปกรณ์แอคทีฟสำเร็จรูป VDGA และตัวเก็บประจุ อย่างละหนึ่งตัว ซึ่งวงจรขนานนี้สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งได้นำเสนอการออกแบบวงจรกรองความถี่เพื่อเป็นวงจรประยุกต์ใช้งานด้วย

2. หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ VDGA

สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ VDGA แสดงได้ดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วยขั้วอินพุตแรงดัน p และ n ส่วนขั้วเอาต์พุตกระแส คือ ขั้ว z และขั้วเอาต์พุตแรงดัน คือ ขั้ว w คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ VDGA สามารถแสดงได้ดังนี้ [1]

$$i_p = i_n = 0,\ \ i_z = g_{m1}(v_p - v_n),\ \ v_w = \beta v_z \qquad (1)$$

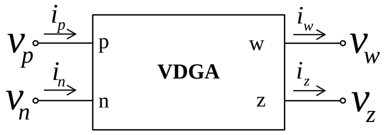
เมื่อ

$$\beta = \frac{g_{m2}}{g_{m3}} \qquad (2)$$

และ

$$g_{mi} = \frac{I_{Bi}}{2V_T} \qquad (3)$$

โดย g_m คือ ค่าทรานส์คอนดักแตนซ์ β คือ อัตราขยายแรงดันและ V_T คือ ค่าแรงดันอุณหภูมิ (Thermal voltage)



รูปที่ 1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ VDGA

3. วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานที่นำเสนอ

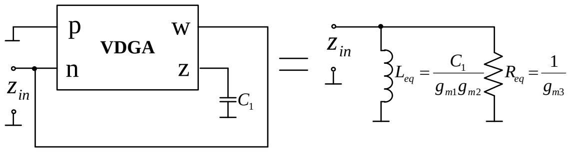
วงจรในรูปที่ 2 เป็นวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานซึ่งประกอบไปด้วย VDGA และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวนด์อย่างละหนึ่งตัว จากวงจรสามารถหาอิมพีแดนซ์อินพุตได้ดังนี้

$$Z_{in} = \frac{sC_1}{g_{m1}g_{m2}} \,//\, \frac{1}{g_{m3}} \qquad (4)$$

จากสมการที่ (4) จะได้ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความต้านทานเสมือนดังนี้

$$L_{eq} = \frac{C_1}{g_{m1}g_{m2}}, R_{eq} = \frac{1}{g_{m3}} \qquad (5)$$

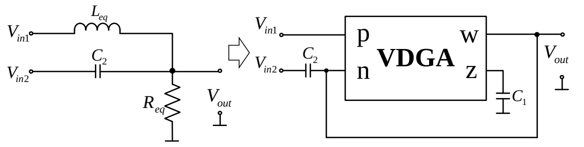
จากสมการที่ (5) จะพบว่าค่าความเหนี่ยวนำและค่าความต้านทานเสมือนสามารถปรับได้อย่างอิสระจากกันด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานโดยใช้ VDGA

4. การประยุกต์ใช้งาน

ในการประยุกต์ใช้งานเลียนแบบตัวเหนียวนำขนานกับตัวต้านทานสามารถนำมาออกแบบเป็นวงจรกรองความถี่ได้โดยใช้หลักการของตัวเหนี่ยวนำ ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ต่อร่วมกันเป็นวงจรดังรูปที่ 3 จากวงจรจะเพิ่มตัวเก็บประจุ C_2 เข้ามาในวงจร จากหลักการในรูปที่ 3 วงจรกรองความถี่จะป้อนแรงดันอินพุตเข้ามาสองจุดและจุดแรงดันเอาต์พุตหนึ่งจุด โดย V_{in1} จะต่อเข้าที่ตัวเหนี่ยวนำ ส่วน V_{in2} ต่อเข้าที่ตัวเก็บประจุ C_2



รูปที่ 3 วงจรกรองความถี่ได้ผลตอบสนองการทำงานเอาต์พุต 3 ฟังก์ชัน

จากวงจรในรูปที่ 3 จะได้แรงดันเอาต์พุตดังนี้

$$V_{out} = \frac{s^2 V_{in2} + \dfrac{g_{m1}g_{m2}}{C_1C_2}V_{in1}}{s^2 + s\dfrac{g_{m3}}{C_2} + \dfrac{g_{m1}g_{m2}}{C_1C_2}} \qquad (6)$$

จากสมการที่ (6) สามารถเลือกผลตอบสนองการทำงานได้สามฟังก์ชันจากการกำหนดการป้อนแรงดันอินพุต โดยมีรายระเอียดดังนี้ ให้ $V_{in1}=V_{in}$ และ V_{in2} ต่อลงกราวนด์จะได้กรองความถี่ต่ำผ่าน ให้ $V_{in2}=V_{in}$ และ V_{in1} ต่อลงกราวนด์ จะได้กรองความถี่สูงผ่าน ให้ $V_{in1}=V_{in2}=V_{in}$ จะได้กรองกำจัดแถบความถี่ ดังนั้นวงจรที่นำเสนอสามารถสร้างการตอบสนองได้สามฟังก์ชันในวงจรเดียวกันโดยไม่ต้องการการแมทชิ่งกันของอุปกรณ์ในการใช้งานจากสมการที่ (6) จะได้ความถี่ธรรมชาติ ω_0 และค่าควอลิตี้แฟคเตอร์ **Q** ของวงจรที่นำเสนอดังนี้

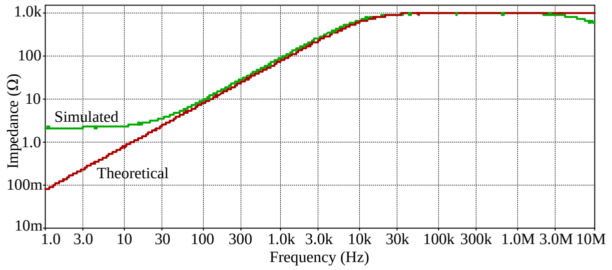
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g_{m1}g_{m2}}{C_1C_2}};\ Q = \frac{1}{g_{m3}}\sqrt{\frac{g_{m1}g_{m2}C_2}{C_1}} \qquad (7)$$

จากสมการที่ (7) สามารถควบคุมความถี่ธรรมชาติและควอลิตี้แฟกเตอร์ได้แบบอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ด้วย I_{B3} โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่ธรรมชาติ

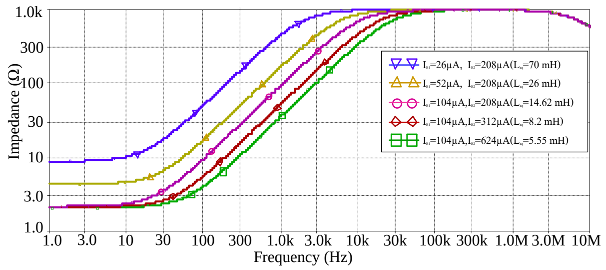
5. ผลการจำลองการทำงาน

ในการทดสอบสมรรถนะของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานและวงจรประยุกต์จะใช้โปรแกรม Pspice โดยโครงสร้างภายในของ VDGA [10] จะสร้างมาจากไอซีเบอร์ LM13700 โดยป้อนแรงดันไฟเลี้ยงวงจร ±5V ปรับค่ากระแสไบอัส I_{B1} = 104 µA, I_{B2} = 208 µA และ I_{B3}= 52 µA กำหนดให้ C_1= 100 nF จะได้ค่าตามทฤษฎีในสมการที่ (5) L_{eq} = 12.5 mH และ R_{eq} = 1 kΩ ผลการจำลองดังรูปที่ 4 ได้ค่า L_{eq}= 14.62 mH และ R_{eq}= 968.86 Ω จะเห็นได้ว่า L_{eq} มีค่าคลาดเคลื่อน 0.145 % และ R_{eq} มีค่าคลาดเคลื่อน 0.031 % ซึ่งมีสาเหตุมาจากค่ารีซิสแตนซ์และคาปาซิสแตนซ์ที่แฝงอยู่ในวงจร VDGA ด้วยค่าอุปกรณ์ด้านบนวงจรสามารถใช้งานได้ดีในช่วงความถี่ 100 Hz - 3 MHz

ส่วนรูปที่ 5 ผลการตอบสนองค่าอินพุตอิมพิแดนซ์เมื่อเปลี่ยนกระแสไบอัส I_{B1} และ I_{B2} โดยคงค่า R_{eq}=1 kΩ โดยเปลี่ยนค่า I_{B1} = 26 μA, 52 μA, 104 μA และคงค่า I_{B2}=208 μA ค่าที่ได้ตามทฤษฎี L_{eq}= 50 mH, 25 mH และ12.5 mH ตามลำดับ เมื่อใช้สมการที่ (5) ผลจากการจำลองจะได้ L_{eq}= 70 mH, 26 mH และ14.62 mH ตามลำดับ หลังจากนั้นคงค่า I_{B1}=104 μA และทำการทดลองเปลี่ยนค่า I_{B2}= 312 μA, 624 μA ค่าที่ได้ตามทฤษฎี L_{eq}= 8.33 mH และ 4.17 mH ตามลำดับ เมื่อใช้สมการที่ (5) ผลจากการจำลองจะได้ L_{eq}= 8.2 mH และ 5.55 mH ตามลำดับ จากผลการทดสอบจะพบได้ว่าการเปลี่ยนค่า I_{B1} และ I_{B2} ส่งผลเฉพาะค่าของตัวเหนี่ยวนำแต่ไม่มีผลต่อค่าของตัวต้านทาน

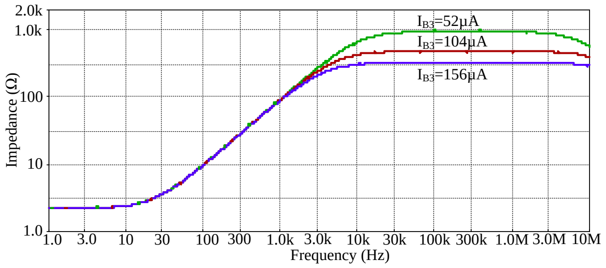


รูปที่ 4 อินพุตอิมพีแดนซ์ของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทาน



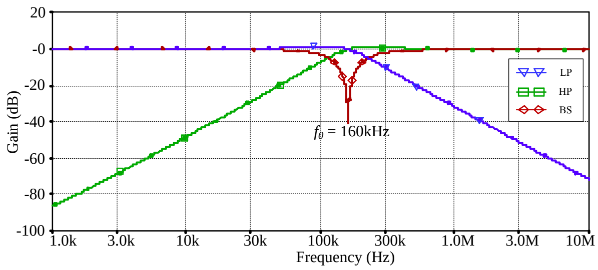
รูปที่ 5 อินพุตอินพีแดนซ์เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B1} และ I_{B2}

รูปที่ 6 เป็นผลการตอบสนองค่าอินพุตอิมพิแดนซ์เมื่อเปลี่ยนค่า I_{B3} ดังนี้ I_{B3} =52 μA, 104 μA และ156 μA ค่าที่ได้ในทางทฤษฎีตามสมการที่ (5) คือ R_{eq}= 1 kΩ, 500 Ω และ 333 Ω ตามลำดับ ค่าที่ได้จากการจำลอง คือ R_{eq}= 968.86 Ω, 488.85 Ω และ 327.38 Ω ตามลำดับ จากผลการทดสอบพบว่าการปรับค่า I_{B3} มีผลเฉพาะค่าของตัวต้านทานโดยไม่มีผลต่อค่าของตัวเหนี่ยวนำ



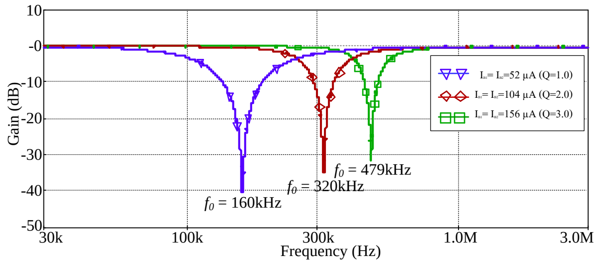
รูปที่ 6 อินพุตอินพีแดนซ์เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B3}

ในการทดสอบวงจรกรองความถี่ในรูปที่ 3 ทำการจ่ายกระแสไบอัส I_{B1}=I_{B2}=I_{B3}=52μA กำหนดให้ C_1=C_2=1nF จะได้วงจรกรองความถี่ซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชันกรองความถี่ต่ำผ่าน ความถี่สูงผ่านและกำจัดแถบความถี่ การเลือกผลตอบสนองการทำงานได้สามฟังก์ชันจากการกำหนดการป้อนแรงดันอินพุต ผลการจำลองการทำงานค่าความถี่ f_0 = 160 kHz ส่วนค่าทางทฤษฎีตามสมการที่ (7) จะได้ f_0 = 159 kHz เปรียบเทียบค่า f_0 ที่ได้จากการจำลองมีค่ามากกว่าค่าทางทฤษฎีเล็กน้อย ซึ่งมีสาเหตุมาจากค่ารีซิสแตนซ์และคาปาซิสแตนซ์ที่แฝงอยู่ในวงจร VDGA และ Q = 1 ผลการจำลองดังรูปที่ 7



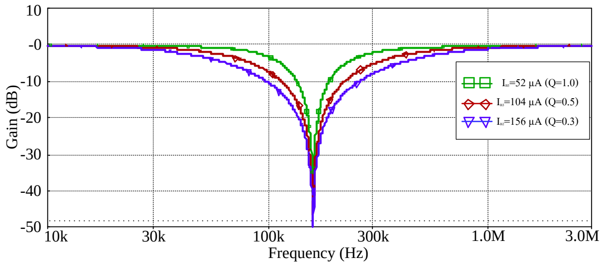
รูปที่ 7 ผลตอบสนองของวงจรกรองความถี่

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ (7) จะพบว่าสามารถควบคุมความถี่ธรรมชาติได้แบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อยืนยันทฤษฎีที่ได้วิเคราะห์ไว้ ในการทดสอบจะปรับกระแสไบอัส I_{B3}=52 μA และ C_1=C_2=1nF แล้วทดลองเปลี่ยนค่า I_{B1} และ I_{B2} มีค่าเท่ากับ 52 μA, 104 μA และ 156 μA ตามลำดับ จากรูปที่ 8 จะพบว่าค่าความถี่ธรรมชาติที่ได้จากการทดลองจะอยู่ที่ f_0 =160 kHz, 320 kHz และ 479 kHz ตามลำดับ ส่วนค่าทางทฤษฎี f_0 = 159 kHz, 318 kHz, 477 kHz ซึ่งจะพบว่าค่าได้จากการจำลองมีค่ามากกว่าค่าทางทฤษฎีเล็กน้อย อย่างไรก็ดีจะพบว่า เมื่อปรับค่ากระแสไบอัสที่ I_{B1} และ I_{B2} จะทำให้ค่าความถี่ธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นและทำให้ค่าควอลิตี้แฟคเตอร์เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 8 ผลตอบสนองทางความถี่ของฟังก์ชันกรองหยุดแถบความถี่เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B1} และ I_{B2}

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ (7) จะพบว่าสามารถควบคุมค่าของควอลิตี้แฟกเตอร์ได้ด้วย I_{B3} โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่ธรรมชาติ เพื่อยืนยันทฤษฎีที่ได้วิเคราะห์ไว้ ได้ปรับกระแสไบอัส I_{B1}=I_{B2}=52µA กำหนดให้ C_1=C_2=1nF แล้วเปลี่ยนค่ากระแสไบอัสที่ I_{B3} มีค่าเท่ากับ 52 µA (Q = 1.0), 104 µA (Q = 0.5) และ 156 µA (Q = 0.3) ตามลำดับ จะได้ผลการทดสอบตามรูปที่ 9 จากรูปจะพบว่าสามารถปรับควอลิตี้แฟกเตอร์ได้อย่างอิสระด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการปรับ I_{B3}



รูปที่ 9 ผลตอบสนองทางความถี่ของฟังก์ชันกรองหยุดแถบความถี่เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B3}

6. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้นำเสนอการออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานและวงจรประยุกต์ใช้งานในวงจรกรองความถี่โหมดแรงดันหลายหน้าที่โดยใช้ VDGA เป็นอุปกรณ์แอกทีฟ เนื่องจาก VDGA สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยกระแสไบอัสจากภายนอกทำให้วงจรที่ใช้ VDGA เป็นอุปกรณ์แอกทีฟสามารถควบคุมการทำงานได้แบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วย โครงสร้างของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำขนานกับตัวต้านทานประกอบไปด้วย VDGA จำนวนหนึ่งตัวและตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวน์อีกหนึ่งตัวโดยไม่ต้องใช้ตัวต้านทานภายนอก ส่วนโครงสร้างของวงจรประยุกต์ใช้งานเพิ่มตัวเก็บประจุเข้าไปเพียงหนึ่งตัวเท่านั้น เนื่องจากการปรับค่าความเหนี่ยวนำและค่าความต้านทานสามารถทำได้อย่างอิสระจากกันเมื่อนำวงจรเลียนแบบอุปกรณ์ไปใช้ในวงจรกรองความถี่ก็ทำให้สามารถควบคุมค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ได้อย่างอิสระจากความถี่ธรรมชาติ การทดสอบวงจรด้วยโปรแกรม Pspice ให้ผลสอดคล้องตามที่ได้วิเคราะห์ไว้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Satansup J., and Tangsrirat W., “Voltage Differencing Gain Amplifier (VDGA) and Its Application,” In: 13th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT), 2013, pp. 303-306.

[2] Horng J-W., “Lossless inductance simulation and voltage-mode universal biquadratic filter with one input and five outputs using DVCCs,” Analog Integr Circ Sig Process, 2010;62, pp. 407–413.

[3] Kaçar F, and Kuntman H. “CFOA-based lossless and lossy inductance simulators,” Radioengineering, 2011;20(3), pp. 627–631.

[4] Metin B. “Supplementary inductance simulator topologies employing single DXCCII,” Radioengineering 2011;20(3), pp. 614–618.

[5] Longsomboon K, Petchmaneelumka W, Cheypoca T, and Riewruja V. “OTA-based electronically variable floating inductance simulator,” In: 11th International Conference on Control. Automation and Systems, 2011, pp. 221–224.

[6] Pandey R, Pandey N, Paul SK, Singh A, Sriram B, and Trivedi K. “Novel grounded inductance simulator using single OTRA,” Int J Circuit Theory Appl 2014;42, pp. 1069–1079.

[7] Yesil A, and Kacar F. “New DXCCII-based grounded series inductance simulator topologies,” IU-JEEE 2014; 14(2), pp. 1785–1789.

[8] Yuce E, Tokat S, and Alpaslan H. “Grounded capacitor-based new floating inductor simulators and a stability test,” Turk J Elec Eng & Comput Sci 2015;23, pp. 2138–2149.

[9] Channumsin O, Pimpol J, Thongsopa C, and Tangsrirat W. “VDBA-based floating inductance simulator with a grounded capacitor,” In: 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE) 2015, pp. 114–117.

[10] O. Channumsin and W. Tangsrirat, "Compact electronically tunable quadrature oscillator using single voltage differencing gain amplifier (VDGA) and all grounded passive elements," Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences, vol. 25, pp. 2686-2695, 2017.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชโดยใช้เซนเซอร์ SHT11

Design and Development of Seed Humidity Meter using SHT11 Sensor

ชัยยงค์ เสริมผล[1*], นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์[1], ภัสส์กุญช์ ฐิติมหัทธนกุศล[2]

[1]หน่วยวิจัยแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงคำนวณและระบบเชิงแสง, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 34150 โทรศัพท์ 043-754316 *E-mail: chaiyong.s@msu.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233-073

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืช โดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ เบอร์ SHT11 ค่าที่ได้จากเซนเซอร์จะถูกส่งไปประมวลผลผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ และแสดงผลออกทางหน้าจอแอลซีดี หัววัดความชื้นถูกออกแบบให้มีลักษณะ 2 แบบ คือแบบกล่องและแบบแท่ง จากการทดลองวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 ชนิด คือ ข้าวเปลือก ข้าวโพด ถั่วแดง ถั่วเขียว พบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าความชื้นได้เป็นเป็นอย่างดี การวัดความชื้นจากหัววัดทั้งสองแบบมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนใกล้กับเครื่องวัดความชื้นมาตรฐานที่ได้รับการรับรองจาก สำนักชั่งตวงวัด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ โดยการวัดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือก มีความผิดพลาดสูงสุด ±4.0% เมล็ดข้าวโพดมีค่าความผิดพลาดสูงสุด ±5.0% เมล็ดถั่วแดงมีความผิดพลาดสูงสุด ±3.3% และเมล็ดถั่วเขียวมีค่าความผิดพลาดสูงสุด ±4.1%

คำสำคัญ: ความชื้น, เซนเซอร์, เมล็ดพันธุ์พืช

Abstract

This research aims to study a design and development of the seed humidity meter using the humidity and temperature sensor SHT11. The sensor value will be processed via Arduino microcontroller and shown on LCD display screen. The humidity sensor is designed to be 2 types; box and probe. The experimental results have been shown that the constructed seed humidity meter can measure the humidity of seed effectively. The error of both type are similar to standard commercials seed humidity meter that is authenticated from Central Bureau of Weights and Measures, Department of Internal Trade, Ministry of Commerce. Paddy rice, corn, red bean and green bean seeds have a maximum error of ±4.0%, ±5.0%, ±3.3% and ±4.1%, respectively.

Keywords: Humidity, sensor, seed

1. บทนำ

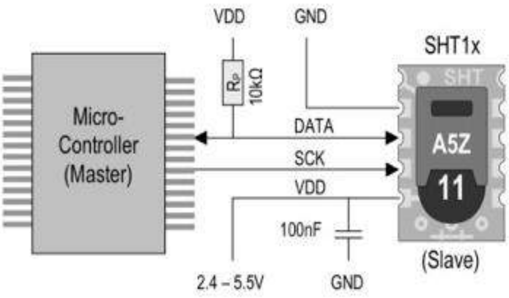
ความชื้นในเมล็ดพันธุ์พืชเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระยะเวลาการจัดเก็บ พบว่าถ้าเมล็ดพันธุ์ยิ่งมีความชื้นสูง ระยะเวลาการจัดเก็บจะสั้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อราคาขายของเกษตรกรอีกด้วย โดยปกติการจะเก็บรักษาให้ได้ระยะเวลานานหรือขายให้ได้ราคาสูงนั้นเมล็ดพันธุ์พืชจะต้องมีความชื้นที่เหมาะสม ดังนั้นจะส่งผลดีอย่างยิ่งหากเกษตรกรสามารถทราบค่าความชื้นของผลผลิตทางการเกษตรก่อนจะทำการจัดเก็บหรือจัดจำหน่าย เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชเป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาวัดค่าปริมาณความชื้นของน้ำที่อยู่ในเมล็ดพันธุ์พืช ซึ่งการวัดความชื้นโดยทั่วไปสามารถทำได้สองแบบ [1] คือ การวัดโดยตรง (Direct Methods) เป็นการวัดความชื้นโดยนำเมล็ดพืชมาผ่านกระบวนการต่างๆเพื่อแยกน้ำออกจากเนื้อ เช่น การทำปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction) การอบไล่ความชื้น (Heating Oven) เป็นต้น ส่วนอีกแบบจะเป็นการวัดโดยอ้อม (Indirect Methods) เป็นการวัดสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพืชด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น วัดค่าความจุไฟฟ้าหรือวัดค่าไดอิเล็กตริก เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องที่วัดค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ได้โดยตรงจะให้ค่าความชื้นใกล้เคียงกับการวัดในห้องปฏิบัติการ แต่จะมีข้อเสียคือเครื่องมีราคาแพง

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านเซนเซอร์ (Sensor) ในปัจจุบันที่ก้าวหน้าไปมาก สามารถตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดการพัฒนาเครื่องที่วัดค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ได้โดยอ้อมซึ่งจะอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์พืชมาใช้ในการออกแบบ ทำให้วัดค่าความชื้นได้อย่างรวดเร็ว [2-3] และด้วยความก้าวหน้าในการพัฒนาความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถใช้งานได้ง่ายและหลากหลายมากยิ่งขึ้น ทำให้ในงานวิจัยนี้จึงจะเสนอการศึกษาการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ SHT11 [4] ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับ วัดความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของอากาศ และสารชนิดอื่นๆ มาใช้งานสำหรับวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืช การทำงานเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่

(Arduino) นอกจากนี้จะทำการศึกษาถึงความเหมาะสมในการออกแบบลักษณะของหัววัดความชื้นที่ใช้เซนเซอร์ SHT11 โดยทำการออกแบบลักษณะของหัววัดเป็น 2 แบบ และเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากหัววัดทั้งสองแบบกับเครื่องวัดความชื้นมาตรฐานที่ผ่านการรับรองจากสำนักชั่งตวงวัด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

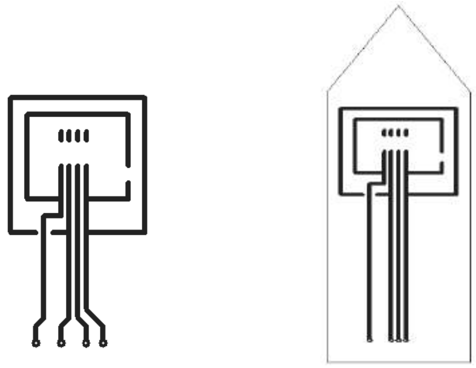
2. การออกแบบและสร้างวงจรวัดความชื้น

ส่วนประกอบสำคัญของการวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์นั้นก็คือเซนเซอร์ที่ใช้วัดจะต้องมีความแม่นยำ เที่ยงตรง โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้เซนเซอร์ SHT11 ซึ่งเป็นเซนเซอร์สำหรับวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ และหาซื้อได้ง่าย และราคาถูก มาปรับใช้ให้สามารถใช้วัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชได้ โดยเซนเซอร์จะทำการวัดค่าความชื้นแล้วส่งค่าที่ได้ไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เพื่อทำการประมวลผลและแสดงค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์พืชที่วัดได้ออกมาผ่านหน้าจอแอลซีดี (LCD) การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์ SHT11 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีลักษณะดังรูปที่ 1 ซึ่งจะพบว่าจะมีการใช้สัญญาณจากสาย DATA และ SCK (หรือ CLOCK) ไปประมวลผล และตัวเซนเซอร์ต้องใช้ไฟ DC แรงดัน 2.4 – 5.5 โวลต์ผ่านสาย VDD



รูปที่ 1 การเชื่อมต่อเซนเซอร์ SHT11 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ [4]

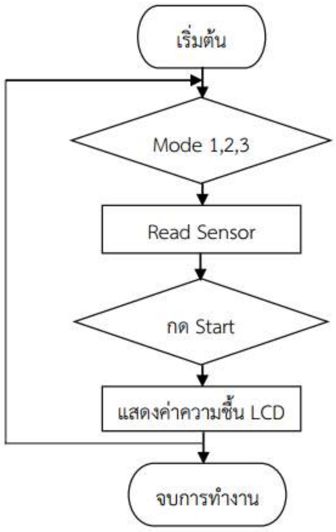
ขั้นตอนถัดไปจะเป็นการออกแบบวงจรของหัววัดความชื้น โดยวงจรที่ออกแบบตำแหน่งการวางเซนเซอร์ SHT11 อยู่กึ่งกลางมีสายเชื่อมต่อมายังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 4 เส้น ประกอบด้วย DATA, SCK, GND และ VDD สำหรับในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาลักษณะของหัววัดความชื้น 2 แบบคือลักษณะของหัววัดความชื้นที่วางอยู่ในกล่องกับหัววัดความชื้นที่เป็นแบบโพรบดังแสดงในรูปที่ 2(ก) และรูปที่ 2(ข) ตามลำดับ โดยหัววัดกล่องจะทำการวัดความชื้นโดยการเทเมล็ดพันธุ์พืชใส่กล่องที่มีเซนเซอร์ติดตั้งไว้ ขณะที่หัววัดแบบแท่งสามารถวัดความชื้นได้โดยการนำแท่งเซนเซอร์แทงไปที่เมล็ดพันธุ์ได้โดยตรง



(ก) (ข)

รูปที่ 2 วงจรของหัววัดความชื้น (ก) แบบกล่อง และ (ข) แบบแท่ง

การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มต้นเลือกโหมดสำหรับวัดเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด โดยโหมด 1 คือการวัดข้าวเปลือก โหมด 2 คือการวัดข้าวโพด, ถั่วแดง และข้าวสาร โหมด 3 คือการวัดวัดถั่วเขียว เซนเซอร์จะอ่านค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ แล้วกด Start เพื่อเริ่มการวัดเมล็ดพันธุ์และแสดงผลการวัดที่จอแสดงผล LCD ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โฟลวชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

กล่องวัดความชื้นที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีลักษณะดังรูปที่ 4 ซึ่งตัวกล่องสามารถวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชได้สองแบบตามลักษณะของหัววัดที่ออกแบบไว้คือสามารถเทเมล็ดพันธุ์พืชใส่ในกล่องวัดหรือจะใช้หัวโพรบจิ้มไปที่เมล็ดพันธุ์พืชโดยตรงก็ได้ โดยจะมีสวิตซ์สำหรับเลือกว่าจะใช้หัววัดชนิดใดติดตั้งไว้ที่ตัวเครื่องที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่

แตกต่างจากเครื่องที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ที่แต่ละเครื่องจะมีหัววัดแค่แบบเดียวเท่านั้น

รูปที่ 4 กล่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่มีหัววัดสองแบบ

3. ผลการวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์

ในการทดลองนี้จะทดสอบเครื่องมือวัดความชื้นที่ได้ออกแบบและสร้างสร้างขึ้นมาใช้วัดตัวอย่างกับเมล็ดพันธ์พืช 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ถั่วเขียวและถั่วแดง โดยจะนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดความชื้นมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่ตามโรงสีไฟทั่วไป ยี่ห้อ Rice Moisture Tester รุ่น PM-140 โดยเครื่องดังกล่าวเป็นเครื่องที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสำนักชั่งตวงวัด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ โดยรูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการวัดความชื้นเมล็ดข้าว โดยวัดจากเครื่องที่สร้างขึ้นและเครื่องมาตรฐานเทียบกัน จากค่าที่วัดได้นำมาหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามสมการที่ (1)

$$\%error=\frac{|\%standard-\%measurement|}{\%standard}\times 100 \quad (1)$$

เมื่อ %standard เป็นค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องวัดความชื้นมาตรฐานและ %measurement เป็นค่าความชื้นจากเครื่องที่สร้างขึ้น โดยจะทำการวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดจำนวน 5 ครั้งแล้วหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่ได้

รูปที่ 5 ตัวอย่างการวัดความชื้นเมล็ดข้าวจากเครื่องที่สร้างขึ้นเทียบกับเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชมาตรฐานยี่ห้อ Rice Moisture Tester

สำหรับการทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือก เมื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นที่วัดได้เครื่องวัดมาตรฐานกับเครื่องที่สร้างขึ้น พบว่าหัววัดความชื้นแบบกล่องมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.8% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±4.0% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±2.7% ขณะที่หัววัดความชื้นแบบแท่งมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±1.6% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±4.0% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.9% เช่นเดียวกันกับหัววัดแบบกล่อง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือก

ครั้งที่	ค่าแสดงผล % ค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์				
	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดมาตรฐาน	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดที่สร้างขึ้นเอง		ค่าความผิดพลาด	
		Box	Probe	Box	Probe
1	12.6%	13.0%	13.0%	±3.2%	±3.2%
2	12.4%	12.9%	12.9%	±4.0%	±4.0%
3	12.3%	12.5%	12.6%	±1.6%	±2.4%
4	12.5%	13.0%	12.9%	±4.0%	±3.2%
5	12.4%	12.5%	12.6%	±0.8%	±1.6%
เฉลี่ย	12.4%	12.7%	12.8%	±2.7%	±2.9%

สำหรับการทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดข้าวโพด พบว่าหัววัดความชื้นแบบกล่องมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.8% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±4.2% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±2.2% ขณะที่หัววัดความชื้นแบบแท่งมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.0% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±5.0% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±2.5% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารงที่ 2 การทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดข้าวโพด

ครั้งที่	ค่าแสดงผล % ค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์				
	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดมาตรฐาน	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดที่สร้างขึ้นเอง		ค่าความผิดพลาด	
		Box	Probe	Box	Probe
1	11.7%	11.9%	12.0%	±1.7%	±2.6%
2	12.0%	11.5%	11.4%	±4.2%	±5.0%
3	11.6%	11.8%	11.4%	±1.7%	±1.7%
4	12.0%	12.3%	12.4%	±2.5%	±3.3%

5	11.9%	12.0%	11.9%	±0.8%	±0.0%
เฉลี่ย	11.8%	11.9%	11.8%	±2.2%	±2.5%

สำหรับการทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดถั่วเขียว พบว่า หัววัดความชื้นแบบกล่องมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.0% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±3.3% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±1.8% ขณะที่หัววัดความชื้นแบบแท่งมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±1.6% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±2.4% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±1.8% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดถั่วเขียว

ครั้งที่	ค่าแสดงผล % ค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์				
	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดมาตรฐาน	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดที่สร้างขึ้นเอง		ค่าความผิดพลาด	
		Box	Probe	Box	Probe
1	12.2%	12.6%	12.4%	±3.3%	±1.6%
2	12.1%	12.4%	12.3%	±2.5%	±1.6%
3	12.2%	12.2%	12%	±0.0%	±1.6%
4	12.3%	12%	12%	±2.4%	±2.4%
5	12.1%	12.2%	12.3%	±0.8%	±1.7%
เฉลี่ย	12.2%	12.4%	12.2%	±1.8%	±1.8%

สำหรับการทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดถั่วแดง พบว่าหัววัดความชื้นแบบกล่องมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.0% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±4.1% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±1.6% ขณะที่หัววัดความชื้นแบบแท่งมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ ±0.8% ความค่าผิดพลาดสูงสุดที่ ±4.1% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ±2.0% ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดลองวัดค่าความชื้นในเมล็ดถั่วแดง

ครั้งที่	ค่าแสดงผล % ค่าความชื้นเมล็ดพันธุ์				
	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดมาตรฐาน	ค่า % ที่วัดจากเครื่องวัดที่สร้างขึ้นเอง		ค่าความผิดพลาด	
		Box	Probe	Box	Probe
1	11.9%	11.8%	11.7%	±0.8%	±1.7%
2	12.1%	11.7%	11.9%	±3.3%	±1.7%
3	12.0%	12.0%	11.9%	±0.0%	±0.8%
4	12.2%	11.7%	11.7%	±4.1%	±4.1%
5	11.8%	11.8%	11.6%	±0.0%	±1.7%
เฉลี่ย	12.0%	11.8%	11.8%	±1.6%	±2.0%

4. สรุป

จากผลการออกแบบ สร้างและทดลองใช้งานเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์พืชที่มีหัววัดความชื้นสองแบบ โดยใช้เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิ SHT11 ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลจากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดของเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องวัดมาตรฐาน จะพบว่าเครื่องวัดความชื้นที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง หัววัดความชื้นทั้งสองแบบสามารถวัดความชื้นได้ค่าใกล้เคียงกับเครื่องวัดความชื้นมาตรฐาน ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่เกิน 5.0% ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เครื่องดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นอุปกรณ์วัดความชื้นราคาเมล็ดพันธุ์ราคาถูกสำหรับเกษตร ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงเครื่องมือวัดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้สามารถทดสอบผลผลิตก่อนจัดเก็บหรือก่อนนำไปจำหน่าย ทำให้สามารถประมาณราคาผลผลิตได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา รวมทั้งขอขอบคุณโรงสีไฟอึ้งจิ้นฮวด จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และเครื่องวัดความชื้นมาตรฐาน ยี่ห้อ Rice Moisture Tester รุ่น PM – 410

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120 https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-knowledge/890

[2] ชัยวัฒน์ ชัยกุล, “เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ EE-KU,” เกษตรนวัตกรรม รวบรวมผลงานนวัตกรรมทางการค้นคว้าวิจัยในวาระครบรอบ 72 ปี แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015, หน้า 189-190

[3] ธนากร สุนทรวัฒน์, “เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืช,” รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนสินทร์, 2014

[4] บริษัท วีนัส ซัพพลาย จำกัด, Sensor SHT11 (Online), www.thaieasyelec.com

หลักการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

Principles of Lightning Protection for Photovoltaic Power Generators

จิรวัฒน์ ไม้แก่น, นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และอรรถ พยอมหอม
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-836300 E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ขอนำเสนอหลักการของแนวทางการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic power generators) ตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2 โดยสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning protection system) สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมีคุณภาพ รวมทั้งป้องกันความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อบุคคลหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในบริเวณใกล้เคียง

คำสำคัญ: ระบบป้องกันฟ้าผ่า, ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

This paper presents the principles of lightning protection for photovoltaic (PV) power generation system according to the standards IEC (EN) 62305-2. It can be used as a guideline for the design of lightning protection systems for high-quality photovoltaic power generation systems. It also helps to prevent the risk that will affect the persons or electrical equipments in the surrounding area.

Keywords: lightning protection system, photovoltaic power generators.

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นจำนวนมาก และส่วนหนึ่งยังไม่มีการคำนึงถึงผลกระทบที่ร้ายแรงที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบซึ่งอาจเกิดจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (Lightning) ทำให้เกิดสภาวะแรงดันเกินภายในระบบ (Over Voltage) ส่งผลให้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เกิดการความเสียหายและอาจทำให้เกิดไฟไหม้เป็นอันตรายต่อบุคคล รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือสิ่งปลูกสร้างในบริเวณใกล้เคียงดังกล่าวได้ ทั้งนี้เพื่อความปลอดต่อชีวิตและทรัพย์สินรวมถึงระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตไฟฟ้าให้แก่ บ้านเรือน อาคารหรือนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นและเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น วิศวกรจึงต้องเข้ามาศึกษาและออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย

2. การประเมินความเสี่ยงตามมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2

ในมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2 ต้องมีการประเมินความเสี่ยงเพื่อกำหนดว่าสิ่งปลูกสร้างนั้นควรได้รับการป้องกันจากฟ้าผ่าหรือไม่ ในส่วนนี้จะมีการอธิบายขั้นตอนการประเมินแบบทั่วไป โดยจะใช้สถานะการณ์เฉพาะที่สิ่งปลูกสร้างได้รับการป้องกันเป็นสิ่งปลูกสร้างของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

• ฟ้าผ่าเป็นต้นกำเนิดของความเสียหาย ให้คำนึงถึงสถานการณ์ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของจุดฟ้าผ่าสัมพันธ์กับสิ่งปลูกสร้างที่พิจารณา ดังนี้

S_1 – วาบฟ้าผ่าลงสิ่งปลูกสร้าง

S_2 – วาบฟ้าผ่าบริเวณใกล้สิ่งปลูกสร้าง

S_3 – วาบฟ้าผ่าลงสิ่งบริการซึ่งต่อถึงสิ่งปลูกสร้าง

S_4 – วาบฟ้าผ่าใกล้สิ่งบริการซึ่งต่อถึงสิ่งปลูกสร้าง

• ฟ้าผ่าทำให้เกิดความเสียหายได้ 3 ประเภทโดยทั่วไป ดังนี้

D_1 – การบาดเจ็บของสิ่งมีชีวิตจากแรงดันสัมผัสและแรงดันย่างก้าว

D_2 – ความเสียหายทางกายภาพ เช่น เกิดประกายไฟหรือการระเบิดเนื่องจากความร้อนจากกระแสฟ้าผ่า

D_3 – ความล้มเหลวของระบบภายในเนื่องจาก LEMP

• ผลกระทบต่อความเสียหายที่อาจส่งผลต่อความสูญเสียอย่างต่อเนื่องซึ่งอาจขึ้นอยู่กับสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการป้องกันที่แตกต่างกันดังนี้

L_1 – การสูญเสียชีวิตมนุษย์

L_2 – การสูญเสียการให้บริการแก่สาธารณชน

L_3 – การสูญเสียมรดกทางวัฒนธรรม

L_4 – การสูญเสียคุณค่าทางเศรษฐกิจ

• สำหรับการประเมินความเสี่ยงในแต่ละประเภทที่จะได้รับการประเมินในสิ่งปลูกสร้างมีดังนี้

R_1 – ความเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิตของมนุษย์

R_2 – ความเสี่ยงของการสูญเสียการให้บริการต่อสาธารณชน

R_3 – ความเสี่ยงของมรดกทางวัฒนธรรม

R_4 – ความเสี่ยงทางเศรษฐกิจ

• องค์ประกอบของความเสี่ยงวาบฟ้าผ่าลงสิ่งปลูกสร้างโดยตรง

R_A– องค์ประกอบการบาดเจ็บของสิ่งมีชีวิต จากแรงดันสัมผัส และแรงดันย่างก้าว

R_B – องค์ประกอบความเสียหายทางกายภาพภายในสิ่งปลูกสร้าง กรณีเกิดประกายไฟหรือเกิดการระเบิดเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระแสฟ้าผ่า

R_C – องค์ประกอบความล้มเหลวของระบบภายในเนื่องจากผล LEMP. (Lightning Electro-Magnetic Pulse)

• องค์ประกอบของความเสี่ยงวาบฟ้าผ่าลงบริเวณใกล้สิ่งปลูกสร้าง

R_M – องค์ประกอบความล้มเหลวของระบบภายในเนื่องจาก ผล LEMP.

• องค์ประกอบของความเสี่ยงวาบฟ้าผ่าลงสิ่งบริการซึ่งต่อถึงสิ่งปลูกสร้าง

R_U – องค์ประกอบการบาดเจ็บของสิ่งมีชีวิต จากแรงดันสัมผัสสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากกระแสฟ้าผ่าที่ไหลเข้ามาในสิ่งบริการซึ่งต่อถึงสิ่งปลูกสร้าง

R_V – องค์ประกอบความเสียหายทางกายภาพ (ไฟไหม้หรือการระเบิดที่เกิดขึ้นจากประกายไฟระหว่างการติดตั้งภายนอกกับชิ้นส่วนโลหะ) เนื่องจากกระแสไฟฟ้าผ่าที่ไหลผ่านสิ่งบริการที่ต่ออยู่

R_W – องค์ประกอบความล้มเหลวของระบบเนื่องจากสภาวะแรงดันเกิน (Over voltage) เหนี่ยวนำเข้าสิ่งบริการและส่งผ่านเข้าสู่สิ่งปลูกสร้าง

• องค์ประกอบของความเสี่ยงวาบฟ้าผ่าลงบริเวณสิ่งบริการซึ่งต่อถึงสิ่งปลูกสร้าง

R_Z – องค์ประกอบความล้มเหลวของระบบเนื่องจากสภาวะแรงดันเกิน (Over voltage) เหนี่ยวนำเข้าสิ่งบริการกระทบต่อสิ่งปลูกสร้าง

จากมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2 สามารถประเมินการจัดลำดับการจัดการของความเสี่ยงได้ดังนี้

– ระบุสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน

– ระบุชนิดของความสูญเสียในสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดและความเสี่ยงที่สอดคล้องกัน R (R_1 ถึง R_4)

– ประเมินความเสี่ยง R สำหรับความสูญเสียแต่ละประเภท (R_1 ถึง R_4)

– ประเมินความเหมาะสมสำหรับใช้ป้องกันโดยการเปรียบเทียบความเสี่ยง R_1, R_2 และ R_3 ของสิ่งปลูกสร้างต่อความเสี่ยง R_T

– การประเมินประสิทธิภาพของการป้องกันโดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อการสูญเสียทั้งหมดที่มีมาตรการป้องกันและไม่มีมาตรการป้องกัน ในกรณีนี้การประเมินองค์ประกอบของความเสี่ยง R_4 สำหรับสิ่งปลูกสร้างต้องดำเนินการเพื่อประเมินต้นทุนดังกล่าวด้วย คือการจัดความเสี่ยง R4 ด้วยความเสี่ยงที่พอประมาณขึ้นอยู่กับผู้ลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ [3]

ในมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2 มีการระบุค่าความเสี่ยง R_T สำหรับการสูญเสียชีวิตของมนุษย์และความสูญเสียทางเศรษฐกิจดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความเสี่ยง R_T จากมาตรฐาน IEC (EN) 62305-2

ประเภทการสูญเสียในสิ่งปลูกสร้าง (L_x)	R_T[Years^{-1}]
L_1	10^{-5}
L_2	10^{-3}
L_3	10^{-4}

สมการพื้นฐานสำหรับการประเมินความเสี่ยงหาได้จาก

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad (1)$$

โดยที่

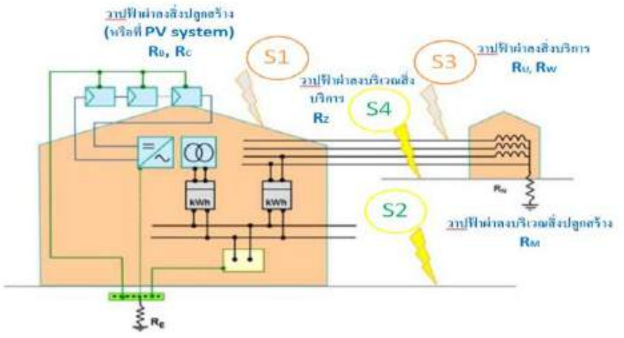
N_X คือ จำนวนของเหตุการณ์อันตรายต่อปี

P_X คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้าง

L_X คือ ประเภทการสูญเสียในสิ่งปลูกสร้าง

3. ความเสี่ยงต่อระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

ความเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิตของมนุษย์ (R_1) โดยทั่วไปไม่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ในกรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV modules) ที่ติดตั้งในอาคารหรือบนหลังคาและในส่วนที่เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Power Plant: SPP) อาจมีความเสี่ยงจากไฟไหม้ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำจากวัสดุที่ไม่ติดไฟและในส่วนของโรงไฟฟ้าพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาส่วนใหญ่จะติดตั้งบนอาคารขนาดเล็กและมีความเสี่ยงน้อยมากที่จะเกิดวาบฟ้าผ่าลงสิ่งปลูกสร้างโดยตรง ส่วนกรณีการเกิดความเสี่ยงของการสูญเสียการให้บริการต่อสาธารณชน (R_2) จะไม่ถูกนำมาพิจารณาเนื่องจากระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักในระบบบริการต่อสาธารณะชน ความเสี่ยงที่จะนำมาพิจารณานี้คือความเสี่ยงทางเศรษฐกิจ (R_4) ซึ่งรวมถึงองค์ประกอบความเสี่ยง R_B, R_C, R_V, R_M และ R_Z ดังแสดงในรูปที่ 1



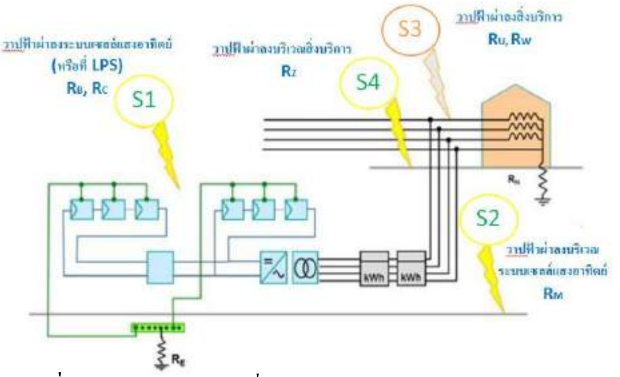
รูปที่ 1 องค์ประกอบความเสี่ยงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายในอาคาร

จากรูปที่ 1 องค์ประกอบความเสี่ยงที่สำคัญที่สุดได้แก่ R_W, R_M และ R_Z เพื่อลดความเสี่ยง R_4 ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้โดยการป้องกันต่อไปนี้สามารถนำมาใช้ได้คือ

- ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Divice: SPD) ที่สิ่งบริการด้านแรงดันต่ำ (Low Voltage: LV) เข้ากับสิ่งปลูกสร้างของตัวแผงเพื่อลดผลกระทบองค์ประกอบความเสี่ยง R_W และ R_Z

- ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Divice: SPD) ที่สิ่งบริการด้านแรงดันกระแสตรง (DC) ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดผลกระทบองค์ประกอบความเสี่ยง R_M

ในรูปที่ 2 แสดงถึงองค์ประกอบความเสี่ยงสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคารและมีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System: LPS) แยกจากกัน [2]



รูปที่ 2 องค์ประกอบความเสี่ยงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายนอกอาคาร

4. การเลือกระบบป้องกันเสิร์จในระบบแรงดันต่ำ

ผลกระทบจากการวาปฟ้าผ่าลงโดยตรงและบริเวณใกล้เคียงที่เชื่อมต่อกับสิ่งบริการสามารถแบ่งระดับการป้องกันกระแสเสิร์จ (Lightning Protection Level: LPL) ตามมาตร IEC 62305-1 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการป้องกันกระแสเสิร์จในระบบแรงดันต่ำ

ระดับการป้องกันฟ้าผ่า (LPL)	ฟ้าผ่าลงโดยตรงและบริเวณใกล้เคียงสิ่งบริการ		ฟ้าผ่าลงบริเวณสิ่งปลูกสร้าง
	ฟ้าผ่าโดยตรง S_3 รูปคลื่นกระแส 10/350 µs [kA]	ฟ้าผ่าบริเวณใกล้เคียง S_4 รูปคลื่นกระแส 8/20 µs [kA]	ฟ้าผ่าลงบริเวณสิ่งปลูกสร้าง S_2 รูปคลื่นกระแส 8/20 µs [kA]
I	10	5	0.2
II	7.5	3.75	0.15
III-IV	5	2.5	0.1

5. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเนื่องจากวาปฟ้าผ่าลงโดยตรง

ในการกรณีที่มีการวาปฟ้าผ่าโดยตรงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ U_{ip} สำหรับสิ่งปลูกสร้างที่ไม่ได้รับการป้องกันสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$U_{ip} = k_C \times L_M \times \frac{di}{dt} \qquad (2)$$

โดยที่

k_C คือ สัมประสิทธิ์การแบ่งช่วงพาร์ทิชันของกระแสฟ้าผ่าระหว่างสายอากาศล่อฟ้า /สายตัวนำลงดิน (k_C = 1 สำหรับสายตัวนำลงดินหนึ่งตัว k_C = 0.5 สำหรับสายตัวนำลงดินสองตัวและk_C = 0.44 สำหรับสายตัวนำลงดิน 3 ตัวขึ้นไป)

$\frac{di}{dt}$ คือ คือความชันหลังจากเกิดกระแสฟ้าผ่า (200, 150 และ 100 kA/µs ขึ้นอยู่กับช่วง LPL) ซึ่งกรณีรุนแรงที่สุดคือขณะเปิดวงจรเกิดวงรอบเหนี่ยวนำขึ้น

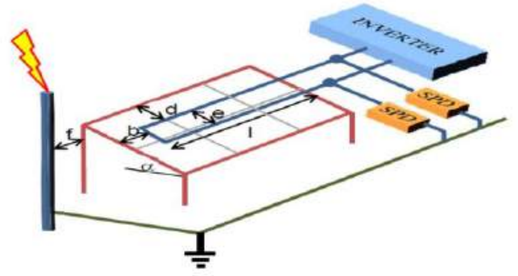
L_M คือ ความเหนี่ยวนำร่วมระหว่างวงรอบเหนี่ยวนำซึ่งเกิดจากกระแสฟ้าผ่ากับสายตัวนำลงดิน

ความเหนี่ยวนำร่วมเนื่องจากการฟ้าผ่า ในระบบป้องกันฟ้าผ่า(LPS) ที่มีการติดตั้งแยกจากกันสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) และสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

$$L_M = 0.2 \times m \times \sin\alpha \times \ln\frac{f+b+1}{f+b} \qquad (3)$$

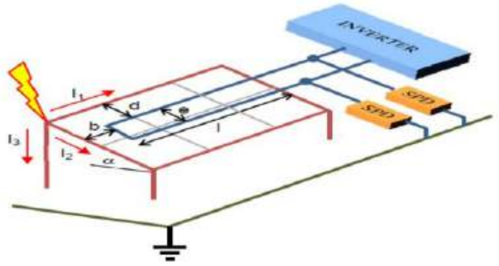
โดยที่

m คือ ระยะความกว้างของลูปเท่ากับ “e” สำหรับการคำนวณที่ Differential mode หรือ “e+d” สำหรับการคำนวณที่ Common mode



รูปที่ 3 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่า ที่มีการติดตั้ง LPS แยกจากกัน

พิจารณา LPS มีการต่อประสานเข้ากับตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่วัสดุเป็นตัวนำ กระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านจะเป็นเป็นสามทางดังรูปที่ 4 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีค่าสูง เนื่องจากกระแส I_1 ไหลเข้าใกล้บริเวณระยะความยาวสายไฟที่วนเป็นลูป [3], [6]



รูปที่ 4 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่า ที่ติดตั้ง LPS ทั่วไป

ในกรณีนี้สามารถคำนวณความเหนี่ยวนำร่วมเนื่องจากฟ้าผ่าได้จากสมการที่ (4)

$$L_M = 0.2 \times l \times \ln \frac{d+e+R}{d+R} \qquad (4)$$

โดยที่

r คือ รัศมีโครงสร้างตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่วัสดุเป็นโลหะที่ต่อประสานร่วม

กระแสลัดวงจรที่ไหลวนในลูปสูงสุดคือกระแสที่สัมพันธ์กับกระแสฟ้าผ่าในช่วงแรก (200, 150 หรือ 100 kA ขึ้นอยู่กับช่วง LPL ที่เลือกพิจารณา) กระแสลัดวงจรสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5) ตามมาตรฐาน IEC 62305

$$I_{sc} = k_c \times I \times \frac{L_M}{L_S} \qquad (5)$$

โดยที่

L_S คือ ค่าความเหนี่ยวนำแฝงในวงลูป

$$L_S = 0.8 \times \sqrt{r^2 + e^2} - 0.8 \times (l+e) + 0.4 \times l \times \ln\left[\frac{\frac{2e}{r}}{\left(1+\sqrt{1+\left(\frac{e}{l}\right)^2}\right)}\right] + 0.4 \times e \times \ln\left[\frac{\frac{2l}{r}}{\left(1+\sqrt{\left(\frac{l}{e}\right)^2}\right)}\right] \times 10^{-6} \qquad (6)$$

ภายใต้สมมติฐานนี้ค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ U_{ip} และค่ากระแสลัดวงจร I_{sc} จะถูกนำมาเปรียบเทียบในตารางที่ 3 สำหรับวงลูปที่ไม่มีการป้องในพื้นที่ 50 ตร.ม. โดยพิจารณาที่ $k_c = 1$ [4], [6] ค่าจากการคำนวณเป็นค่าที่สมมติฐานซึ่งจะนำมาพิจารณาในการเลือกระดับการป้องกันฟ้าผ่า (LPL) ในตารางที่ 3 ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่อาจเกิดขึ้นภายในระบบจากผลกระทบฟ้าผ่า โดยสามารถลดผลกระทบแรงดันเหนี่ยวนำจากการลดระยะวงลูปของสายตัวนำหรือหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการเหนี่ยวนำจากแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ตารางที่ 3 ค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อความยาวหน่วยของวงลูปและกระแสลัดวงจรของระดับการป้องกันฟ้าผ่า (LPL)

ระดับการป้องกันฟ้าผ่า (LPL)	แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อความยาวหน่วย [kV/m]	กระแสลัดวงจร (10/350μs) [kA]
I	4	5
II	3	3.75
III-IV	2	2.5

6. วาบฟ้าผ่าในบริเวณใกล้เคียงระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ในกรณีที่เกิดการวาบฟ้าผ่าในบริเวณใกล้เคียงระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (S_2) แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ U_{ip} ตามล้มเหลวของระบบภายในเนื่องจากผล (Lightning Electro-Magnetic Pulse: LEMP) R_M สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2) พิจารณาที่ $k_C = 1$ ค่าความเหนี่ยวนำร่วมสามารถคำนวณค่าประมาณได้ในสมการที่ (7)

$$L_M = 0.2 \times \frac{A}{S} \qquad (7)$$

โดยที่

A คือ พื้นที่การเหนี่ยวนำในวงลูป

S คือ ระยะระหว่างจุดฟ้าผ่าถึงจุดศูนย์กลางของสิ่งปลูกสร้างโดยระยะ S สามารถคำนวณได้จากสมาการที่ (8) และ (9) ระยะห่างรัศมีทรงกลมกลิ้ง R_{sp} กับสิ่งปลูกสร้าง

$$S = (2 \times R_{sp} \times H - H^2)^{0.5} + \frac{L}{2} \quad \text{เมื่อ } H < R_{sp} \qquad (8)$$

$$S = R_{sp} + \frac{L}{2} \quad \text{เมื่อ } H > R_{sp} \qquad (9)$$

โดยที่

H คือ ความสูงของสิ่งปลูกสร้าง

L คือ ความยาวของสิ่งปลูกสร้าง

สำหรับต้นกำเนิดความเสียหาย S2 จากมาตรฐาน IEC 62305-1 กระแสเสิร์จสามารถจำแนกตามระดับการป้องกันได้จากตารางที่ 3 ระดับการป้องกันฟ้าผ่า (LPL) [3], [6]

7. สรุป

ในการป้องกันฟ้าผ่าในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จำเป็นต้องวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงจากค่าแรงดันเสิร์จและกระแสเสิร์จตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEC 62305 และการจำแนกต้นกำเนิดฟ้าผ่าที่แตกต่างกันมีผลต่อค่ากระแสเสิร์จและแรงดันเสิร์จในระบบรวมถึงการเหนี่ยวนำวนลูปของระยะสายตัวนำ ซึ่งปัจจัยที่แตกต่างกันนั้นสามารถคำนวณและแบ่งแยกตามระดับการป้องกันฟ้าผ่าเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบหรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนบทความวิชาการจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] IEC Protection against lightning - Part 1: General principles, IEC Standard (EN) 62305-1 Ed. 2.0, Dec, 2010.

[3] IEC Protection against lightning - Part 2: Risk management, IEC Standard (EN) 62305-2 Ed. 2.0, Dec. 2010.

[4] IEC Protection against lightning - Part 3: Physical damage to Structures and life hazard, IEC Standard (EN) 62305-3 Ed. 2.0, Dec,. 2010.

[5] IEC (EN) 62305-4, “Protection against lightning – Part 4: Electrical and. electronic systems within the structures”, Ed. 2.0, December 2010.

[6] R.Pomponi, R.Tommasini Risk assessment and lightning protection for PV systems and solar power plants International Conference on Renewable Energies and Power Quality, ICREPQ’12, Santiago de Compostela (Spain), 28th to 30th March, 2012.

[7] TS 50539-12:2009, Protection of PV installation against overvoltages.

วงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัดแรงดัน 50 kV

Circuit generates high voltage direct current voltage 50 kV

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว, นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, จิรวัฒน์ ไม้แก่นและธีรภัทธ ทวีวงศ์
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 081-6203266 E-mail: Supawud.n@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดวงจรแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัดแรงดัน 50 kV สำหรับใช้งานในวงจรแหล่งจ่ายไฟแรงดันสูงในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าแรงสูงของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และเป็นอุปกรณ์ใช้ในการศึกษาคุณลักษณะรูปแบบของระบบแรงดันสูง โดยใช้วงจร Flyback Transformer ในการสร้างแรงดันสูงจากแรงดัน 220 V ให้ไปจนถึงแรงดันขนาดพิกัด 50 kV ตามกำหนด ภายในวงจรที่สร้างแรงดันสูงจะใช้ Epoxy หล่อทับเป็นฉนวนในการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากไฟแรงดันสูง

คำสำคัญ: ชุดวงจรแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัดแรงดัน 50 kV, วงจร Flyback Transformer

Abstract

This thesis presents the design and construction of high voltage circuit voltage 50 kV for use in high voltage power supply circuit. High voltage laboratory of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. Bangkok center Electrical Engineering And is used to study the form of a high pressure system using Flyback Transformer circuit to generate the high voltage of 220 volts, the voltage to the rated voltage of 50 kV as required. The circuit uses a high pressure over dielectric Epoxy casting to prevent harm that may be caused by overvoltage.

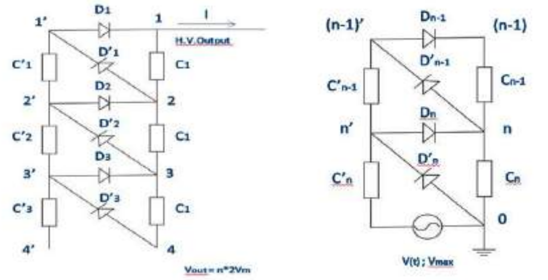
Keywords: Circuit generates HVDC 50 kV, Flyback transformer circuit

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถสร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงขึ้นใช้งานเองภายในประเทศได้หลายชนิด และยังมีการผลิตแรงดันได้หลายระดับด้วยกัน อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูงนั้นจะต้องผ่านการทดสอบเพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปติดตั้งการใช้งานในระบบไฟฟ้าแรงสูงเพราะถ้านำไปติดตั้งโดยไม่ผ่านการทดสอบอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบได้ จึงต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบแรงสูงก่อนที่จะนำไปติดตั้งจริง เนื่องจากในการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูงจะต้องทำการทดสอบด้วยไฟฟ้าแรงสูงที่เท่ากับคุณสมบัติการใช้งานของอุปกรณ์เป็นตัวลดทอนแรงดันลงมาวัดโดยอุปกรณ์เหล่านี้จะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเข้ามาซึ่งมีราคาสูงตามค่าการแลกเปลี่ยนเงินตรา จึงทำให้เสียดุลการค้าให้กับต่างประเทศ แต่ปัจจุบันระบบไฟฟ้าแรงสูงในประเทศมีการพัฒนาก้าวหน้าขึ้นมาก มีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายรายสามารถผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าในพิกัดแรงดันสูงขึ้นมาใช้งานจำหน่ายในประเทศและส่งออก ซึ่งอุปกรณ์ที่ผลิตมานั้นต้องทำการวัดเพื่อทดสอบคุณสมบัติและคุณภาพของอุปกรณ์การทดสอบแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้ความเที่ยงตรงสูงซึ่งแต่เดิมจำเป็นต้องสั่งนำเข้าเครื่องมือวัดจากต่างประเทศด้วยความก้าวหน้าทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงทำให้ปัจจุบันเราสามารถสร้างและออกแบบวงจรสร้างแรงดันสูงใช้ในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเพื่อใช้ในการศึกษามหาวิทยาลัยหลายแห่งยังขาดอุปกรณ์และความเข้าใจในการสร้างวงจรแรงดันสูงราคาที่สูงเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวคิดที่ออกแบบและสร้างวงจรแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัดแรงดัน 50 kv เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยภายในห้องปฏิบัติการ ของสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

• วงจร rectifier แบบขั้นบรรได (Cascade circuit of DC High Voltage) ใช้วงจรพื้นฐานของวงจรแรงดัน rectifier แบบ 2 เท่านำมาต่อกันเป็นแบบขั้นบันได แบบ Cockcroft Walton ใช้หลักการของ n – stage single phase cascade แสดงดังรูปที่ 1



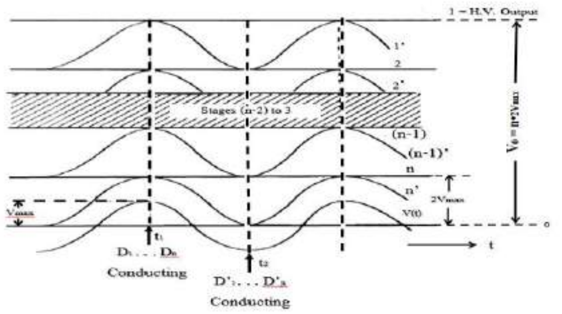
รูปที่ 1 วงจร rectifier แบบแรงดัน 2 เท่ามาต่ออนุกรมกัน nth ชั้น

การทำงานของ Cockcroft Walton ขณะ no load จะใช้วงจร rectifier แบบแรงดัน 2 เท่ามาต่ออนุกรมกัน nth ชั้น โดยแต่ละชั้นประกอบด้วย diode 2

ตัว capacitor 2 ตัว ตัวแรกเป็นตัวเก็บพักประจุ ตัวที่ 2 ทำหน้าที่เป็น fileter capacitor ที่ทำหน้าที่พักประจุ ได้แก่ C'$_1$, C'$_2$, C'$_3$, C'$_4$ capacitor C_1, C_2, C_3, C_4 ทำหน้าที่ fileter diode D'$_1$, D'$_2$, D'$_3$, D'$_4$ จะนำกะแสในช่วงคลื่นบวก diode D_1, D_2, D_3, D_4 จะนำกะแสในช่วงคลื่นลบ วงจรสร้างแรงดันแต่ละครั้งจะสร้างแรงดันเป็น 2 เท่าของค่าแรงดันสูงสุด 2V Capacitor และ didoe แต่ละตัวจะต้องทนแรงดันได้ 2 เท่าของค่าสูงสุด ยกเว้น capacitor C'$_4$ เท่านั้นที่ทนแรงดันสูงสุดได้เพียง 1V_m เมื่อต้องการแรงดันสูงๆ จะต้องนำมาต่อเป็นขั้นบันไดหลายๆชั้น ดังสมการ (1)

$$2nV_{max} \tag{1}$$

เมื่อ n = จำนวนชั้น



รูปที่ 2 Capacitor และ diode แต่ละตัวจะต้องทนแรงดันได้ $2V_{max}$

• สมการคำนวณ Voltage Drop ในแต่ละ Stage ของวงจร Cockcroft Walton

$$\Delta v_n = \left(\frac{q}{C}\right) n \tag{2}$$

$$\Delta v_{n-1} = \left(\frac{q}{C}\right)\{2n + 2(n-1) + 2(n-2) + \ldots + 2[n-(n-1)]\} \tag{3}$$

แทนค่า

$$q = \left(\frac{I}{f}\right) \tag{4}$$

$$v_{0max} = 2n_{max} - \frac{1}{fC}\left[\frac{2n^3}{3}\right] \tag{5}$$

• สมการคำนวณหาแรงดันระลอก (Ripple) แรงดันระลอกของวงจรขั้นบรรไดก็อาจหาได้เช่นเดียวกับวงจรที่มีไดโอดและตัวเก็บประจุกรองกระแสอย่างละตัวซึ่งมีความสำพันธ์ คือ

$$Q = 2\delta VC = IT \tag{6}$$

$$\delta V = \frac{I_{dc}}{2fC} \tag{10}$$

เมื่อ I_{dc} = กระแสตรงที่จ่ายให้โหลด

f = ความถี่ของแรงดันกระแสสลับที่จะแปลงเป็กระแสตรง

C = ความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุกรองกระแสแรงดันระลอกทั้งหมด

• จำนวนชั้นบันไดที่พอเหมาะ n - Optimum ในการสร้างแรงดันกระแสตรงด้วยวงจรขั้นบันไดเราอาจสร้างแรงดันให้สูงขึ้นได้โดยการเพิ่มจำนวนชั้น ดังสมการ (10)

$$\frac{dV_d}{dn} = 0 \tag{10}$$

เมื่อ V_d เป็นแรงดันกระแสตรงที่โหลดจำนวนชั้นที่พอเหมาะ n - Optimum คือ

$$n_{opt} = \sqrt{\frac{V_m f C}{I_d}} \tag{11}$$

$$V_d(opt) = \frac{4}{3} n_{opt} V_m \tag{12}$$

$$V_d(opt) = \frac{2}{3}(2n_{opt} V_m) \tag{13}$$

• วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ คือ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (Q) จะนำกระแสและหยุดนำกระแสสลับกันตามความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าจากวงจรควบคุม ขณะที่ทรานซิสเตอร์ทำงานกระแส (L_{in}) จะไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ (N_1) ไดโอด (D) จะไม่ทำงานเนื่องจากถูกรีเวิร์สไบอัส (Reverse bias) กระแสจึงไม่ไหลผ่านโหลด (R_l) ขดลวดปฐมภูมิจึงสะสมพลังงานไว้และเมื่อ Power ทรานซิสเตอร์หยุดทำงานไดโอดก็จะทำงานเนื่องจากขดลวดปฏิภูมิทำให้เกิดกระแสที่ขดลวดทุติยภูมิไหลไปประจวบลงคาปาซิเตอร์ (C_{out}) และจ่ายให้โหลดเมื่อวงจรการทำงานอยู่ในสภาวะคงที่ค่าแรงดัน output ที่ได้จากคอนเวอร์เตอร์จะเป็นไปตามสมการ (14)

$$V_{out} = \frac{T_{ON}\left(\frac{N_s}{N_p}\right)(V_{in} - V_{CE(sat)})}{(T - t_{ON})} - V_D \tag{14}$$

เมื่อ T = คาบเวลาการทำงานของ Q_1 เป็นวินาที

T_{ON} = ช่วงเวลาที่คิ้ว Q_1 นำกระแส เป็นวินาที

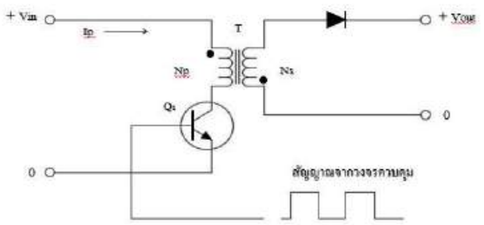
N_P = จำนวนรอบของขด ไพรมารี่ เป็นรอบ

N_S = จำนวนรอบของขด เซคั่นดารี่ เป็นรอบ

V_{out} = แรงดันที่เอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์เป็นโวลต์

V_{in} = แรงดันที่ อินพุตของคอนเวอร์เตอร์ เป็นโวลต์

$V_{EC(SAT)}$ = แรงดันค่อม Q_1 ขณะนำกระแสเป็นโวลต์



รูปที่ 3 ลักษณะวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

• รูปแบบElectrostatic volt-meter

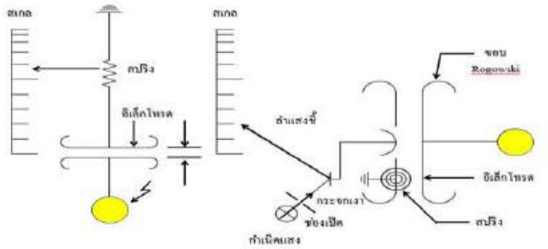
ใช้หลักการเกิดแรงของสนามไฟฟ้า (Electric) ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่วางขนานกันปกติและแผ่นโลหะทั้งสองจะต้องทำขอบให้มีค่า uniform field ตลอดหน้าแผ่นโลหะแสดงดังสมการ (15)

$$F = 4.427x10^{-12}\epsilon_r AE^2 \tag{15}$$

เมื่อ E แรงดันที่ต้องเข้าไประหว่างแผ่นระนาบ ที่มีค่า Capacitance = C

•คุณลักษณะของ Electrostatic volt-meter

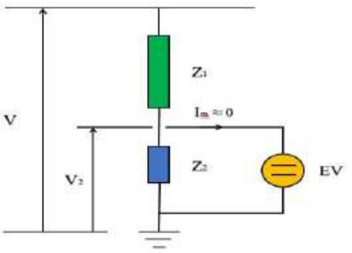
- ความถูกต้องเที่ยงตรง : 0.5 – 1.0% ย่านความถี่แรงดันที่วัด 0 – MHz ย่านแรงดันที่วัดขึ้นกับระยะของแผ่น plate พลังงานที่ใช้มีค่าน้อยมาก ฉะนั้น Impedance ขาเข้าจะสูงมากกว่า 10^{13} มีค่ามากกว่า Capacitance 5-50 PF จึงทำให้ดึงกระแสจากแหล่งที่วัดน้อยมากชนิดของแรงที่จะวัดสามารถวัดได้ทั้ง AC และ DC AC วัดเป็น RMS วัดแรงดัน AC ได้สูง 500 kV และ DC ได้สูงถึง 600 kV



รูปที่ 4 หลักการElectrostatic volt-meter

• การวัดไฟฟ้าแรงดันสูงแบบ Voltage divider

ใช้ voltmeter วัดได้โดยการนำเอา impedance ค่าสูงๆต่อขนานกับแรงดันที่จะวัด แล้วแบ่งเอา impedance ที่มีแรงดันตกคร่อมส่วนน้อยออกมาวัด ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดไฟฟ้าแรงดันสูงแบบ Voltage divider

โวลต์มิเตอร์ที่ใช้วัดจะต้องมี Z_{in} สูงมากๆ เช่น Electrostatic Voltmeter

เมื่อ Z_1 = impedance ภาคแรงสูง

Z_2 = impedance ภาคแรงต่ำ

V_1 = แรงดันที่ต้องการวัด

V_2 = แรงดันที่แบ่งออกมาวัดซึ่งเป็นแรงดันภาคแรงดันต่ำเป็นแรงดันตกคร่อม Z_2

EV = เป็น Voltmeter ทีใช้วัด มีค่า impedance สูง

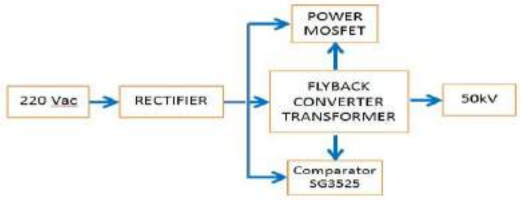
เมื่อทราบค่า V_2 จาก Voltmeter จึงสามารถคำนวณค่า V ด้านแรงสูงที่วัดได้จากสมการ (16)

$$V = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_3} V_2 \quad (16)$$

Z_1, Z_2 ควรเป็น impedance ที่ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน (R หรือ C) เพื่อลดการเปลี่ยนของ impedance เนื่องจากอุณหภูมิ

3. การออกแบบวงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรง 50 kV

หลังจากที่ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงทำให้การออกแบบแต่ละส่วนซึ่งส่วนต่างๆของวงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ไดอะแกรมลักษณะการทำงาน

• การออกแบบไฟตรงภาคกำลัง

ใช้วงจรเรียงกระแส Rectifier เป็นวงจรเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และใช้วงจรกรองแรงดันโดยจะได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V 50 Hz เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันกระแสตรง ประมาณ 310 V สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (17) และแสดงดังรูปที่ 7

$$V_{DC} = \sqrt{2}xV_{DC} = V_D \quad (17)$$

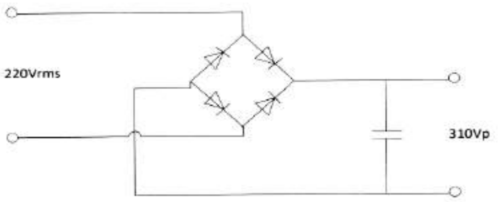
เมื่อ V_S = แรงดันที่ใช้งาน (V)

V_D = แรงดันตกคร่อมไดโอด (V)

ดังนั้นจะได้

$$V_{DC} = (\sqrt{2}x220) - (2x0.7) \quad (18)$$

$$= 310\ V \quad (19)$$

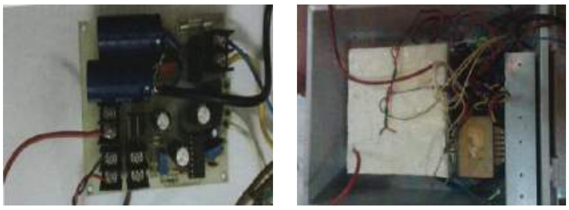


รูปที่ 7 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

• อุปกรณ์ในการสร้างวงจรและแรงดัน

การสร้างโครงงานชุด วงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV นั้นประกอบด้วนกันหลายภาคส่วนและหลายอุปกรณ์ การประกอบต้องใช้การระมัดระวังเป็นอย่างสูง จึงแบ่งรายละเอียดต่างๆแสดงดังรูป

รูปที่ 8 หม้อแปลงฟลายแบค 50kV 15kHz และแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 9 ชุดควบคุมแรงสูงและวงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรง 50kV

4. ผลการทดลองวัดแรงดันสูงกระแสตรงพิกัด 50 kV

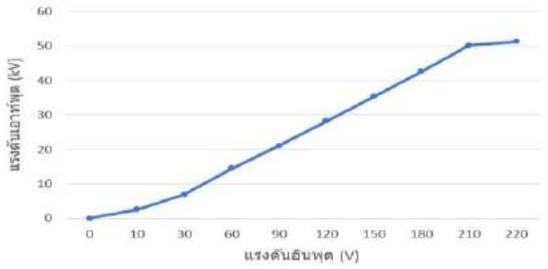
การสร้างวงจรแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV ในครั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามผลที่ได้ตั้งไว้และเพื่อเป็นไปตามมาตรฐาน เราจึงต้องมีการทดสอบและวัดผลเพื่อให้ทราบว่าวงจรที่ทำการออกแบบไปนั้นได้เป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยอุปกรณ์ที่ใช้คือ

1. Multimeter เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า Fluke รุ่น 155
2. โพรบวัดแรงดันสูง Fluke รุ่น 80K-40
3. Oscilloscope เครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้า Yokogawa
4. Variac หม้อแปลงแบบปรับค่าได้ 0-220 V, 50Hz, 5A

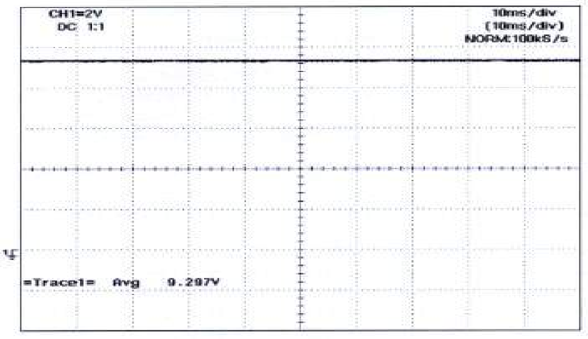
ซึ่งผลการวัดค่าแรงดันดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 1 รูปที่ 10 และ 11

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด

V_{IN} (V)	V_{OUT} (Transformer) (kV)	V_{DC}(NO-load) (kV)
10	0.92	2.49
30	2.66	6.84
60	5.37	14.42
90	8.05	21.04
120	11.09	28.17
150	13.81	35.29
180	16.47	42.52
210	19.27	50.17
220	20.26	51.20



รูปที่ 10 ผลการทดสอบขณะไม่มีโหลดในรูปกราฟ



รูปที่ 11 สัญญาณ Output ขณะไม่มีโหลด เมื่อป้อนแรงดัน Input 220V

• ผลการทดสอบ

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าวงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV นั้น จะเริ่มค่าสตาทร์ที่ 42.4 kV และจะต้องใช้เวลาประมาณ 13 นาที เพื่อที่จะได้แรงดัน 50 kV ตามที่กำหนด

การทดสอบแหล่งจ่ายแรงดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV เป็นการทดสอบขณะไม่มีโหลด (NO-load) ทดสอบโดยการป้อนแรดันอินพุต V_{in} เท่ากับ 220 V ให้กับแหล่งจ่ายแรงดันสูง กระแสตรง สามารถวัดแรงดัน เอาท์พุต V_{out} ได้เท่ากับ 51.20 kV

5. สรุป

บทความนี้ได้ออกแบบชุดวงจรสร้างแรงดันดันสูงกระแสตรงขนาดพิกัด 50 kV เพื่อใชในการทดลองในมหาลัย ในการสร้างโครงงานชิ้นนี้เราได้ออกแบบโครงงานให้มีขนาดเล็กเพื่อง่ายต่อการขนย้ายในการทดลอง ดังนั้นจึงได้ใช้ หม้อแปลงฟลายแบคและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการขับกระแสไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูงกระแสตรง 50 kV ตามที่ต้องการ ในโครงงานชิ้นนี้เราได้จ่ายกระแสไฟทางด้านอินพุต 220V ผ่านวงจรเรกติฟลายเพื่อแปลงแรงจากกระแสสลับให้เป็นกระแสผ่านโวลเตจดิไวเดอร์ผ่านวงจรคอมพาราเตอร์ใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ SG3525A ขับนำเกรดของมอสเฟตเป็นวงจรช่วยขับให้ได้แรงดันสูง 50kV

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] IEC, Publication No.60-1, 1989, High Voltage test Techniques Part 1 : General Definition And Test Requirements

[2] T. Bernhard, M. Dommaschk, J. Dorn, I. Euler, F. Karlecik-Maier, J. Lang, J. Rittiger, J.-W. Strauss, Q.-B. Tu, O. Venjakob, C. Wittstock, and K. Wurflinger, "Closed-Loop Control Method for an HVDC Transfer Installation Having a DC Voltage Intermediate Circuit and Self-Commutated Converters," United States Patent, 2011..

[3] Ned Mohan, Tore M.Undeland and William P.Robbgins, “Power electronics convertors applicatications and design”, Copy right 1994, John Wiley & Sons” PP 386_407.

[4] ประเสริฐ รังสีโสภรณ์, การออกแบบและสร้างโวลท์เตจดิไวเดอร์ขนาด 1000 กิโลโวลท์ วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

[5] ดร.สำรวย สังข์สะอาด, “วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง” แผนกวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, มีนาคม 2536.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องเพื่อแจ้งเตือนเด็กติดอยู่ภายในรถโรงเรียน

Tracking System and Camera Image Detection for Alerts Children Trapped in the School Bus

สุธีรัตน์ เอมอิ่ม[1] ศิรพัชร์ สมพงษ์ [1] นันฐกา บุญชัยศรี[1] ยุทธพิชัย หลีหลาย[1] นพรัตน์ นิลสำราญ[1] และนรรัตน์ วัฒนมงคล[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 E-mail: norrarat@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เราได้นำเสนอระบบติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องเพื่อแจ้งเตือนเด็กติดอยู่ภายในรถโรงเรียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดโอกาสที่เด็กนักเรียนจะถูกลืมไว้ในรถและอาจเกิดการเสียชีวิต รวมถึงการเพิ่มความมั่นใจให้แก่คนขับรถและผู้ปกครองของเด็ก สำหรับระบบที่นำเสนอในที่นี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) ส่วนการตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์รถและแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า 2) ส่วนของกล้องตรวจจับและระบบการแจ้งเตือนหากมีเด็กนักเรียนติดอยู่ภายในรถ และ 3) ระบบติดตามตำแหน่งของรถและตัวเด็ก โดยมีการทดสอบระบบทั้ง 3 ส่วนนี้โดยการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งจริงในรถตู้รับส่งนักเรียน

จากการทดสอบพบว่า ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องที่เหมาะสมที่สุดคือบนเพดานทำมุม 30 องศา ตรงกลางรถด้านหลังคนขับรถ โดยกล้องสามารถตรวจจับภาพเด็กได้ถูกต้องมากกว่า 95% ระบบตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์รถ ระบบแจ้งเตือนด้วยการโทรและส่งข้อความไปยังหมายเลขของผู้ดูแลรับผิดชอบ และระบบแจ้งตำแหน่งของรถรับส่งนักเรียนสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, ระบบการติดตามตำแหน่ง, กล้องไอพี, ราสเบอรี่พาย

Abstract

In this research, we have introduced the tracking system and camera image detection for alerts children trapped in the school bus. The objective is to reduce the chances of a student being forgotten in the car and possibly death, including increased confidence for drivers and parents of children. The system is divided into three parts: 1) the status of the car engine and the power supply. 2) the camera and the alarm system if the child stay inside the car and 3) tracking system of the car and the child. These three systems are tested by deploying the device in the school bus.

From our experiment results, we found that the optimum mounting position is on the ceiling at an angle of 30 degrees in the center of the car behind the driver. The camera can accurately detect the children more than 95% image. The status of the car engine, alert system by dialing and sending a message to the number of the responsible administrator, and the positioning system of the school bus can work properly.

Keywords: Image processing, tracking system, Raspberry-Pi , IP camera

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้มีอุบัติเหตุจากการที่คนขับรถรับส่งนักเรียนลืมเด็กนักเรียนไว้ในรถตู้โรงเรียน ทำให้เด็กขาดอากาศหายใจเป็นสาเหตุทำให้เด็กเสียชีวิต รศ.นพ.อดิศักดิ์ ผลิตผลการพิมพ์ โรงพยาบาลรามาธิบดี [1] ได้กล่าวไว้ว่าปกติร่างกายของคนจะรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส แต่เมื่อติดอยู่ในรถตู้ที่ความร้อนสูง ช่วงแรกร่างกายจะขับความร้อนออกมาในรูปแบบของเหงื่อ แต่เมื่อถึงจุดที่ร่างกายทนไม่ไหว ร่างกายก็จะหยุดทำงาน เกิดภาวะเลือดเป็นกรด หยุดหายใจ และอวัยวะทุกอย่างหยุดทำงาน หากเจอเด็กที่ติดในรถเร็วจะพบในสภาพตัวแดง แต่หากนานเกิน 30 นาทีแล้วเด็กจะตัวซีดและเสียชีวิต และจากข้อมูลของกรมควบคุมโรค [2] ได้ระบุสถิติช่วงระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่พ.ศ. 2555 ถึง 2559 ได้เกิดเหตุการณ์เด็กถูกลืมทิ้งไว้ในรถทั้งหมด 13 เหตุการณ์ โดยเสียชีวิต 6 ราย และช่วยไว้ได้ทัน 7 ราย ซึ่งเด็กที่เสียชีวิตมีอายุระหว่าง 3 – 4 ปี เนื่องจากเด็กเหล่านี้ไม่สามารถขอความช่วยหรือเปิดประตูรถด้วยตัวเองได้ หลายหน่วยงานได้ร่วมกันป้องกันปัญหาเด็กถูกทิ้งไว้ในรถโรงเรียน เช่น กองบัญชาการตำรวจนครบาล ได้จัดทำสติกเกอร์แจกให้ผู้ขับรถรับส่งนักเรียน ผู้ปกครอง เพื่อเตือนให้ระมัดระวังการลืมเด็กไว้ในรถโรงเรียน โดยมีวิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้นคือ คนขับรถรับส่งนักเรียนควรนับจำนวนเด็กก่อนขึ้นและหลังลงจากรถทุกครั้ง ก่อนล็อกประตูควรตรวจดูให้ทั่วรถ เด็กเล็กควรให้นั่งแถวด้านหน้าเพื่อให้คนขับสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย ส่วนเด็กโตให้นั่งเบาะด้านหลัง

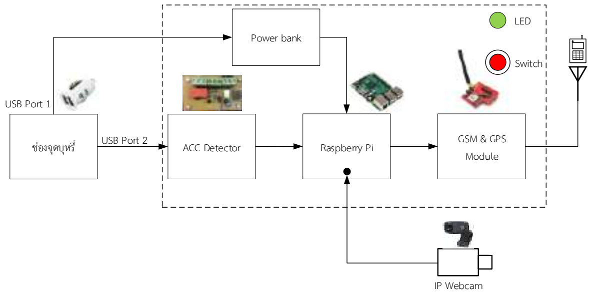
รูปที่ 1 ตัวอย่างเหตุการณ์ที่เด็กถูกลืมทิ้งไว้ภายในรถยนต์

จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอระบบติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องเพื่อแจ้งเตือนเด็กติดอยู่ภายในรถโดรงเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือเด็กนักเรียนที่อาจถูกลืมไว้ในรถโรงเรียนก่อนที่เด็กนักเรียนจะเสียชีวิต โดยระบบนี้จะใช้กล้องตรวจจับการเคลื่อนไหวของเด็กนักเรียนที่ติดอยู่ในรถ ร่วมกับใช้การโทรและส่งข้อความแบบอัตโนมัติไปยังหมายเลขของผู้เกี่ยวข้องกับเด็ก จึงเป็นการสร้างความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัยให้กับทุกฝ่าย

2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

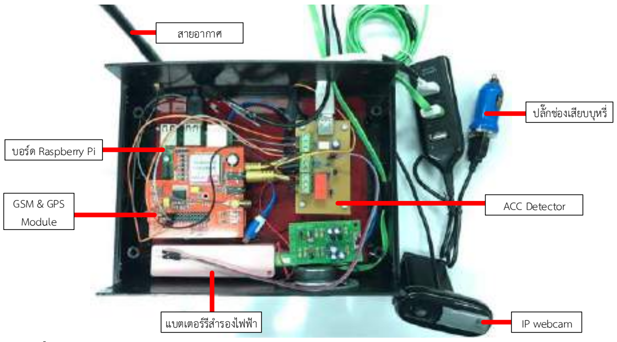
ชุดวงจร ACC detector ซึ่งเป็นพอร์ตแบบยูเอสบีอีกด้านหนึ่งเชื่อมต่อกับช่องจุดบุหรี่เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบและประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่สำรอง (Power bank) บอร์ด Raspberry pi ใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Raspbian ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลางของระบบโดยจะรับสัญญาณจากกล้องไอพี (IP Webcam) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับภาพการเคลื่อนไหวของเด็กนักเรียนที่อยู่ภายในรถโรงเรียนโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ (Image processing) ก่อนส่งต่อไปยังโมดูล GPS /GSM Module เพื่อส่งข้อความสั้น การโทรแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ และการระบุตำแหน่งของรถโรงเรียนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถเข้าช่วยเหลือเด็กได้ทันเวลา โดยรายละเอียดของระบบที่นำเสนอเป็นดังรูปที่ 2



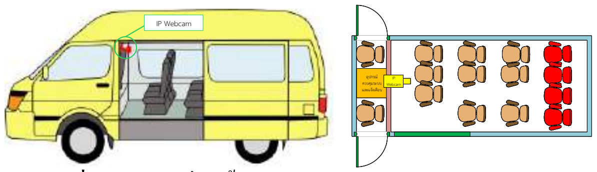
รูปที่ 2 การออกแบบระบบที่นำเสนอ

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องเพื่อแจ้งเตือนเด็กติดอยู่ภายในรถซึ่งถูกประกอบรวมอยู่ภายกล่องเพียงชิ้นเดียว (ดังแสดงในรูปที่ 3) เพื่อให้สะดวกในการติดตั้งและง่ายต่อการใช้งานโดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของรถเลย จากนั้นจึงนำไปอุปกรณ์และกล้องไอพีไปติดตั้งในรถโรงเรียนดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 อุปกรณ์ติดตามและตรวจจับภาพด้วยกล้องภายในกล่องสำเร็จรูป



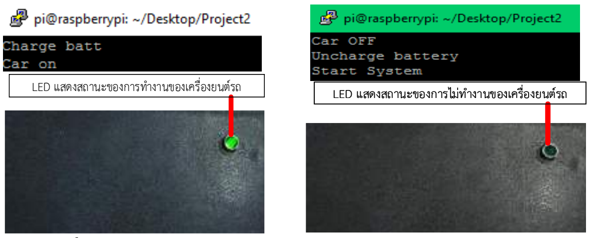
รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์และกล้องไอพีในรถโรงเรียน

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

ในหัวข้อนี้จะอธิบายหีทราบถึงวิธีการทดสอบและผลการทดสอบระบบที่นำเสนอในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

3.1 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ ACC detector

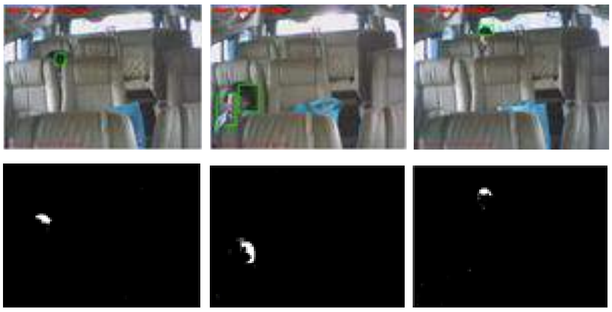
การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ ACC detector เป็นการตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์ของรถรับส่งนักเรียนซึ่งช่วยยืนยันอีกทางหนึ่งว่าคนขับได้หยุดรถแน่นอนแล้วจริงๆ โดยเป็นตัวกำหนดการเริ่มทำงานของระบบทั้งหมด เนื่องจากบางครั้งคนขับติดเครื่องยนต์ไว้แต่ตัวอาจจะแวะซื้อของหรือทำกิจกรรมอื่นๆ เพียงชั่วครู่เท่านั้น กล่าวคือระบบการตรวจจับเด็กนักเรียนจะเริ่มเมื่อมีการดับเครื่องยนต์ไปแล้วเป็นเวลา 5 นาที ผลการทดสอบเมื่อเครื่องยนต์รถทำงานจะแสดงการตอบสนองของโปรแกรมที่หน้าจอ command window ที่ตอบกลับมาว่า “Charged batt” และ “Car on” หมายความว่าเครื่องยนต์รถติดอยู่โดยจะทำการชาร์จประจุเข้าแบตเตอรี่สำรองไฟให้กับชุดอุปกรณ์ และหลอดแอลอีดีสีเขียวด้านหน้ากล่องอุปกรณ์จะติด แต่หากเครื่องยนต์รถไม่ทำงานจะหมายถึงว่าคนขับได้หยุดการใช้รถแน่นอนแล้วที่หน้าจอ command window จะแสดงข้อความขึ้นว่า “Car OFF”, “Uncharged batt” และ “Start System” หมายความว่าเครื่องยนต์รถไม่ทำงาน ดังนั้นแบตเตอรี่สำรองจะทำหน้าที่จ่ายไฟที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าก่อนหน้านี้ไว้ให้กับอุปกรณ์ต่างๆ แทน และไฟแอลอีดีจะดับลง



รูปที่ 5 การตอบสนองของระบบต่อสถานะของเครื่องยนต์รถ

ก) Foreground ข) Background ค) Object

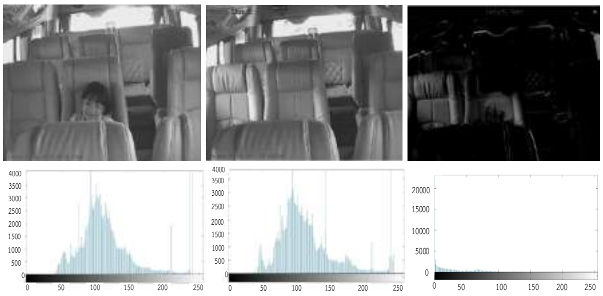
รูปที่ 8 ผลการทดสอบหาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสม



รูปที่ 9 ตัวอย่างภาพที่กล้องสามารถตรวจจับเด็กได้ในตำแหน่งต่างๆ

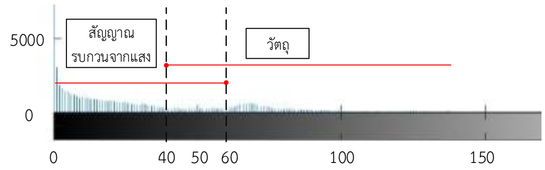
3.2 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ IP Webcam

การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ IP Webcam เนื่องจากในระหว่างการประมวลผลการตรวจจับเด็กภายในรถรับส่งนักเรียนของบอร์ด Raspberry Pi กับ IP Webcam เราจะทราบผลการตรวจจับว่าพบหรือไม่พบเด็กติดอยู่ในรถหรือไม่เท่านั้นโดยจะไม่เห็นการทำงานในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้นจะขออธิบายขั้นตอนการประมวลผลภาพ [3,4] โดยการใช้โปรแกรม MATLAB [5,6] เริ่มต้นจากการหาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมจากกราฟฮิสโทแกรมของภาพวัตถุ ดังรูปที่ 6 โดยมีช่วงของวัตถุอยู่ที่ค่าความสว่างประมาณ 50 ขึ้นไป และค่าความสว่างของสัญญาณรบกวนจากแสงภายนอกอยู่ระหว่าง 0-50 โดยจะใช้ค่าความสว่างของวัตถุและสัญญาณรบกวน ซึ่งจากรูปนี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีช่วงการซ้ำกันอยู่ที่ค่าเทรชโฮลด์ประมาณ 40-60 ดังนั้นจึงมีการใช้ค่าที่อยู่ในช่วงนี้สำหรับใช้งาน ดังรูปที่ 7 จากนั้นจึงเลือกใช้วิธีการหาขอบภาพแคนนี (Canny detection) ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 8 และเมื่อนำอุปกรณ์ไปทดสอบจริงภาพที่ได้จากกล้องกรณีที่มีเด็กนั่งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ บนรถตู้และมีวัตถุอื่นวางไว้อยู่ด้วยได้ผลการตรวจจับ ดังแสดงในรูปที่ 9



ก) Foreground ข) Background ค) Object

รูปที่ 6 การทดสอบหาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมจากกราฟฮิสโทแกรม

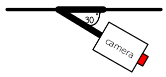
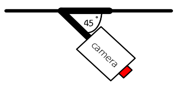


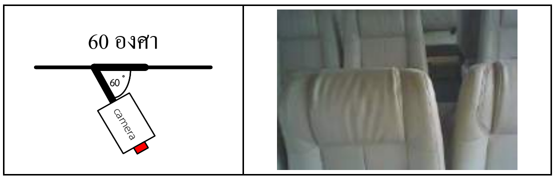
รูปที่ 7 กราฟฮิสโทแกรมแสดงการเลือกค่าเทรชโฮลด์ของวัตถุ

นอกจากนั้นแล้ว ยังได้ทำการทดสอบการหามุมกล้องที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งที่เพดานของรถตู้ โดยเปรียบเทียบมุมกล้อง 30, 45 และ 60 องศา เทียบกับเพดานของรถ ดังตารางที่ 1 จากผลการทดสอบพบว่า กล้องจะต้องทำมุม 30 องศา และควรจะติดตั้งที่ตำแหน่งเพดานหลังคนขับซึ่งจะสามารถมองเห็นภาพเด็กได้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดในรถตู้

อย่างไรก็ตาม เหตุการณ์ที่มีเด็กก้มหลับที่เบาะด้านหลังสุดของตัวรถและเด็กตัวเล็กซึ่งอาจถูกบังโดยเบาะด้านหน้าได้ กล้องจะไม่สามารถตรวจจับภาพได้ แต่ด้วยพฤติกรรมและสัญชาตญาณการเอาตัวรอดของเด็ก ในขณะที่เครื่องยนต์รถดับนั้น อุณหภูมิภายในรถก็จะสูงขึ้นทำให้เด็กต้องมีการขยับตัวบ้าง ซึ่งจะเป็นผลทำให้กล้องสามารถตรวจจับภาพเด็กได้ในที่สุด

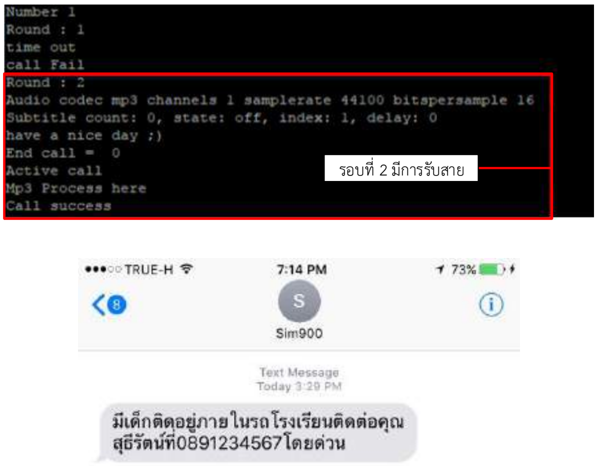
ตารางที่ 1 การทดสอบภาพที่ได้จากมุมตั้งกล้องที่แตกต่างกัน

มุมสำหรับกล้อง	ภาพที่ได้จากกล้อง
30 องศา 	
45 องศา 	



3.3 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ GSM & GPS Module

การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับ SIM900 ในที่นี้ จะใช้สำหรับการโทรไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กนักเรียนที่ติดอยู่บนรถตู้ ซึ่งได้มีการออกแบบระบบให้มีการโทรหาผู้ที่เกี่ยวข้องสามเบอร์ คือ เบอร์ของคนขับรถรับส่งนักเรียนและของคุณครู 2 คน จากผลการทดสอบจะเห็นหน้าจอ command window จะแสดงคำว่า Number 1 นั่นหมายถึงการโทรถึงเบอร์ที่เกี่ยวข้องเบอร์ที่ 1 คือ เบอร์คนขับรถรับส่งนักเรียน ‘Round 1’ หมายความว่ากำลังโทรรอบที่ 1 โดยในกรณีถ้าไม่มีผู้รับสายหรือโทรไม่ติดระบบจะแสดงข้อความว่าว่า “time out” และ “call Fail” ระบบจะทำการโทรซ้ำ ซึ่งกำหนดจำนวนการโทรซ้ำสูงสุดคือ 3 ครั้ง ระบบจึงจะเปลี่ยนการโทรแจ้งเตือนไปยังเบอร์ที่ 2 และ 3 ต่อไปในลักษณะเช่นเดิม ตามลำดับ รวมถึงการส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือนที่บันทึกไว้และข้อความแจ้งเตือนแบบ SMS ด้วย ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การโทรติดตามและการส่งข้อความไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็ก

การอ่านค่าตำแหน่ง GPS จะอ่านจาก packet GPRMC ของดาวเทียม GPS ผ่านพอร์ตยูเอสบี โดยจะทำการแยกแพ็กเกต ออกเป็นตัวแปรต่างๆ คือพิกัดตำแหน่งของรถ วันที่ เวลา และความเร็ว แล้วนำค่าเหล่านี้ส่งไปเก็บยังฐานข้อมูล เพื่อนำมาแสดงบนโปรแกรมประยุกต์ เพื่อแจ้งให้รู้พิกัดของรถแบบเวลาจริง ดังแสดงในรูปที่ 11

รูปที่ 11 ตัวอย่างการแสดงพิกัดแบบเวลาจริงของรถ

4. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาระบบช่วยเหลือเด็กที่ติดอยู่ภายในรถโรงเรียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดโอกาสที่เด็กนักเรียนจะถูกลืมไว้ในรถและอาจเกิดการเสียชีวิต รวมถึงการเพิ่มความมั่นใจให้แก่คนขับรถและผู้ปกครองของเด็ก โดยใช้ระบบการตรวจจับการทำงานของเครื่องยนต์ ใช้กล้องไอพีร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบการติดอยู่ของเด็กนักเรียน โดยกล้องสามารถตรวจจับภาพเด็กได้ถูกต้องมากกว่า 95% พร้อมทั้งมีระบบแจ้งเตือนผู้ที่เกี่ยวข้องโดยการส่งข้อความสั้น การโทรแจ้งเตือนแบบวนซ้ำ และการระบุตำแหน่งของรถที่เกิดเหตุ โดยอุปกรณ์ที่นำเสนอสามารถติดตั้งงานและทำงานแบบอัตโนมัติ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนงบประมาณในการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] อดิศักดิ์ ผลิตผลการพิมพ์. (19 ธันวาคม, 2555). เตือนภัยห้ามทิ้งเด็กไว้ในรถเกิน 30 นาที. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ.
สำนักโรคไม่ติดต่อ/สำนักสื่อสารความเสี่ยงฯ กรมควบคุมโรค, สืบค้นวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2561, จาก http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=82924

[2] Castleman, K.R., Digital Image Processing. Second ed. 1996, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

[3] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. 2001. Digital Image Processing. Second Edition, New Jersey: Prentice Hall.

[4] ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. (2556). การประมวลผลภาพดิจิตอลด้วย MATLAB. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

[5] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล. (2554). การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ

Automatic feed vending machine

ภัสส์กุญช์ ฐิติมหัทธนกุศล[1] ชัยยงค์ เสริมผล[2] ไมตรี พลสงคราม[3] เสกสรร พลศรี[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

เลขที่ 477 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: makyou_sula44@hotmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

เลขที่ 477 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โทรศัพท์ 044-233000

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ ซึ่งมีจำนวนหัวจ่ายทั้งหมด 4 หัวจ่าย สามารถบรรจุอาหารไว้สำหรับจำหน่ายได้ 4 ชนิด ชนิดละ 10 กิโลกรัม และเครื่องสามารถจ่ายอาหารได้ตั้งแต่ 1- 10 กิโลกรัม โดยการทำงานของเครื่องทั้งหมดถูกควบคุมด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเครื่องสามารถรับเหรียญได้ 2 ชนิด คือ เหรียญชนิด 5 บาทและ 10 บาท โดยแสดงชนิดของอาหาร น้ำหนักที่ต้องการ ราคาของอาหารบนจอแสดงผลแอลซีดีได้ รวมถึงมีไฟแสดงสถานะแจ้งเตือนเมื่ออาหารมีไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย จากการทดสอบ พบว่าการทำงานของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติในการจ่ายอาหารของทุกหัวจ่าย มีค่าความผิดพลาดในการจ่ายน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องสามารถใช้งานได้จริง [1-2]

คำสำคัญ : เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์, หลายหัวจ่าย, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ไฟแสดงสถานะ

Abstract

This article describes a design and constructed automatic feed vending machine has four paid head, available for 4 types of food, each type is 10 kg and it can supply food from 0.5 - 10 kg. The Arduino microcontroller is used to control the operation of this machine. The machine can accept two types of coins: 5 baht and 10 baht. The type, desired weight and price of foods are shown in LCD screen. Moreover, it has an alert light when food is not enough for sale. The experimental results have been shown that payouts of all paid heads are erroneous to pay less than 5% that mean our contracted machine can be used in practice.

Keywords: Automatic feed vending machines, Many paid head microcontroller, Alert light.

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้นิยมเลี้ยงสัตว์หลายชนิด ไม่ว่าจะเลี้ยงในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เลี้ยงไว้เพื่อจำหน่าย เลี้ยงไว้ในครัวเรือน หรือแม้แต่เลี้ยงไว้ดูเล่น จึงมีหน่วยงานหรือร้านค้าจำหน่ายอาหารสัตว์เป็นจำนวนมาก โดยแต่ละวันสัตว์จะบริโภคอาหารเป็นปริมาณมาก ทำให้ร้านค้าที่ขายอาหารสัตว์ต้องจ้างพนักงานจำนวนมาก เพื่อให้เพียงพอต่อการขายอาหารสัตว์ โดยจะมีการแบ่งขายอาหารสัตว์เหล่านี้ให้กับเกษตรกรผู้ที่เลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพในครัวเรือนซึ่งมีรายได้น้อย จึงต้องซื้ออาหารเพียงครั้งปริมาณน้อยๆ ซึ่งในการตักอาหารสัตว์ชั่งเป็นกิโลขาย ถ้าผู้ขายตักในปริมาณที่ไม่พอดีกับน้ำหนักที่ต้องการ ซึ่งอาจมีปริมาณอาหารสัตว์ที่มีน้ำหนักมากจนเกินไป ส่งผลให้ผู้ขายไม่ได้กำไร หรือถ้าหากมีปริมาณอาหารสัตว์ที่มีน้ำหนักน้อยไป ทำให้ผู้ซื้อได้ปริมาณอาหารสัตว์ไม่ตรงตามที่ต้องการ [1-2]

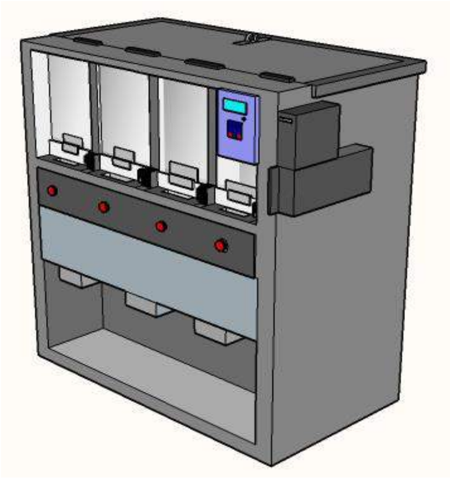
จากปัญหาดังกล่าว จึงได้คิดค้นออกแบบและสร้างพัฒนาเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยมีการควบคุมโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถควบคุมการปล่อยอาหารให้ได้น้ำหนักที่ถูกต้องแม่นยำ และมีการเตือนเมื่อปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อการซื้อ โดยเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ สามารถนำความรู้ในการออกแบบไปพัฒนาต่อไปในอนาคต

2. การออกแบบและการสร้าง

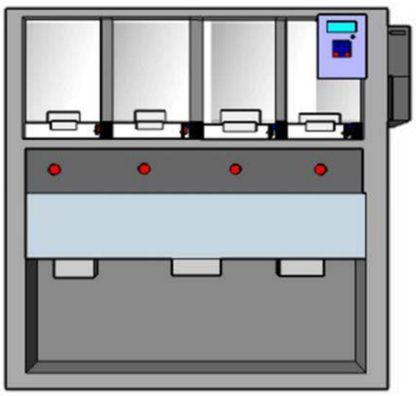
ในการออกแบบเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอร์ฟแวร์ เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุด

2.1 การออกแบบเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

จากดังรูปที่ 1 แสดงแบบจำลองด้านข้างของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ มีขนาด 50×100×150 เซนติเมตร ภายนอกของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์จะมีแผ่นอลูมิเนียม หนา 0.5 มิลลิเมตร หุ้มอยู่ โดยโครงสร้างภายในของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนถังบรรจุอาหารสัตว์ทั้ง 4 ถัง แต่ละถังมีขนาด 23×78 เซนติเมตร คอยบรรจุอาหารถังละ 10 กิโลกรัม และที่เปิด - ปิดถังด้านบนเชื่อมติดอยู่ขนาด 40×100 เซนติเมตร ส่วนที่ 2 ส่วนพื้นที่รอรับอาหาร ขนาด 46×91 เซนติเมตร และท่อปล่อยอาหาร ขนาด 10×10 เซนติเมตร 3 ท่อ และในส่วนสุดท้าย ส่วนหน้าต่างรับคำสั่ง และแสดงผลอยู่บนทางด้านขวา มีขนาด 20×26 เซนติเมตร และรูปที่ 2 แสดงแบบจำลองด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ

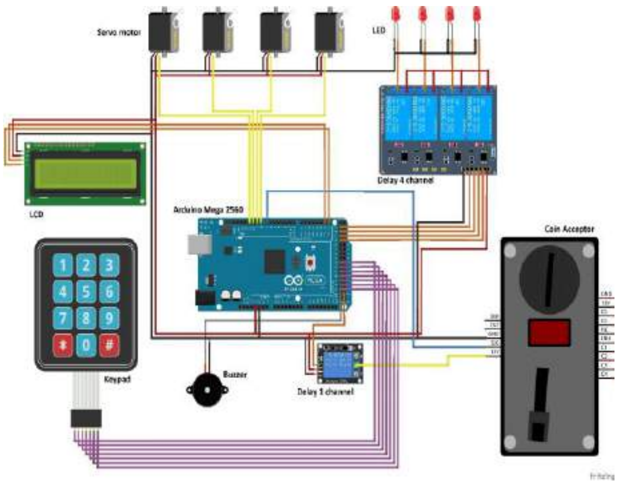


รูปที่ 1 แบบจำลองด้านข้างของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ



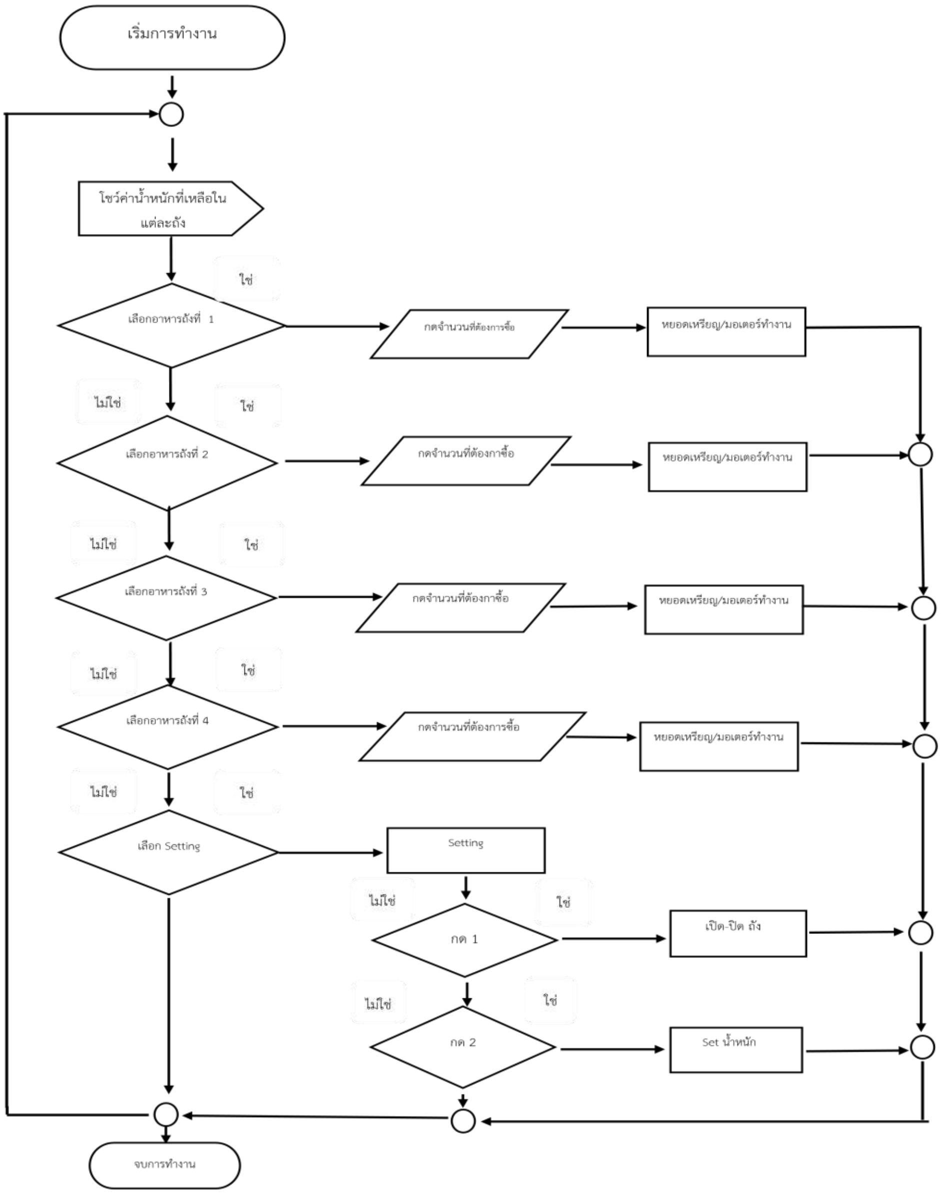
รูปที่ 2 แบบจำลองด้านข้างของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ

เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่คอยรับคำสั่งหรือข้อมูลต่าง ๆ ทั้งระบบ โดยมีการรับค่าจากปุ่มกดเพื่อนำมาประมวลผล และสั่งการทำงานไปยังเครื่องรับเหรียญ ซึ่งมีมอเตอร์ 4 ชุดในการจ่ายอาหารและยังคอยควบคุมการเปิด – ปิดไฟ เพื่อแสดงสถานะ พร้อมทั้งแสดงสถานะการทำงานผ่านบนจอ LCD วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ ดังรูปที่ 3 ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการกด Keypad ขนาด 4×3 ที่ถูกต่อเข้ากับขาดิจิตอล 38, 40, 42, 44, 46, 48 และ 50 ของ Port Arduino ทำหน้าที่ในการรับค่าต่าง ๆ เพื่อส่งไปยังตัวประมวลผล จากนั้น หน้าจอแสดงสถานการณ์ทำงานต่าง ๆ ของระบบ โดยจอ LCD ขนาด 20×4 แบบ I2C ถูกต่อเข้ากับ ขา SDA SCL เพื่อแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ส่วนเครื่องรับเหรียญคอยรับค่าจากเหรียญที่หยอด โดยขาสัญญาณถูกต่อเข้ากับขา 7 เป็นขาอินพุต พร้อมกับ รีเลย์1 Channel ที่คอยควบคุมการทำงานของเครื่องรับเหรียญ สัญญาณของรีเลย์ 1 channel ถูกต่อเข้าขา 53 เพื่อทำหน้าที่รับค่าของเหรียญที่ถูกหยอดเข้ามา ส่งไปยังหน่วยประมวลผล Arduino Mega 2560 เพื่อแสดงจำนวนเงินผ่านทางจอ LCD ต่อจากนั้น เซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวถูกต่อเข้ากับขา PWM ที่ขา 8, 9, 10 และ 11 ซึ่งคอยรับข้อมูลจากหน่วยประมวลผลเพื่อทำหน้าที่เปิด – ปิดช่องจ่ายอาหาร และรีเลย์ 4 Channel คอยรับค่าจากหน่วยประมวลผลทำหน้าที่สั่งเปิด - ปิดการทำงานของไฟแสดงสถานะ โดยขาสัญญาณของดีเลย์ทั้ง 4 Channel ถูกต่อเข้ากับ ขา digital 22, 24, 26 และ 28 พร้อมกับ Buzzer เสียงเตือนที่ต่อเข้ากับขา 52 เป็นขาเอาต์พุต คอยแสดงไฟสถานะเมื่อมีอาหารไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย และจะมีเสียงเตือนเมื่อระบบเกิดการผิดพลาด เป็นการเสร็จสิ้นการทำงานของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ [3-7]



รูปที่ 3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ

2.2 การออกแบบซอฟแวร์เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ



รูปที่ 4 แผนผังการทำงานเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ

จากรูปที่ 4 แสดงแผนผังการทำงานเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง โปรแกรมจะทำงานโดยรับค่าการกด Keypad แสดงน้ำหนักที่มีในแต่ละถัง โดยในเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ แบ่งออกเป็น 4 ถัง คือ ถังอาหารปลา ถังอาหารหมู ถังอาหารไก่ และถังอาหารนก

2.3 การทดลองและผลการทดลอง

โดยนำแบบจำลองของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ ที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างดังรูปที่ 5 แสดงเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติใช้งานจริง โดยทำการทดลองเตรียมอาหารสัตว์ตัวอย่าง 4 ชนิด คือ อาหารปลา อาหารหมู อาหารไก่ และอาหารนก เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพและความแม่นยำ ในการจ่ายอาหารของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยการทดสอบความแม่นยำในการจ่ายอาหารของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ สามารถปล่อยอาหารตั้งแต่ 1 - 10 กิโลกรัม

เพิ่มขึ้นทีละ 5 กิโลกรัม จะทดสอบการปล่อย 5ครั้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ซึ่งได้ทำการชั่งน้ำหนักจากเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลที่แสดงน้ำหนักค่อนข้างละเอียด จึงทำให้พบค่าความคลาดเคลื่อน หากเปรียบเทียบกับเครื่องชั่งน้ำหนักแบบเข็มที่ร้านขายอาหารสัตว์ทั่วไปนิยมใช้แล้วนั้น จะเห็นได้ว่าเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติสามารถปล่อยอาหารได้ปริมาณใกล้เคียงกับที่ผู้ซื้อต้องการ

รูปที่ 5 เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติใช้งานจริง

ตารางที่ 1 การทดสอบเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยทดสอบการจ่ายอาหารของถังที่1-4 ตั้งแต่ 1- 10 กิโลกรัม

ถังที่	น้ำหนัก	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	%ค่าความผิดพลาด
1	1กก.	1.026	1.023	1.065	1.041	1.039	1.038	3
2		1.026	1.023	1.065	1.041	1.010	1.033	3.3
3		1.040	1.056	1.054	1.053	1.032	1.047	4.7
4		1.046	1.023	1.023	1.028	1.025	1.029	2.9
1	5กก.	5.053	5.067	5.058	5.116	5.065	5.071	1.436
2		5.117	5.045	5.102	5.142	5.059	5.093	1.86
3		5.085	5.024	5.163	5.079	5.144	5.099	1.86
4		5.073	5.045	5.080	5.080	5.087	5.073	1.98
1	10กก.	10.074	10.070	10.075	10.095	10.073	10.077	0.774
2		10.147	10.160	10.155	10.166	10.132	10.152	1.52
3		10.089	10.070	10.105	10.088	10.108	10.092	1.84
4		10.053	10.103	10.139	10.148	10.057	10.10	2

3. สรุป

การออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ ซึ่งมีจำนวนหัวจ่ายทั้งหมด 4 หัวจ่าย เมื่อได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติแล้วนั้น พบว่า เครื่องมีประสิทธิภาพค่อนข้างดี สามารถจ่ายอาหารได้ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่ต้องการ โดยมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถสร้างเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติได้จริง มีการบรรจุอาหารได้ 4 ชนิด ชนิดละ 10 กิโลกรัม และมีไฟแสดงสถานะเมื่ออาหารไม่เพียงพอ ภายในเครื่องมีการป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหาร สามารถทำความสะอาดได้สะดวก และใช้งานง่าย ซึ่งนำเครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ ไปใช้งานจริงที่ร้านอาหารสัตว์ จังหวัดนครราชสีมา โดยมีแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ได้รับการบริการ “เครื่องจำหน่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติ”จำนวน 10 ชุด พบว่า ผู้ที่ได้รับบริการนั้นมีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.94 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 98.89

เอกสารอ้างอิง

[1] นายวิษณุ กว้างจิตต์อารีย์และนายสมยศ สามงามโพธิ์, เครื่องขายน้ำอัตโนมัติ, ปริญญานิพนธ์ (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2557.

[2] นายเพื่อชาติ สุขเรือน, เครื่องจ่ายข้าวสารสามหัวจ่ายแบบหยอดเหรียญ, รายงานการวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2555.

[3] ARDUINO, ARDUINO MEGA 2560 REV3 (Online), 2560. Available: https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3 (13 ตุลาคม 2560).

[4] W11STOP, Arduino Mega 2560 (with cable) (Online), 2559. Available: http://www.w11stop.com/arduino-mega-2560 (13 ตุลาคม 2560).

[5] Lucky slot machine, ชุดหยอดเหรียญ แบบหน่วยความจำ รุ่น S-560 Lucky (Online), 2560. Available:http://www.lazada.co.th/s-560-lucky-6934828.html?spm=a2o4l.seller-25269.0.0.UIl3tc&ff=1&sc=KbVi&mp=1&rs=25269 (20 กันยายน 2560).

[6] Allicano', เซอร์โวมอเตอร์ (Online), 2559. Available: http://chanaphinp.blogspot.com/ (10 กรกฎาคม 2560).

[7] SPI Group, INSULATION (Online), 2556. Available: http://www.supremeplastic.co.th/product.php?id=3 (16 กันยายน 2560).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ

Semi- automatic machine for counting pills

ไมตรี พลสงคราม[1] ภัสส์กุญช์ ฐิติมหัทธนกุศล[2] วัชรพล นาคทอง[2] ปิยดนัย บุญไมตรี[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

เลขที่ 477 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: polsongkrammm@gmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

เลขที่ 477 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โทรศัพท์ 044-233000 E-mail: makyou_sula44@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ การศึกษาการออกแบบและสร้างโมเดลเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเครื่องจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์เพื่อตรวจสอบเม็ดยา เพื่อทำการนับจำนวนเม็ดยา โดยเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ มีกลไกเลือกนับเม็ดยาแบบชุดและเลือกนับเม็ดยาแบบต่อเนื่อง สามารถนับเม็ดยาพาราเซตามอล ยาแก้ปวดเกร็งกล้ามเนื้อ ยาลดอาการปวดตามข้อ และยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งมีกลไกในการนับเม็ดยา 2 แบบ คือแบบกำหนดเองและแบบต่อเนื่อง ครั้งละไม่เกิน 100 เม็ด จากผลของการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ พบว่า สามารถนับเม็ดยาแต่ละชนิดครั้งละ 100 เม็ด โดยสามารถนับเม็ดยาพาราเซตามอล ที่เวลาเฉลี่ย 62 วินาที นับเม็ดยาแก้ปวดเกร็งกล้ามเนื้อที่เวลาเฉลี่ย 58 วินาที นับเม็ดยาลดอาการปวดตามข้อ ที่เวลาเฉลี่ย 62 วินาที นับเม็ดยาลดกรดในกระเพาะอาหาร เวลาเฉลี่ย 58 วินาที ซึ่งใช้เวลานับเม็ดยาเร็วกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องนับจำนวนเม็ดยาที่มีอยู่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติสะดวกและรวดเร็วในการทำงานและสามารถใช้งานได้ถูกต้อง 99.9% จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับใช้ในคลีนิคหรือโรงพยาบาล

คำสำคัญ: เม็ดยา, เครื่องนับ, อินฟาเรด, มอเตอร์, กึ่งอัตโนมัติ

Abstract

The aim of this article is to study and development of Micro-controller Semi-automatic machine for counting pills. The machine have medicine tablet sensor for detecting and counting the medicine tablet. It have two modes of medicine tablet counting; set counting mode and continuous counting mode. Paracetamol, muscle pain reliever and stomach acid tablets can be counted. The number of medicine tablet for each of counting time can be prescribed on the machine or let it counts for 100 tablets in a time. The results of testing revealed that the machine can count 100 paracetamol tablets within 62 sec. For counting of 100 muscle pain reliever tablets the machine takes time for 58 sec and for counting of 100 stomach acid tablets the machine takes time for 62 sec. When compared with the machine counting medicine tablet that using in the market, it is faster than another one. The Micro-controller Semi-automatic machine for counting pills gives accuracy for 99.9 %. It is very convenience to use in clinic or in the hospital.

Keywords: Pills, Sensor, Motor, Machine, Microcontroller

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงมากขึ้น อีกทั้งยังมีการแข่งขันในด้านเทคโนโลยี เพื่อช่วยตอบสนองความต้องการ และอำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์ ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์อัตโนมัติ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน สถานประกอบการ โรงเรียน โรงพยาบาล ต่างๆ ซึ่งต้องเผชิญอยู่กับ การต้องจ่ายเงินจำนวนมากในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้จากต่างประเทศ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาและผลิตเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกเหล่านี้ ภายในประเทศเพื่อลดปัญหาการขาดดุลการค้า ซึ่งสภาวะปัจจุบันความต้องการในการเข้ารักษาตัวของผู้ป่วยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทางโรงพยาบาลหรือคลินิกมีความจำเป็นต้องจ่ายยาตามความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้บุคลากรต้องทำงานหนักเกิดการล่าช้าในการจ่ายยาให้กับผู้ป่วย ส่งผลให้ไม่ทันต่อความต้องการของผู้ป่วยที่มาใช้บริการ [1]

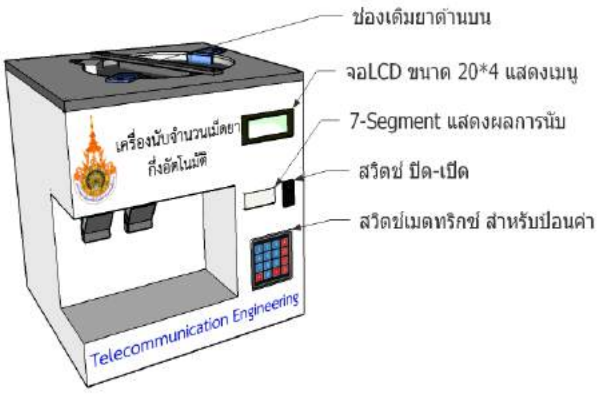
จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาในการจ่ายยาให้กับผู้ป่วย โดยออกแบบให้เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติสามารถเลือกโหมดการทำงานนับเม็ดยาแบบชุด และเลือกนับเม็ดยาแบบต่อเนื่อง สามารถตั้งค่าจำนวนเม็ดยาที่ต้องการนับตามความต้องการ

นอกจากนี้ยังมีระบบการตรวจนับเม็ดยาด้วยเซนเซอร์ และประมวลผลด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแสดงจำนวนเม็ดยาที่นับได้ด้วยหน้าจอ LCD ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็วในการนับเม็ดยา สามารถนับเม็ดยาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น[2-3]

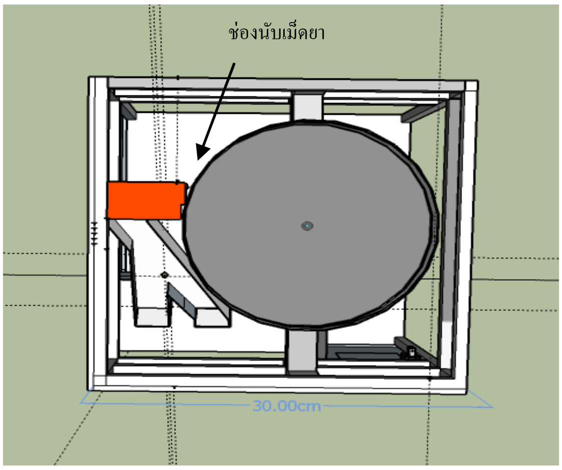
2. การออกแบบและการสร้าง

2.1 การออกแบบฮาร์แวร์

สำหรับการออกแบบเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ ได้ออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการใช้งาน การทำความสะอาด และคำนึงถึงความสะดวกต่อการจัดเก็บรักษา ดังรูปที่ 1 จะออกแบบให้มีถาดหมุน โดยใช้วัสดุสแตนเลสเกรดออสเตนิติก (Austenitic) ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร นอกจากนี้ตัวเครื่องมีสวิตซ์ปิดเปิดเครื่อง สวิตซ์เมทริกซ์เพื่อทำการเลือกโหมดการนับเม็ดยา ตั้งค่าจำนวนเม็ดยาที่ต้องการนับ และแสดงผลจากการนับจำนวนเม็ดยาที่ด้วยหน้าจอ LCD โดยโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมนี้ง่ายต่อการออกแบบและสามารถจัดการสัดส่วนพื้นที่การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย อีกทั้งยังง่ายต่อการใช้งาน ส่วนในรูปที่ 2 แสดงแบบจำลองโครงสร้างด้านบน ของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ เพื่อใช้หมุนเม็ดยาให้เม็ดยาไหลลงช่องนับเม็ดยา ถาดหมุนยามีรัศมีของถาด 14 เซนติเมตรบ [4-7]

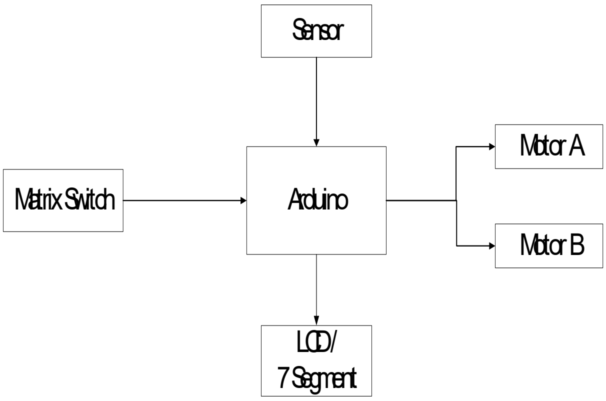


รูปที่ 1 แบบจำลองเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ



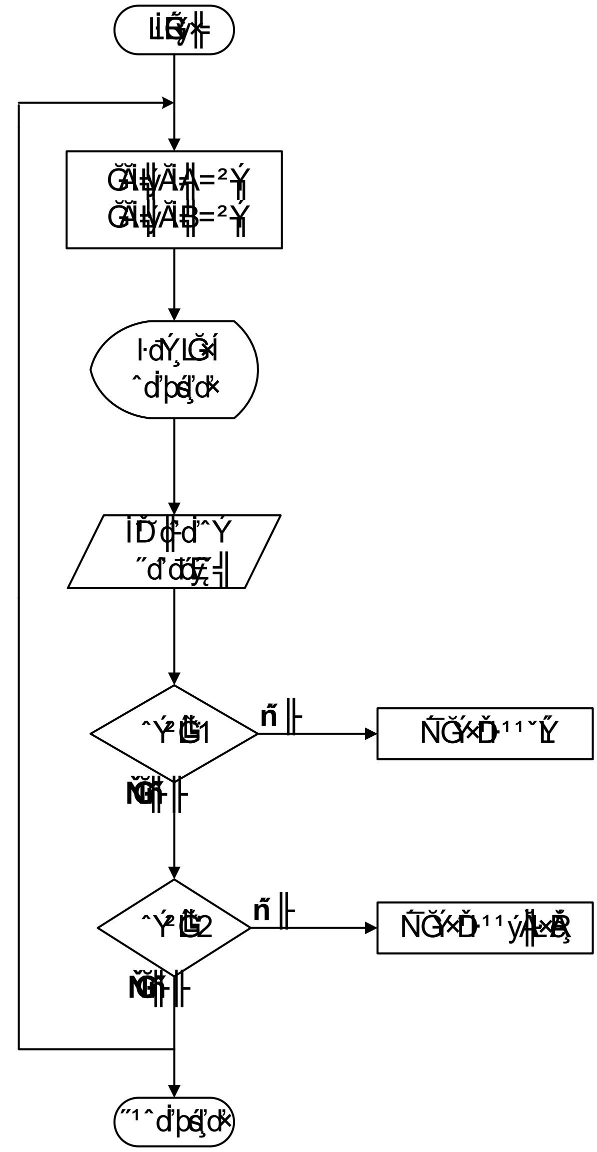
รูปที่ 2 แบบจำลองโครงสร้างด้านบนของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ Mega 2560 เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ เมื่อเปิดสวิตซ์ที่เครื่อง และนำเม็ดยาใส่ลงบนถาดนับยา ต่อจากนั้นจะทำการเลือกโหมดการนับเม็ดยาตามที่ต้องการ โดยสามารถป้อนค่าเม็ดยาจากสวิตซ์เมตทริกซ์ ด้วยวิธีการกดเลือกจำนวนที่ต้องการต่อจากนั้น Motor A จะหมุนเม็ดยาในถาดให้ไหลลงช่องยา โดยผ่านเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจนับจำนวนเม็ดยา นอกจากนี้มีช่องจ่ายยาจำนวนสองช่อง ซึ่งในกรณีที่เลือกโหมดการทำงานนับเม็ดยาแบบชุด Motor B จะทำหน้าที่สลับช่องจ่ายยา เมื่อครบตามจำนวนเม็ดต่อชุดจะแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมของระบบเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ

2.2 การออกแบบซอฟแวร์



รูปที่ 4 โฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

ในส่วนของการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกเขียนลงบนโปรแกรมคำสั่งเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 4 โฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรม ของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ เมื่อมีการเปิดเครื่อง จะแสดงข้อความโหมดการทำงานให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน โดยการกดสวิตซ์แมทริกซ์เลือกโหมด โดยถ้ากดปุ่ม A จะเข้าสู่โหมดนับยาแบบชุด กดปุ่ม B จะเข้าสู่โหมดนับยาแบบต่อเนื่อง ถ้าเลือกในโหมดการทำงานแบบนับเม็ดยาแบบชุด (โหมด A) จะแสดงแถบเมนู Packet (จำนวนแพ็กเกจ) บนหน้าจอ LCD และ Num per Packet (จำนวนเม็ดต่อแพ็กเกจ) โดยการกดสวิตซ์แมทริกซ์ เพื่อระบุจำนวนชุดยาและจำนวนเม็ดยาต่อชุด กด D เพื่อเริ่มการทำงาน เครื่องจะทำงานจนกระทั่งเครื่องนับจจำนวนเม็ดยาเท่ากับจำนวนแพ็กเกจ เครื่องก็จะหยุดการทำงานแต่ถ้าเลือกโหมดนับเม็ดยาแบบต่อเนื่อง (โหมด B) คือ เมื่อมีการเลือกการทำงานของโหมด B จะแสดงแถบเมนู Counter (การนับ) บนหน้าจอ LCD แล้วทำการกด D เพื่อเริ่มการทำงาน จนกระทั่งนับจำนวนเม็ดยาเสร็จเครื่องก็จะหยุดการทำงาน

3. การทดลองและผลการทดลอง

จากรูปที่ 5 แสดงเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติใช้งานจริง ซึ่งนำมาทดลองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ โดยออกแบบสร้างขึ้นมาใช้นับตัวอย่างเม็ดยา 4 ชนิด คือ ยาพาราเซตามอล มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร มีความหนา 5 มิลลิเมตร ยาแก้ปวดเกร็งกล้ามเนื้อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร มีความหนา 4 มิลลิเมตร ยาลดอาการปวดตามข้อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร มีความหนา 4 มิลลิเมตร และยาลดกรดในกระเพาะอาหาร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มิลลิเมตร มีความหนา 4 มิลลิเมตร เป็นยาที่ใช้มากในผู้ป่วย [1],[8]

(ก) ด้านหน้า (ข) ด้านบน

รูปที่ 5 เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติใช้งานจริง

จากผลการทดลองพบว่า ในตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบนับเม็ดยาจากการติดตั้งเซนเซอร์ โดยให้เครื่องนับเม็ดยาครั้งละ 100 เม็ด จำนวน 5 ครั้ง ปรากฏว่าสามารถนับเม็ดยาลดกรดในกระเพาะอาหารโดยเฉลี่ยได้ 99.6 เม็ด ซึ่งคิดเป็นค่าความถูกต้องในการนับ 99.6% ส่วนนับยาพาราเซตามอล ยาแก้ปวดเกร็งกล้ามเนื้อ และยาลดปวดตามข้อ สามารถนับโดยเฉลี่ยได้ 100 เม็ด ค่าความถูกต้องในการนับ 100% จึงสามารถนำการทดลองการติดตั้งเซนเซอร์นี้ ใช้ในการนับจำนวนเม็ดยาได้จริง

นอกจากนี้ยังมีการทดลองเปรียบเทียบการนับโดยใช้บุคคลนับและใช้เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ พบว่าใช้บุคคลนับได้เวลา

เฉลี่ย 88 วินาที ใช้เครื่องนับได้เวลาเฉลี่ย 60 วินาที ซึ่งเครื่องนับจำนวนเม็ดยาที่สร้างขึ้นนี้มีความเร็วนการนับจำนวนเม็ดยาได้เร็วกว่า และช่วยอำนวยความสะดวกในการจ่ายยาให้กับผู้ป่วย

ตารางที่ 1 การทดลองการนับเม็ดยาจากการติดตั้งเซนต์เซอร์

ชนิดยาและขนาดประตู	จำนวนเม็ดยาที่สามารถนับได้					เฉลี่ย
	จำนวนครั้ง					
	1	2	3	4	5	
ยาพาราเซตามอล ขนาดประตู 12x8 มม.	100	100	100	100	100	100
ยาแก้ปวดเกร็งกล้ามเนื้อ ขนาดประตู 10x8 มม.	100	100	100	100	100	100
ยาลดอาการปวดตามข้อ ขนาดประตู 13x8มม.	100	100	100	100	100	100
ยาลดกรดในกระเพาะอาหาร ขนาดประตู 11x8 มม.	100	100	100	98	100	99.6

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการนับโดยใช้บุคคลนับและใช้เครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ

ครั้งที่	ลักษณะการนับ	จำนวนเม็ดยาที่สามารถนับได้					เวลาเฉลี่ย วินาที
		จำนวนครั้ง					
		1	2	3	4	5	
ยาพาราเซตามอล	บุคคลนับ	100	100	100	100	100	86
	เครื่องนับ	100	100	100	100	100	62
ยาแก้ปวดเกร็งล้ามเนื้อ	บุคคลนับ	100	100	100	100	100	98
	เครื่องนับ	100	100	100	100	100	58
ยาแก้ปวดตามข้อ	บุคคลนับ	100	100	100	100	100	70
	เครื่องนับ	100	100	100	100	100	62
ยาลดกรดในกระเพราะอาหาร	บุคคลนับ	100	100	100	100	100	98
	เครื่องนับ	100	100	100	98	100	58
			เวลาเฉลี่ยบุคคลนับ				88
			เวลาเฉลี่ยเครื่องนับ				60

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการออกแบบสร้าง และทดลองใช้งานเครื่องนับจำนวนเม็ดยากึ่งอัตโนมัติ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องและมีเซนเซอร์สำหรับตรวจนับจำนวนเม็ดยา พบว่าเครื่องมีความแม่นยำในการตรวจนับจำนวนเม็ดยา 99.6 % นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบการนับโดยใช้บุคคลนับ เวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมด 88 วินาที ส่วนเครื่องมีเวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมด 60 วินาที ซึ่งมีความเร็วกว่าใช้บุคคลคลากรของศูนย์ชุมชนจอหอนับ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องนับจำนวนเม็ดยาในคลินิกหรือโรงพยาบาล มีราคาถูก และมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เหมาะกับการใช้งานเป็นอย่างยิ่ง

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่างๆ เสมอมา และศูนย์ชุมชนสุขภาพจอหอ นครราชสีมา ที่ให้ข้อมูลและเก็บผลการทดลองทุกขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์ชุมชนสุขภาพจอหอ จังหวัดนครราชสีมา

[2] พิทักษ์ สถิตวรรธนะ และคณะ,**เครื่องนับเม็ดยาต้นแบบ**, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2555.

[3] ณัฐพล มาเกาะ,อิทธิพล แก้วฟ้า และ มานะ ทะนะอัน,**เครื่องนับเม็ดยารุ่น 2**, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา,2558.

[4] บริษัทสุพรีมไลน์ จำกัด, **โฟโต้เซ็นเซอร์** (Online), Available: http://www.โฟโต้สวิตซ์.net

[5] Thai Easy Elec,**RCServo Motor** (Online), Available:http:// www.thaieasyelec.com

[6] Thai Stainless Steel, **สแตนเลส**(Online), Available:http:// www.tssda.org

[7] คลินกเด็กดอทคอม,**การเก็บรักษายา**, (Online) Available:http:// www.clinicdek.com

[8] ครูอุษา ภัติศิริ, **หลักการใช้ยาให้ถูกต้อง**(Online), Avaible:http://trangis.com/kruuza/1_3.html

[8] คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, **ฐานข้อมูลการพิสูจน์เอกลักษณ์ยา** (Online),Available:http://www.phar.ubu.ac.th/drugiden

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบการแจ้งเตือนระดับน้ำมันหล่อเย็นของเครื่องจักรกลอัตโนมัติผ่านข้อความไลน์

Coolant system level alert of the automatic machine through line message

จตุพร ใจดำรงค์[1*] พิชญา พิศสุวรรณ์[2] และ โกวิทย์ สืบสาย[3]

[1,2]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 081-3119507 E-mail: jatuporn1974@gmail.com

[3]บริษัท เค ซี อินโฟเทค จำกัด

3/103 หมู่ 3 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 092-6162596 E-mail: kowit.ks@gmail.com

)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอนวัตกรรมการแจ้งเตือนค่าระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องจักรกลอัตโนมัติและส่งค่าผ่านข้อความไลน์ เพื่อให้มีช่วงระยะเวลาในการเตรียมการเพิ่มเติมปริมาณน้ำมันหล่อเย็น การวัดระดับน้ำหล่อเย็นโดยประยุกต์ใช้โมดูลอัลตราโซนิก HC-SR04 และโปรแกรมอาดูโน การพัฒนาระบบแจ้งเตือนส่งข้อความผ่านระบบโปรแกรม Line Messenger โดยการนำ ESP8266 / ESP8285 มาทำการเชื่อมต่อ WiFi และส่งข้อมูลไปที่ Line ของผู้ใช้ ผ่านทาง API ที่ทาง LINE ได้จัดทำไว้ คือ LINE Notify ผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแจ้งค่าระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังได้ โดยค่าเฉลี่ยของระยะห่างในการวัดระดับน้ำหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องซีเอ็นซีสำหรับระยะทางที่เกิดขึ้นจริงและระยะทางที่วัดด้วยโมดูลอัลตราโซนิกพบว่าทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: ระดับน้ำหล่อเย็น, บอร์ดอาดูโน, โมดูลอัลตราโซนิก, ซีเอ็นซี

Abstract

This research offers innovative fluid level alarms in automated machine storage tanks and transmission via line flow. In order to have more time to prepare the amount of coolant. Coolant level measurement by applying the ultrasonic module HC-SR04 and the Arduino program. Developed messaging system through the program Line Messenger by the ESP8266 / ESP8285 to connect to WiFi and send the data to the line of the user through the LINE API is LINE Notify. The results show that the developed system can inform the level of coolant in the tank. The average distance of the coolant in the cistern for the actual distance and the distance measured by the ultrasonic module were not significantly different. At a significant level of 0.05.

Keywords: Coolant level, Arduino board, Ultrasonic module, CNC

1. บทนำ

ปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนหรือชิ้นงานด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติซึ่งควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยให้การทำงานมีความถูกต้องแม่นยำ รวดเร็วและยังช่วยลดความผิดพลาดในกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากคนงานอีกด้วย การทำงานกับเครื่องซีเอ็นซีซึ่งเป็นการตัดเฉือนชิ้นงานด้วยเครื่องมือตัดที่มีลักษณะแตกต่างกัน ในระหว่างที่มีการตัดเฉือนด้วยเครื่องมือตัดจะเกิดความร้อนและแรงเสียดทานขึ้นระหว่างชิ้นงานและเครื่องมือตัด ซึ่งจะส่งผลต่ออายุการทำงานของเครื่องมือตัด ดังนั้นเพื่อเพิ่มอายุการทำงานของเครื่องมือตัดจึงจำเป็นต้องใช้สารหล่อเย็นที่ช่วยในการหล่อลื่นและลดแรงเสียดทานของการตัดเฉือน

การหยุดการทำงานของเครื่องจักรกลอัตโนมัติเนื่องจากน้ำมันหล่อเย็นหมดหรืออยู่ในระดับต่ำจนไม่สามารถทำงานได้นับได้ว่าเป็นสาเหตุหนึ่งซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการทำงานซึ่งส่งผลต่อความสูญเปล่าด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการรอคอยการจัดเตรียมน้ำหล่อเย็นเพื่อเพิ่มเติมลงในถังเก็บของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเนื่องจากไม่ได้ทำงานในระหว่างการรอคอย

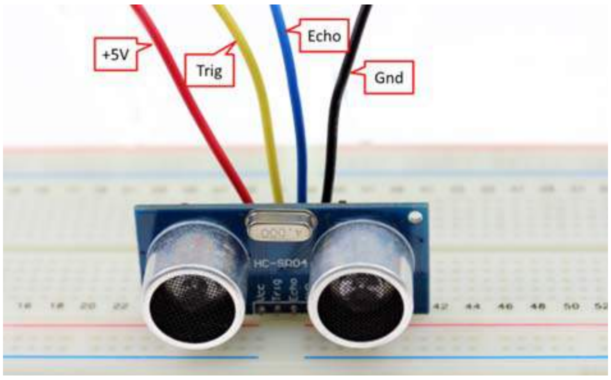
การวัดระยะห่างของอุปกรณ์กับพื้นผิวน้ำหล่อเย็นในถังเก็บด้วยโมดูลเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกเป็นการส่งสัญญาณคลื่นเสียงความถี่สูงแล้วนำมาคำนวณหาค่าระดับความลึกของน้ำหล่อเย็นในถังเก็บ แล้วทำการแจ้งเตือนระดับของน้ำหล่อเย็นทางข้อมูลไลน์ของโทรศัพท์มือถือซึ่งจะช่วยให้ผู้ควบคุมหรืออำนวยการในการทำงานทราบข้อมูลได้อย่างเป็นปัจจุบันและทันท่วงทีถึงระดับของน้ำหล่อเย็นในถังเก็บที่เหมาะสมจะช่วยให้มีการจัดเตรียมปริมาณน้ำหล่อเย็นเพื่อเพิ่มลงในถังเก็บ

งานวิจัยนี้ขอนำเสนอการประยุกต์ใช้ชุดโมดูลอัลตราโซนิกเพื่อตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องจักรกลอัตโนมัติและแจ้งข้อมูลผ่านระบบไลน์ เพื่อลดเวลาสูญเปล่าในการทำงานเนื่องจากน้ำหล่อเย็นมีปริมาณไม่เพียงพอ หัวข้อที่ 2 จะอธิบายหลักการทำงานของการวัดระดับด้วยโมดูลอัลตราโซนิก และบอร์ดอาดูโน (Arduino board) อธิบายการทดลองและผลของการวัดระดับน้ำมันหล่อเย็นในหัวข้อที่ 3 และสรุปผลการวิจัยในหัวข้อที่ 4

2. หลักการทำงาน

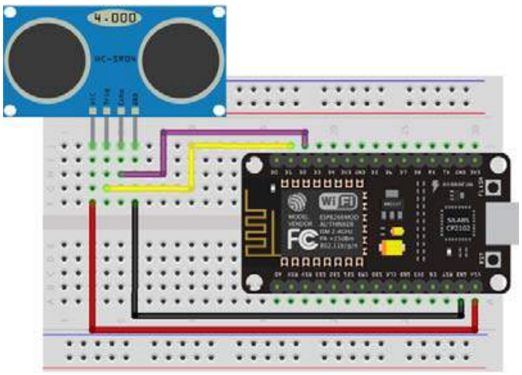
การทำงานของโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิกเพื่อวัดระยะห่าง โมดูลนี้มีจุดต่อใช้งานทั้งหมด 4 จุด ซึ่งใช้งานกับบอร์ด NodeMCU การทดลองสามารถต่อวงจรอย่างง่ายได้โดยใช้โปรโตบอร์ดและสายไฟต่อวงจรตามรูปที่ 1 ทั้งนี้การตรวจสอบคุณสมบัติพอร์ตของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์จากดาต้าชีท [1] พบว่าสามารถทนระดับแรงดันลอจิก High (5V) ได้ โดยมีลักษณะขาการทำงานดังนี้

1. ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5V
2. ขา Trig เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 40KHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง
3. ขา Echo เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง
4. ขา GND สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดันและสัญญาณ



รูปที่ 1 การต่อใช้งานโมดูลอัลตราโซนิก HC-SR04 [2]

การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์เพื่อวัดระยะห่างของวัตถุหรือพื้นผิวที่สนใจ โดยการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ได้แล้วนำมาคำนวณเป็นหน่วยมิลลิเมตร ส่งไปแสดงผลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ การต่อกับ NodeMCU จะจ่ายไฟเข้า USB Port แล้วใช้ Vin และ GND จ่ายไฟให้ตัว Ultrasonic Sensor ดังรูปที่ 2 จากนั้นให้ใส่โปรแกรมพร้อม Upload ไปยัง NodeMCU โปรแกรมนี้ได้สร้างสัญญาณ Trig ความกว้าง 1 ms ความถี่ 27 Hz ออกทางขา PB7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ บล็อก PWM Capture ใช้สำหรับตรวจวัดความกว้างสัญญาณ Echo ที่เข้ามาทางขา PB6 และส่งข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วย ความกว้างของสัญญาณ Echo, เปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิลของสัญญาณ Echo และความถี่ของสัญญาณ Trig ไปแสดงที่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านระบบโปรแกรม Line Messenger



รูปที่ 2 การต่อใช้งานโมดูลอัลตราโซนิกกับบอร์ดทดลอง NodeMCU [3]

การส่งข้อความผ่านระบบโปรแกรม Line Messenger โดยการนำ ESP8266 / ESP8285 มาทำการเชื่อมต่อ WiFi และส่งข้อมูลไปที่ Line ของผู้ใช้ ผ่านทาง API ที่ทาง LINE ได้จัดทำไว้ คือ LINE Notify ซึ่งเป็นบริการของทาง LINE เป็นบริการและช่องทางที่ถูกต้อง สามารถส่งข้อความ การแจ้งเตือนต่าง ๆ ไปยังแอคเค้าของผู้ใช้ได้ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่าย ๆ สำหรับ API ในทุก ๆ บริการ จะมีสิ่งที่เรียกว่า Access Token โดยก่อนที่จะทำการใช้งาน API และส่งการแจ้งเตือนต้องเพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อนก่อน โดยมีโปรแกรมข้อมูลผ่านโปรแกรมอาดูโน ดังรูปที่ 3 และในรูปที่ 4 แสดงส่วนของโปรแกรมการคำนวณส่วนกลับของระดับความลึกของน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บ คือ distance = 176 - distance เมื่อกำหนดให้ถังเก็บมีความลึก 176 มิลลิเมตร โดยมีการติดตั้งชุดโมดูลตรวจวัด ณ ขอบบนของถังเก็บ

```
void Line_Notify(String message) ;
#include <ESP8266WiFi.h>
// Config connect WiFi
#define WIFI_SSID "<YOUR WIFINAME>"
#define WIFI_PASSWORD "<YOUR WIFIPASSWORD>"
// Line config
#define LINE_TOKEN "<LINE ACCESS TOKEN>"
#define SW D2
String message = "%E0%B9%82%E0%B8%94%E0% ";
void setup() {
```

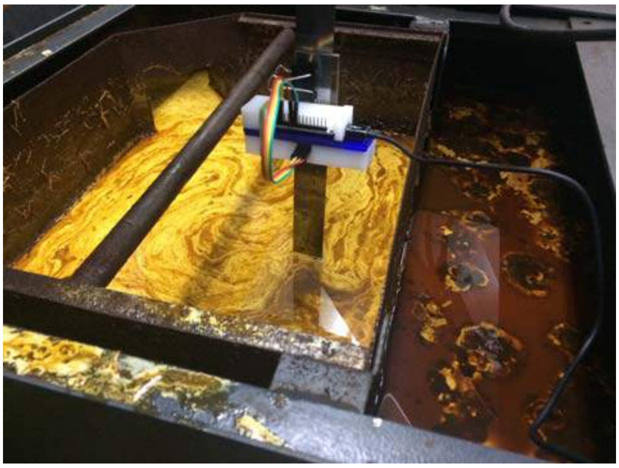
รูปที่ 3 โปรแกรมส่วนส่งข้อมูลผ่านข้อความไลน์

```
line2-rmutsv-wifi-v4 §

distance = 176 - distance;
delay(100);
String data = "CNC-01->ระดับน้ำมันหล่อเย็นในถัง =" + String(distance)+" mm.";
message = data;
//Serial.println(distance);
Line_Notify(message);
```

รูปที่ 4 โปรแกรมส่วนการคำนวณค่าระดับน้ำมัน

3. การทดลองและผล

การทดลองตรวจวัดระยะห่างของเครื่องมือวัดด้วยโมดูลอัลตราโซนิก HC-SR04 กับผิวระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องซีเอ็นซี โดยการติดตั้งชุดอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 5 การทดลองโดยการปรับเลื่อนโมดูลอัลตราโซนิกในแนวดิ่งตามระยะของไม้บรรทัดเหล็ก และทำการส่งค่าระยะห่างของการตรวจวัดผ่านระบบเครือข่ายไปทางข้อความไลน์ดังแสดงในรูปที่ 6 การทดลองโดยมีระยะห่างแบบสุ่มจำนวน 20 ครั้งและมีผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 7 ซึ่งได้ทำการจัดเรียงลำดับระยะทางจริงจากน้อยไปหามาก พบว่าค่าระยะทางที่เพิ่มมากขึ้นจะมีค่าเบี่ยงเบนของความผิดพลาดน้อยลงอีกด้วย ซึ่งมีลักษณะการเบี่ยงเหมือนกับการวัดความสูง [4]

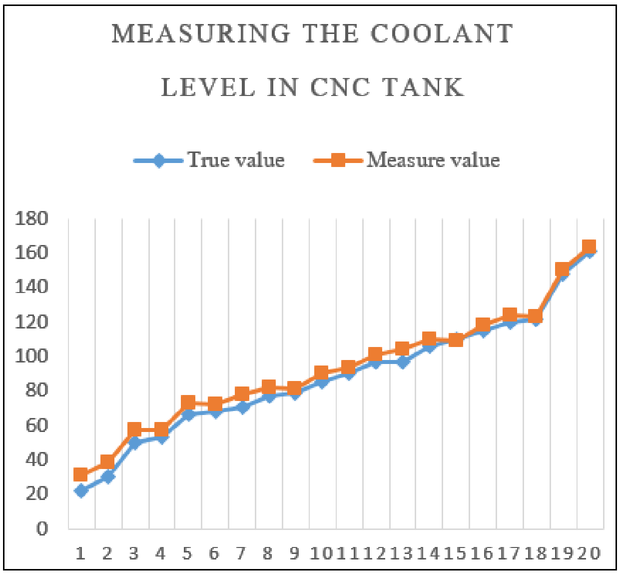


รูปที่ 5 การติดตั้งใช้งานโมดูลอัลตราโซนิก HC-SR04

รูปที่ 6 การแจ้งระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บผ่านข้อความไลน์

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระยะห่างผิวน้ำหล่อเย็น

การทดลอง	ค่าระยะห่างผิวน้ำหล่อเย็น		ความเบี่ยงเบน
	ระยะห่างจริง	ระยะห่างที่วัดได้	
1	22	31	-9
2	30	38	-8
3	50	57	-7
4	53	57	-4
5	66	73	-7
6	68	72	-4
7	70	78	-8
8	77	82	-5
9	79	81	-2
10	85	90	-5
11	90	93	-3
12	97	101	-4
13	97	104	-7
14	106	110	-4
15	110	109	1
16	115	118	-3
17	120	124	-4
18	121	123	-2
19	148	150	-2
20	161	163	-2



รูปที่ 7 กราฟผลการตรวจวัดระยะห่างผิวน้ำหล่อเย็น

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab ดังรูปที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ -4.45 โดยมีช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ -26.91578 ถึง 18.01578 มีค่าสถิติ T เท่ากับ -0.40 และ P-Value มีค่าเท่ากับ 0.690 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของระยะห่างในการวัดระดับน้ำหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องซีเอ็นซีระยะทางที่เกิดขึ้นจริงและระยะทางที่วัดด้วยโมดูลอัลตราโซนิก HC-SR04 ทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Two-Sample T-Test and CI: True, Measure

```
Two-sample T for True vs Measure

          N  Mean  StDev  SE Mean
True     20  88.3   35.9      8.0
Measure  20  92.7   34.2      7.6


Difference = mu (True) - mu (Measure)
Estimate for difference:  -4.45000
95% CI for difference:  (-26.91578, 18.01578)
T-Test of difference = 0 (vs not =):
T-Value = -0.40  P-Value = 0.690  DF = 37
```

รูปที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติ

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้อุปกรณ์โมดูลอัลตราโซนิกช่วยในการตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อเย็นในถังเก็บของเครื่องซีเอ็นซีและทำการส่งค่าระดับผ่านเครือข่ายออนไลน์ให้ทราบทางข้อความไลน์ ซึ่งการแจ้งระดับน้ำมันหล่อเย็นจะช่วยให้ผู้จัดการฝ่ายผลิตหรือหัวหน้าแผนกช่างสามารถนำข้อมูลที่ได้รับไปทำการจัดเตรียมน้ำมันหล่อเย็นเพื่อเพิ่มเติมลงในถังเก็บได้โดยไม่เกิดเวลาสูญเปล่าอันเนื่องมาจากการหยุดการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีเนื่องจากไม่มีน้ำมันหล่อเย็นในการทำงานตัดเฉือนชิ้นงาน ผลการทดลองโดยการตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อเย็นพบว่าค่าระดับน้ำหล่อเย็นที่เกิดขึ้นจริงและค่าระดับน้ำหล่อเย็นซึ่งวัดด้วยโมดูลอัลตราโซนิกทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับทุนสนับสนุนการนำเสนองานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/DM00102166.pdf

[2] https://goo.gl/hfHEAJ

[3] https://goo.gl/5z3P9Q

[4] ธัญญารัตน์ วงศ์เก๋, ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ และ ชยานนท์ อวิคุณประเสริฐ. อุปกรณ์วัดความสูงแบบดิจิทัลโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก, Journal of Associated Medical Sciences, Vol. 50 No. 3 September 2017, 435-441.

[5] ปรัชญา พละพันธุ์ (2560) คู่มือการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย Minitab.นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.

ระบบเว็บจัดการฟาร์มกุ้ง

Prawn Crop Management System

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ[1] และ ศิริมาศ สุทุม[2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์: 02-954-7300-29 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th[1], 560107030002@dpu.ac.th[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายถึงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในการจดบันทึกรายรับรายจ่ายภายในฟาร์มกุ้ง โดยเว็บแอปพลิเคชันนี้นอกจากจะสามารถทำงานบนเว็บได้แล้วยัง สามารถรองรับการแสดงผลและใช้งานบนสมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ต ระบบของเรานั้นเน้นการจัดเก็บข้อมูลรายรับ-รายจ่าย และนำเอาข้อมูลรายรับ-รายจ่าย ต่อบ่อมาแสดงเป็นกราฟให้กับผู้ใช้ได้เห็น ต้นทุนกำไร ต่อบ่อ ได้แต่ละรอบการขายกุ้ง

คำสำคัญ: เว็บ, เกษตร, กุ้ง

Abstract

This article describes a web application development to help people recording their own prawn farm financial information. Furthermore, our web applications can be used on smart phones and tablets. Our system is focused on data collection, including prawn crop revenue and expenditure per pond. The data is shown graphically to the user to see the cost and profit per pond per round.

Keywords: responsive web, agriculture, prawn

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ฟาร์มกุ้งส่วนใหญ่ยังใช้ สมุดในการจดบันทึกรายรับ/รายจ่าย ต้นทุนไว้ ซึ่งสมุดนั้นอาจจะมีการสูญหายได้ หรืออาจจะเปียกฝนทำให้ไม่สามารถดูข้อมูลที่จดลงไปได้ หรือบางครั้งอาจจะลืมหยิบสมุดบัญชีรายรับ/รายจ่ายไว้ที่บ้าน ทำให้เสียเวลาในการกลับไปเอาสมุดบัญชี และในสมุดบัญชีรายรับ/รายจ่าย ของเจ้าของฟาร์มนั้น จะมีแค่ค่าใช้จ่ายในแต่ละวัน/เดือน

เราจึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับจัดการฟาร์มกุ้ง Prawn Crop Management System ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้ ใช้งานได้สะดวกและป้องกันข้อมูลสูญหาย เช่น เราสามารถจดบันทึก รายรับ/รายจ่าย ผ่านสมาร์ทโฟนได้ ซึ่งเกษตรกรในปัจจุบันใช้งานสมาร์ทโฟนอย่างแพร่หลาย ทำให้สามารถเข้าถึงระบบที่ได้พัฒนาขึ้นได้ทุกที่

นอกจากนี้ ระบบที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถป้อนข้อมูลวันลงกุ้งและอายุของกุ้งว่าเราต้องการเลี้ยงกี่วัน โดยโปรแกรมของเรานั้นสามารถคำนวณวันขึ้นกุ้งของแต่ละบ่อโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถป้อนค่าใช้จ่าย ป้อนข้อมูลการให้อาหารและจุลินทรีย์ต่อวัน ป้อนข้อมูลขนาดกุ้ง ราคา และปริมาณขาย และสามารถแสดงกราฟ ต้นทุน กำไร ต่อบ่อได้อีกด้วย ทำให้เจ้าของฟาร์มกุ้งสามารถวิเคราะห์ต้นทุน/กำไรในแต่ละบ่อได้อย่างง่ายดาย

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาษา C#

C# [1] ภาษา C# (ซี-ชาร์ป) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่เอาไว้ใช้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในขณะนี้ ภาษา C# นั้นถูกพัฒนามาจาก ภาษา C++ ซึ่งมีโครงสร้างแบบเชิงวัตถุ รูปแบบของภาษาจะคล้ายกับภาษา C และ C++โดยจะใช้โปรแกรม Visual Studio ในการพัฒนา ซึ่งภาษา C# นั้นเป็นภาษาที่รวมข้อดีของแต่ละภาษา คือ ภาษา Java, ภาษา C, ภาษา C++

2.2 Visual Studio

Visual Studio [2] เป็นซอฟต์แวร์ประเภท IDE (Integrated Development Environment) ที่เอาไว้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน เว็บเซอร์วิส และแอปพลิเคชัน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมได้ง่าย รวดเร็ว โดยรองรับภาษาต่างๆ ในการพัฒนาระบบ เช่น ภาษา C, ภาษา C #, ภาษา C++ และภาษา F#

2.3 SQL Server

SQL Server [3] เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System หรือ RDBMS) ผลิตโดยบริษัท Microsoft เป็นระบบฐานข้อมูลแบบ Client/Server ทำงานบน Windows Server และใช้ภาษา T-SQL ในการเรียกข้อมูล ข้อมูลส่วนใหญ่ทั่วโลกเก็บไว้ในเครื่องที่ใช้ Microsoft Windows เป็น Operating Systems

จึงทำให้เป็นการง่ายต่อ Microsoft SQL Server ที่จะนำข้อมูลที่อยู่ในรูป Windows Based มาเก็บและประมวลผล จึงทำให้ Microsoft SQL Server ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

2.4 Bootstrap

Bootstrap [4] คือ Front-end Framework ที่รวม HTML, CSS และ JavaScript เข้าด้วยกัน สำหรับพัฒนาเว็บไซต์ในส่วนแสดงผล ช่วยให้การพัฒนาเว็บไซต์ที่รองรับการแสดงผลบนเครื่องที่มีหน้าจอหลายขนาดได้เร็วขึ้น ง่ายขึ้น และเป็นระบบมากขึ้น

2.5 เว็บไซต์บันทึกรายรับ-รายจ่าย

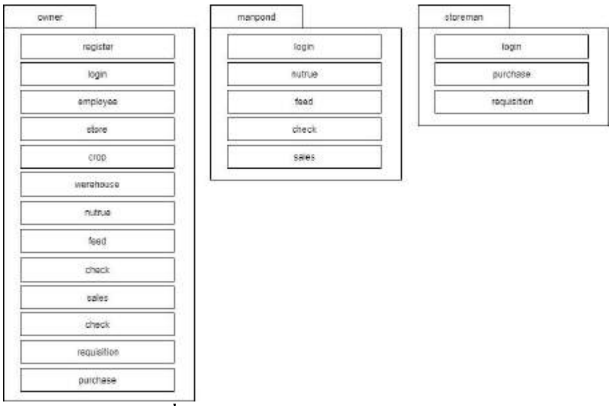
ตัวอย่างเว็บไซต์บันทึกรายรับรายจ่ายที่สามารถนำมาใช้บริหารการเงินทั่วไปได้ ได้แก่ โปรแกรม K-Expert Saving Memo [4] โดยมีแบบ Online Version เป็นโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการเริ่มต้นทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย ซึ่งจะเป็นจุดสำคัญในการช่วยสร้างวินัยในการออม โดยโปรแกรม K-Saving Memo ได้ถูกพัฒนาขึ้นใหม่ในรูปแบบของโปรแกรมออนไลน์บนเว็บไซต์ K-Expert เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำบันทึกรายรับ-รายจ่าย โดยไม่ว่าคุณจะอยู่ที่ไหน คุณก็สามารถทำบันทึกรายรับ-รายจ่ายได้

เว็บไซต์ ของ lnwserving มีระบบบันทึกรายรับ-รายจ่ายออนไลน์ โดยมีการสร้างแฟ้มบัญชี สามารถแยกกลุ่มของบัญชีได้ มีการรายงานสรุปบัญชีในรูปแบบของกราฟ เพื่อที่จะได้ดูข้อมูลค่าใช้จ่ายได้ง่าย สะดวกในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ทางเว็บไซต์ยังสามารถล็อกอินผ่านทาง Facebook ได้ด้วย ส่วน โปรแกรม NS Money Manager Professional เป็นโปรแกรมสำหรับจัดการรายรับ-รายจ่าย เหมาะสำหรับบุคคลทั่วไป ร้านค้า เจ้าของกิจการ เจ้าของธุรกิจ นักเรียน-นักศึกษา หรือผู้ที่ต้องการจัดระบบการเงินของตนให้เป็นระบบ ซึ่งโปรแกรมสามารถบันทึกรายรับ รายจ่ายได้อย่างง่ายดาย จัดหมวดหมู่หรือประเภทของรายรับ รายจ่ายได้ มีระบบค้นหาข้อมูลและมีระบบรายงานที่ชาญฉลาด มีรายงานสรุปการเงินหลายแบบ มีระบบจัดลำดับยอดเงินแต่ละประเภทที่ใช้จ่ายไป หรือ ที่ได้รับมา สรุปประจำวัน สัปดาห์ เดือน ปี นอกจากนี้โปรแกรม NS Money Manager Professional ยังเปิดให้ทดลองใช้ฟรี 15 วันอีกด้วย

อย่างไรก็ตามโปรแกรมเหล่านี้เป็นเพียงระบบบันทึกรายรับรายจ่ายทั่วไป ไม่ได้รองรับการบริหารคลัง หรือแบ่งการทำงานเป็นบ่อตามที่ธุรกิจฟาร์มกุ้งจำเป็นต้องใช้งาน ทำให้เราได้ตัดสินใจพัฒนาระบบนี้ขึ้น เพื่อให้เจ้าของฟาร์มสามารถวิเคราะห์รายรับรายจ่ายของแต่ละบ่อได้ดีขึ้น

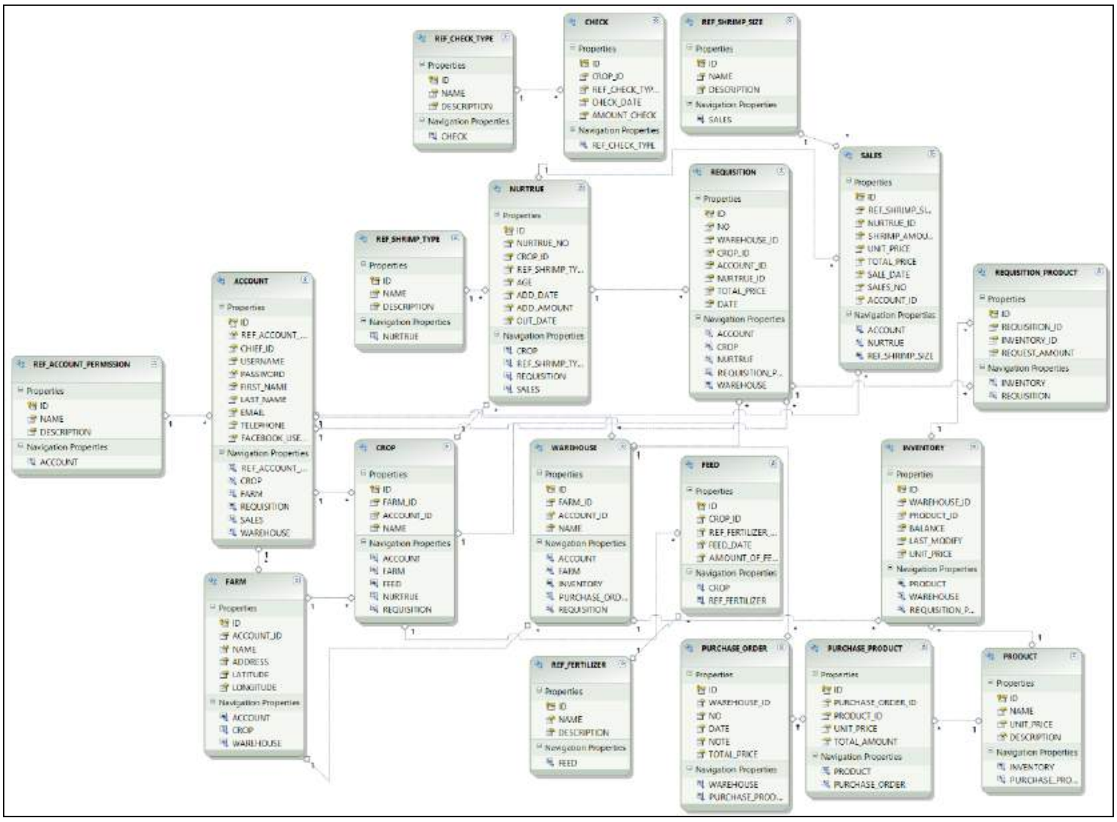
3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

การทำงานของระบบจะเป็นการเชื่อมต่อกันผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยเว็บเบราว์เซอร์จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อทำการเก็บข้อมูลไว้ และเมื่อผู้ใช้ต้องการดูข้อมูล ก็จะร้องขอข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านทางอินเตอร์เน็ต เครื่องแม่ข่ายก็จะทำการส่งข้อมูลกลับมายังเว็บเบราว์เซอร์ โดยเว็บแอปพลิเคชันมีการเรียกใช้ Google Map API และ Facebook API โดยมีการแบ่งเป็น 3 ระบบย่อยได้แก่ระบบ owner, manpond และ storeman สำหรับเจ้าของฟาร์ม คนดูแลบ่อ และคนดูแลคลัง โดยมีคลาสรวม 21 คลาสแบ่งตามระบบย่อยดังแสดงในรูปที่ 1



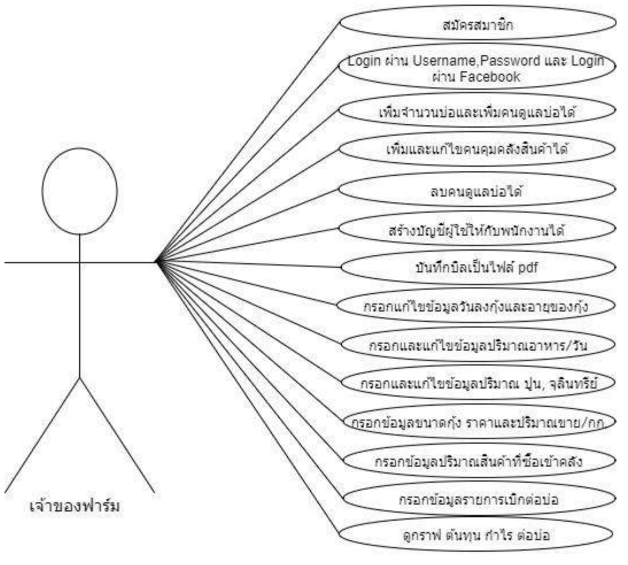
รูปที่ 1 ระบบย่อยและคลาสในระบบย่อย

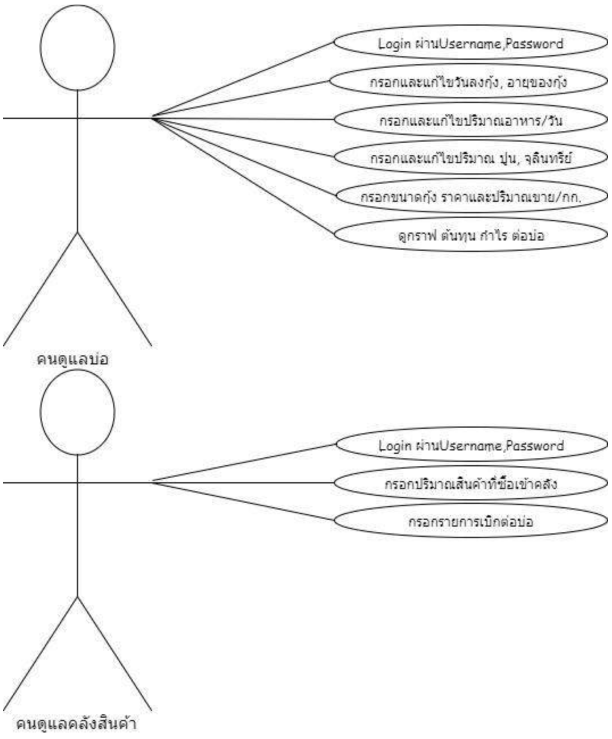
เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบ 3-tier ด้วย C#.NET, Bootstrap และใช้ฐานข้อมูล MS SQL Server รูปที่ 2 แสดงแผนภาพอีอาร์ของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 19 เอนทิตี ได้แก่ เอนทิตีของผู้ใช้ ฟาร์ม บ่อกุ้ง การเบิกสินค้าจากคลัง ชนิดของสินค้า ต้นทุนต่อบ่อได้แก่ การลงลูกกุ้ง การให้อาหาร จุลินทรีย์ ค่าพีเอช ในแต่ละวัน การขายกุ้ง และ ชนิดและขนาดของกุ้งที่ขาย



รูปที่ 2 แผนภาพอีอาร์ของระบบ

ผู้ใช้แบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่ เจ้าของฟาร์ม คนดูแลบ่อ และ คนดูแลคลังสินค้า โดยผู้ใช้แต่ละระดับสามารถใช้งานระบบได้ดังแผนภาพยูสเคสในรูปที่ 3

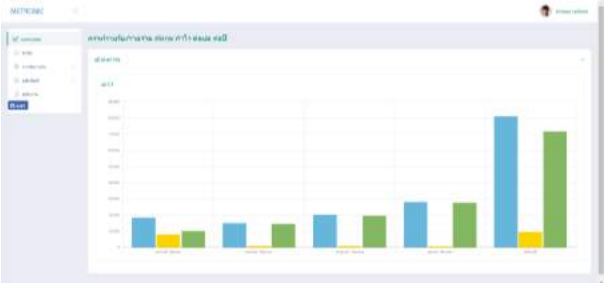




รูปที่ 3 แผนภาพยูสเคสของระบบ

4. ผลการทดสอบระบบ

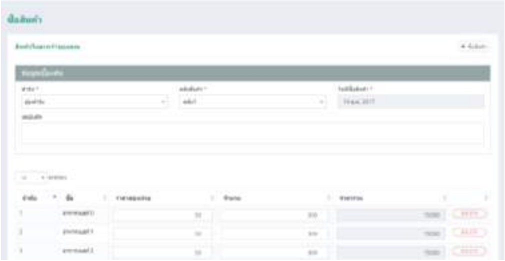
เราได้ทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันตามหน้าที่ที่กำหนด เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้ว ระบบแสดงหน้าเพจแรกเป็นหน้ากราฟรายรับ-รายจ่าย-กำไร ของแต่ละรอบการลงกุ้งในแต่ละบ่อ และแสดงเมนูด้านซ้าย แตกต่างกันตามสิทธิ์ของผู้ใช้แต่ละระดับ



รูปที่ 4 กราฟรายรับ-รายจ่าย

รูปที่ 5 แสดงหน้าบันทึกรายละเอียดการขายกุ้ง ซึ่งหน้านี้แสดงรายละเอียดในการขายกุ้งของแต่ละบ่อ โดยสามารถบันทึกใบเสร็จออกมาเป็นไฟล์ PDF ได้

รูปที่ 5 รายละเอียดใบขายกุ้ง



รูปที่ 6 หน้าซื้อสินค้าเข้าคลัง

รูปที่ 7 หน้าเบิกสินค้าออกจากคลัง

หน้าซื้อสินค้าแสดงในรูปที่ 6 มีไว้กรอกข้อมูลการซื้อสินค้าเข้าคลังสินค้า ว่าได้ซื้ออะไรเข้าคลังสินค้าบ้าง ซื้อไปในปริมาณที่เท่าไร และ ราคาเท่าไร รูปที่ 7 แสดงหน้าเบิกสินค้า สำหรับการเบิกสินค้าไปใช้ในแต่ละบ่อ เพื่อใช้คำนวณเป็นต้นทุนของแต่ละบ่อและแสดงเป็นกราฟในหน้าแรก ผลการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในทุกหน้าเว็บที่พัฒนาขึ้น

5. สรุป

โครงงาน Prawn Crop Management System ที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยระบบของเรายังสามารถนำข้อมูลการเบิกสินค้า และข้อมูลราคาของลูกกุ้งที่ลงทุนไปในแต่ละบ่อ ที่กรอกลงให้หน้าวันลงกุ้ง ออกมาเป็นกราฟรายจ่ายให้ผู้ใช้ได้เห็นภาพว่าบ่อนี้มีต้นทุนเท่าไหร่ รวมไปถึงกราฟรายรับที่แต่ละบ่อกรอกข้อมูลการขายกุ้งของบ่อนั้นๆ ระบบก็จะนำเอาข้อมูลการขายกุ้งของแต่ละบ่อดึงออกมาแสดงเป็นกราฟรายรับให้ผู้ใช้เห็นเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ระบบของเรา ยังสามารถรองรับการใช้งานในทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เป็นต้น จึงสามารถให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้งานได้อย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Docs.microsoft.com. (2018). Introduction to the C# Language and the .NET Framework. [online] Available at: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework [Accessed 25 Feb. 2018].

[2] Stroud, D. (2018). Visual Studio IDE, Code Editor, VSTS, & App Center. [online] Visual Studio. Available at: https://www.visualstudio.com/ [Accessed 25 Feb. 2018].

[3] Anon, (2018). SQL Server [online] Available at: https://www.microsoft.com/thailand/sql/what-is-sql-servert_th.aspx [Accessed 25 Feb. 2018].

[4] ธนาคารกสิกร.(2557). โปรแกรมบันทึกรับ-จ่าย K-Expert Saving Memo. สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2560, จาก https://k-expert.askkbank.com/DIYTools/Pages/K-ExpertSavingMemo.aspx

[5] Anderson, R. (2015). Create an ASP.NET MVC 5 App with Facebook, Twitter, LinkedIn and Google OAuth2 Sign-on (C#). [online]. Available at: https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/mvc/overview/security/create-an-aspnet-mvc-5-app-with-facebook-and-google-oauth2-and-openid-sign-on [Accessed 10 Aug. 2017].

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ดโดยใช้ระบบนิวเมติกร่วมกับอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

Automatic Plastic Neck Filling Machine for Mushroom Bag using Pneumatic System with Internet of Thing

ฉัตรชัย โชคชัย[1] เกื้อกูล จันทวาศ และภูวณัฐ หัดจำนงค์

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 E-mail: chatchai_c@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ด โดยนำเอาเทคนิคการควบคุมการทำงานของเครื่องโดยใช้นิวเมติก ร่วมการควบคุมผ่านอินเตอร์ทุกสรรพสิ่ง เพื่อให้เครื่องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสะดวกรวดเร็วมีความแม่นยำในการทำงาน และเก็บบันทึกข้อมูลของจำนวนก้อนและน้ำหนักของแต่ละก้อนไว้บนที่เก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ และเรียกดูผ่านแอพพลิเคชั่น จากผลการทดสอบเครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ด สามารถทำงานเชิงอุตสาหกรรมได้อย่างดี สามารถชั่งน้ำหนักก้อนเห็ดที่มีน้ำหนัก 900 กรัม ±5% โดยมีความแม่นยำของเครื่องอยู่ที่ 95% และสามารถแจ้งข้อมูลผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด และยังสามารถใส่คอขวดได้อย่างมีคุณภาพถึง 90%

คำสำคัญ: คอพลาสติก, ก้อนเห็ด, นิวเมติก, อินเตอร์ทุกสรรพสิ่ง

Abstract

This paper presents the design and construction of an automatic plastic neck filling machine for mushroom bag using pneumatic technique of controlling the machine, with Internet of Thing. The machine can work efficiently, fast and accurate, and record the number of lumps and weight of each lump on the cloud storage. It can browse through the application. The results of the automatic plastic neck filling for mushrooms bag, can work in industry. It weighs 900 grams ± 5% with 95% accuracy and can be accessed via the Android operating system without errors. It can plastic neck filling also be bottled up to 90%

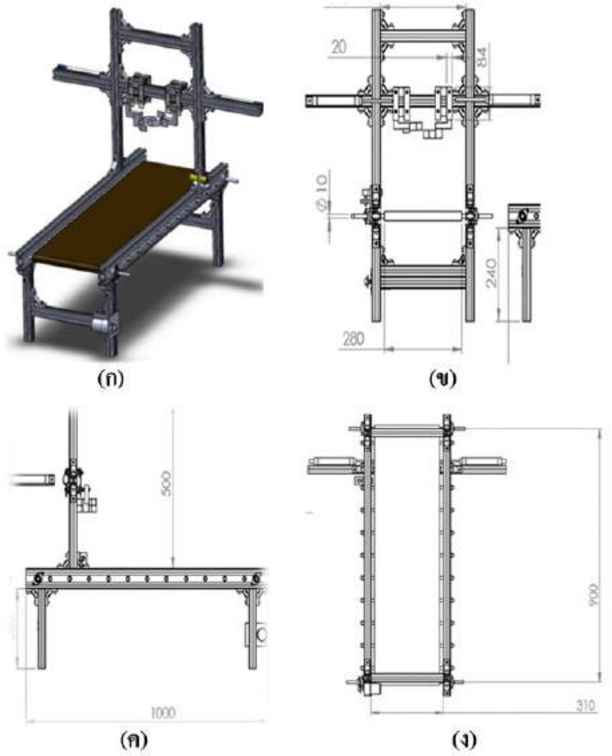
Keywords: plastic neck, mushroom bag, pneumatic, Internet of Thing

1. บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเห็ดส่วนใหญ่นิยมเพาะปลูกในถุงหรือขวดพลาสติก เนื่องจากเห็ดนั้นให้คุณค่าทางอาหารสูง ไม่มีคลอเรสเตอรอล มีโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุสูง และยังมีปริมาณการบริโภคและมูลค่าทางการตลาดสูง [1] ทำให้ได้รับความสนใจในการวิจัยและพัฒนาในด้าน ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกหรือก้อนเห็ดมากขึ้น อาทิเช่น การพัฒนาหม้อผลิตไอน้ำโดยใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งสามารถบรรจุน้ำได้ 35 ลิตร มีอัตราการผลิตไอน้ำได้ 22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 13.48 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การพัฒนาเครื่องกระตุ้นเชื้อเห็ดที่อยู่ในก้อนเห็ดด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถกระตุ้นเชื้อราในก้อนเห็ดให้มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นได้ 15 % การพัฒนาสถาปัตยกรรมของการประมวลผลสำหรับเครื่องจักรในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด [2] รวมถึงได้มีการพัฒนาแอพพลิเคชันที่ใช้สนับสนุนในการตรวจสอบการเน่าเสียของเห็ดได้ ซึ่งสามารถทำให้รู้อัตราการเน่าเสียของเห็ดที่เก็บไว้ได้

ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะด้านการทำฟาร์มเห็ดได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทำฟาร์มเห็ดมากขึ้น เช่น พัฒนาเครื่องผสมขี้เลื้อยที่ใช้ในการเพาะ พัฒนาเครื่องอัดและบรรจุก้อนเห็ด เป็นต้น ในส่วนของเครื่องบรรจุก้อนเห็ดนั้น ได้มีผู้สนใจค้นคว้าและพัฒนาเป็นอย่างมาก การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบนำมาใช้กับก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ ได้ถูกพัฒนาขึ้นลักษณะของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดกึ่งอัตโนมัติออกแบบให้ส่วนอัดก้อนเชื้อเห็ดมีความสัมพันธ์กับจานหมุนด้วยความเร็ว 1 รอบต่อนาทีซึ่งมีกระบอกบรรจุถุงก้อนเชื้อเห็ด และจากการสำรวจข้อมูลจากเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานีและลพบุรีพบมีความต้องการใช้ส่วนของเครื่องใส่คอพลาสติกสำหรับการผลิตก้อนเห็ดขาย ซึ่งจะสามารถทำให้ลดแรงงานคนและต้นทุนในการผลิตได้มากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ยังไม่มีการเครื่องใส่คอพลาสติกสำหรับก้อนเห็ด งานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ดโดยระบบนิวเมตริกร่วมกับอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ที่สามารถใส่คอขวดก้อนเชื้อเห็ดได้ และแจ้งผลการทำงานของเครื่องผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้



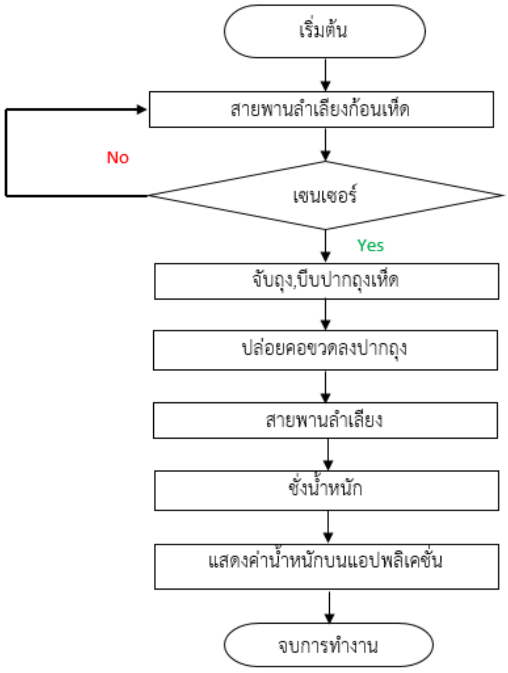
รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องที่ทำการออกแบบ

2. การออกแบบ

การออกแบบเครื่องใส่คอพลาสติกสำหรับก้อนเห็ดนั้นจะแบ่งออกเป็นสองหลักๆ คือในส่วนของโครงสร้างเครื่องและส่วนของโปรแกรม ซึ่งในส่วนของโครงสร้างจะประกอบไปด้วยสองคือ ส่วนของชุดสายพานลำเลียงและการใส่คอถุง ในส่วนของโปรแกรมสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนเช่นกันคือในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องและในส่วนของแอพพลิเคชั่นผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.1 การออกแบบโครงสร้าง

ในส่วนสายพานลำเลียงและรวบถุงได้ทำการออกแบบโดยการโปรแกรมทางด้านการเขียนแบบสามมิติ โดยมีขนาดความกว้างสายพานขนาด 25 เซนติเมตร ซึ่งออกแบบให้รองรับกับการใส่คอให้ก้อนเชื้อเห็ดไหลมาพร้อมกับสายพานเพื่อที่จะไปหยุดรอที่ตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อรอใส่คอต่อไป โดยรายละเอียดของโครงสร้างทั้งหมดแสดงดังรูปที่1 โดยรูปที่ 1 (ก) จะแสดงรูปแบบสามมิติของโครงสร้างเครื่อง รูปที่1 (ข) แสดงรูปด้านหน้าของโครงสร้างเครื่อง รูปที่1 (ค) แสดงรูปด้านข้างของโครงสร้างเครื่อง และ รูปที่1 (ง) แสดงรูปด้านบนของโครงสร้างเครื่อง ลำดับการทำงานของเครื่องแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลำดับการทำงานของเครื่องที่ทำการออกแบบ

2.2 การออกแบบชุดชั่งน้ำหนัก

ในส่วนของการชั่งน้ำหนักจะทำในกระบวนการหลังจากการใส่คอพลาสติกเรียบร้อยนั้น ทำการชั่งเพื่อยืนยันน้ำหนักของก้อนเห็ดนั้นได้มาตรฐาน รวมไปถึงเพื่อเป็นตรวจสอบจำนวนที่ผลิตด้วย การออกแบบตำแหน่งการวางของโหลดเซลล์จะอยู่ด้านหลังของชุดสายพานลำเลียงดังแสดงดังรูปที่ 3 โดยเป็นการชั่งน้ำหนักโดยรวมของก้อนเห็ด

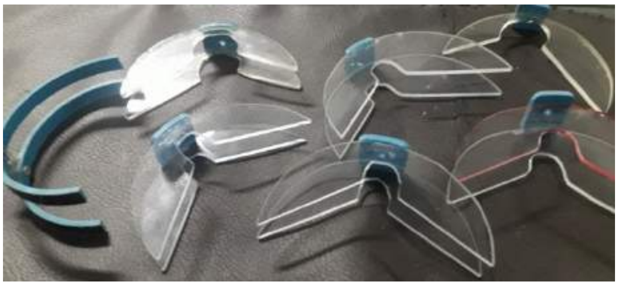
2.3 การออกแบบที่รวบถุง

ในกระบวนการของการใส่คอพลาสติกให้กับก้อนเห็ดนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการรวบปากถุงก้อนเห็ดให้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้สามารถใส่คอพลาสติกลงไปได้ ในการออกแบบในส่วนนี้ได้ทำการทำลองอยู่หลายวิธีและหลายรูปแบบ จนได้ข้อมูลที่เพียงพอในการที่รวบถุงโดยใช้รูปทรงของแผ่นอะคลีลิคที่ลักษณะโค้งไล้ระดับเรื่อยไปจนถึงจุดกึ่งกลางทำเป็นรูปวงกลมดังแสดงในรูปที่ 4

2.4 การเขียนโปรแกรม

เนื่องการทำงานของเครื่องนั้นมีอุปกรณ์หลายส่วนที่ต้องทำการควบคุม ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ ตัวตรวจรู้ในการตรวจสอบก้อนว่ามาถึงจุดที่กำหนด ส่วนของการจับ การรวบ การใส่คอพลาสติก และการชั่งน้ำหนักและส่งข้อมูลขึ้นบนก้อนเมฆ ซึ่งได้ทำการเขียนโปรแกรมตามลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 3 การวางตำแหน่งของโหลดเซลล์



รูปที่ 4 ลักษณะของที่รวบถุง

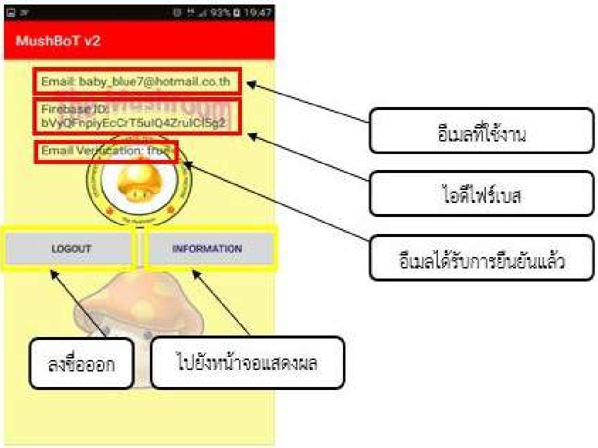
2.5 การออกแบบแอพพลิเคชั่น

ในการออกแบบแอพพลิเคชั่นนั้น ให้มีการใช้งานที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และให้ง่ายต่อการใช้งานและตรวจสอบคุณภาพของที่ผลิตได้ ในส่วนของหน้าต่างของแอพพลิเคชั่นจะแสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งประกอบ ไปด้วยส่วนของการล็อคอินเข้าใช้งาน ในส่วนของการเข้าไปดูผลและข้อมูลต่างๆ ซึ่งก่อนการใช้งานผู้ใช้งานจะต้องการสมัครและยืนยันอีเมลล์ที่จะใช้งานก่อน

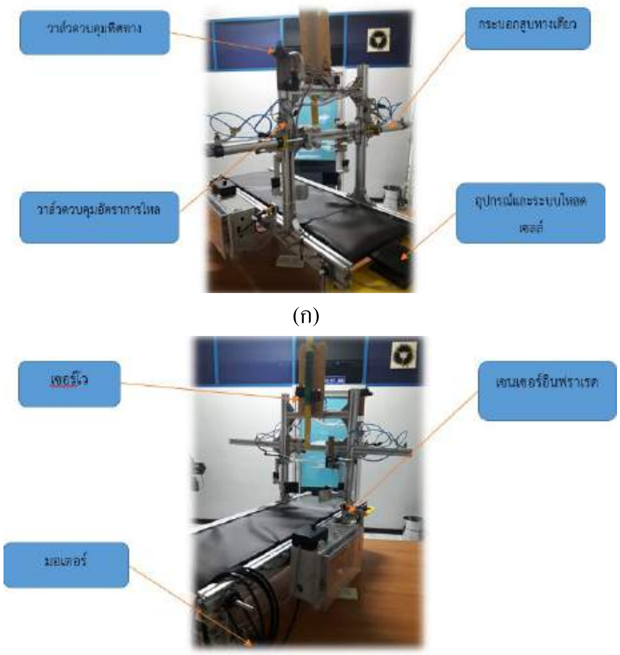
3. ผลการดำเนินงาน

เครื่องต้นแบบที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วแสดงดังรูปที่ 7 จากนั้นทำการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบโดยแบ่งการทดสอบเป็นในส่วนของการทำงานงานโดยรวมของเครื่อง การชั่งน้ำนำหนัก การทำงานของแอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้น ในส่วนของการรวบและใส่คอพลาสติกนั้นทำการทดสอบเป็นจำนวน 100 ก้อน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าผิดพลาดอยู่ที่ 10% ในส่วนของน้ำหนักนั้นจะทำการชั่งเปรียบเทียบน้ำหนักที่วัดได้จากเครื่องเทียบกับการชั่งบนตราชั่งมาตรฐาน ในการทดสอบนั้นจะทำการหยิบก้อนเชื้อเห็ดที่ทำการบรรจุเรียบร้อยแล้วมา 100 ก้อนเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักกับเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีมาตรฐานรองรับแล้วบันทึกค่าและสรุปผลการทดลองซึ่งได้ผลความแม่นยำของการชั่งน้ำหนัก 95% ในส่วนแอพพลิเคชั่นที่เรียกดูข้อมูลน้ำหนักและจำนวนที่ผลิตได้นั้น สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

รูปที่ 5 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 6 หน้าต่างของแอพพลิเคชั่น



รูปที่ 7 เครื่องต้นแบบที่สร้าง (ก) ด้านหลังเครื่อง (ข) ด้านหน้าเครื่อง

4. สรุป

บทความนี้เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องใส่คอพลาสติกอัตโนมัติสำหรับก้อนเห็ด โดยการระบบนิวเมติกร่วมกับอินเตอร์ทุกสรรพสิ่ง สามารถชั่งน้ำก้อนเห็ดที่มีน้ำหนัก 900 กรัม มีค่าผิดพลาดไม่เกิน ±5% สามารถดูข้อมูลการทำงานต่างๆ ผ่านระบบข้อมูลบนก้อนเมฆและแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และสามารถใส่คอพลาสติกได้แม่นยำ 90% เครื่องต้นแบบที่เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเพื่อสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพแก่เกษตรกรได้

ตารางที่ 1 ผลการรวบและใส่คอพลาสติก

ครั้งที่	การใส่คอ		ครั้งที่	การใส่คอ		ครั้งที่	การใส่คอ		ครั้งที่	การใส่คอ	
	ได้	ไม่ได้		ได้	ไม่ได้		ได้	ไม่ได้		ได้	ไม่ได้
1	✓		26	✓		51		✓	76	✓	
2	✓		27	✓		52	✓		77		✓
3	✓		28	✓		53	✓		78	✓	
4	✓		29	✓		54	✓		79	✓	
5	✓		30	✓		55	✓		80	✓	
6	✓		31	✓		56	✓		81	✓	
7	✓		32		✓	57	✓		82	✓	
8	✓		33	✓		58	✓		83	✓	
9	✓		34	✓		59	✓		84	✓	
10	✓		35	✓		60	✓		85	✓	
11	✓		36	✓		61		✓	86	✓	
12	✓		37	✓		62	✓		87		✓
13	✓		38	✓		63	✓		88	✓	
14	✓		39	✓		64	✓		89	✓	
15	✓		40		✓	65	✓		90	✓	
16	✓		41	✓		66	✓		91	✓	
17		✓	42	✓		67	✓		92	✓	
18	✓		43	✓		68	✓		93	✓	
19	✓		44	✓		69	✓		94	✓	
20	✓		45	✓		70	✓		95	✓	
21	✓		46	✓		71	✓		96	✓	
22	✓		47	✓		72		✓	97	✓	
23	✓		47	✓		73	✓		98	✓	
24	✓		49	✓		74	✓		99		✓
25	✓		50		✓	75	✓		100	✓	

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สนับสนุนด้านเครื่องมือสำหรับการวัดทดสอบ และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัยตามสัญญาเลขที่ IRF01076068

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิชาต ศรีสะอาด. 2551. เห็ดเศรษฐกิจคู่มือการเพาะเห็ดอย่างมืออาชีพ: สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์มีเดีย กรุงเทพมหานคร

[2] I. Williams, “The MUSHROOM machine-an architecture for symbolic processing,” IEE Colloquium on VLSI and Architectures for Symbolic Processing, 2002.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ชุดสมองกลฝังตัวควบคุมคันเร่งของรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ

An Embedded Controllable Throttle Electric Vehicle for the Elderly

ชิติสรรค์ วิชิโต[1] พุทธาวุฒิ ลีกุลธร[1] สนั่น จันทร์พรม[1] สมชาย ศรีสกุลเตียว[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ. สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 081 264 8239 E-mail: ch_wichito@hotmail.com

)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นชุดสมองกลฝังตัวควบคุมรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ ควบคุมด้วยคันเร่งเพียงอย่างเดียว โดยใช้อาดูโน่ นาโน เป็นสมองกลในการควบคุมทั้งระบบ ที่มีคุณลักษณะพิเศษคือ ใช้คันเร่งเป็นตัวควบคุม การเดินหน้า ถอยหลัง การหยุดรถ และรักษาระดับความเร็วรถขณะขึ้นหรือลงทางลาดชันได้

คำสำคัญ: สมองกลฝังตัว, รถไฟฟ้า, ผู้สูงอายุ

Abstract

This article is an embedded controllable electric vehicle for the elderly based on throttle only. The Arduino Nano based embedded controller system. Its feature is that: based on throttle only, forward and backward control, the stop and maintain vehicle speed, while up or down a slope.

Keywords: Embedded, Electric vehicles, Elderly

1. บทนำ

ในปัจจุบันจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก ซึ่งรัฐบาลไทย และต่างชาติได้ตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้ [1] จึงมีความพยายาม และมีการรณรงค์อยู่ทุกวันให้ทุกคนตระหนักเข้าใจ และพร้อมดูแลผู้สูงอายุให้สามารถใช้ชีวิตได้อย่างคนปกติ

รถไฟฟ้าก็เป็นเครื่องมือที่จำเป็นของผู้สูงอายุ และผู้บกพร่องทางร่างกายส่วนล่างก็สามารถใช้งานเพื่อดำรงชีวิตอย่างปกติสุข รถสามล้อไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุและผู้พิการในประเทศไทยได้รับความนิยมมากขึ้น ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศกว่าร้อยละ 80 และที่เหลือเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นในประเทศ

สมองกลฝังตัว (Embedded System) [2] คือระบบประมวลผลที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ ในปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้มีการพัฒนามากขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่เห็นได้ชัดเช่นโทรศัพท์มือถือ และในระบบสมองกลฝังตัวยังมีการใส่ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ แตกต่างกันไปอีกด้วย และนำมาใช้ร่วมกับ PWM และ H Bridge เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการการควบคุมมอเตอร์สำหรับรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์รถไฟฟ้าโดยทั่วไป พบว่ามีข้อด้อยในการควบคุม เช่น การควบคุมความเร็วแบบไม่สามารถกลับทางมอเตอร์ได้ การควบคุมความเร็วและทิศทางมอเตอร์โดยใช้รีเลย์ ระบบการหยุดรถหรือระบบเบรกเป็นแบบแรงกล การดูแลรักษาทำได้ยาก เนื่องจากความหลากหลายรูปแบบในการควบคุม

ดังนั้นบทความวิจัยนี้ นำเสนอชุดควบคุมรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุด้วยอาดูโน่ นาโน ควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบเอช-บริดจ์ ที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย เมื่อเทียบกับการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยทั่วไป สามารถควบคุมการเดินหน้าถอยหลัง ระบบการหยุดด้วยไฟฟ้า ควบคุมความเร็วในทางปกติ และในการขึ้นลงทางลาดชันด้วยสมองกลฝังตัว มีระบบเบรกไฟฟ้า รักษาระดับความเร็วรถขณะลงทางลาดชัน และสามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยคันเร่งเพียงอย่างเดียว

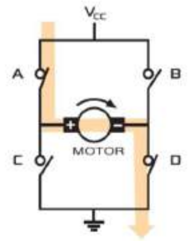
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบฝังตัว (Embedded system)

ระบบฝังตัวนั้นเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถตั้งโปรแกรมหรือไม่ใช้โปรแกรมเพื่อดำเนินการจัดระเบียบและทำงานเดี่ยวหรือหลายรายการตามแอพพลิเคชันได้ ซึ่งระบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณอินพุตจากผู้ใช้และการตรวจวัดต่างๆ เข้ามาประมวลผลตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดในโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเฉพาะงานหรือชุดของกฎหรือโค้ดที่ฝังลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ (Firmware) เพื่อนำเอาต์พุตไปควบคุมอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ให้มีการทำงานอย่างถูกต้องและแม่นยำ [3]

2.2 วงจรเอช-บริดจ์

วงจรเอช-บริดจ์ (H-Bridge) [4] เป็นวงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์มีลักษณะคล้ายอักษรภาษาอังกฤษตัวเอช (H) วงจรแสดงดังรูปที่ 1 หลักการทำงานของวงจรประกอบไปด้วยสวิตซ์ 4 ตัวคือ A, B, C และ D โดยมีมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นโหลดของวงจรในสภาวะเริ่มต้นสวิตซ์ทุกตัวถูกเปิดออก (Off) จะไม่มีกระแสไหลผ่านมอเตอร์ วงจรขับมอเตอร์แบบ H-Bridge จะใช้เพาเวอร์มอสเฟตซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Device) ที่สามารถนำคุณสมบัติของการคัตออฟ (Cut-Off) และการอิ่มตัว (Saturation) มาประยุกต์ใช้งานทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัด-ต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้ และที่สำคัญเพาเวอร์มอสเฟตสามารถใช้ในงานที่มีกำลังสูง และความเร็วมากกว่า ทำให้ใช้กับ PWM เพื่อควบคุมความเร็ว ควบคุมการเบรก และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



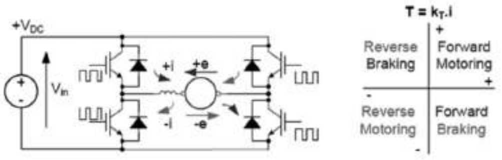
รูปที่ 1 วงจรพื้นฐาน เอช-บริดจ์

2.3 การควบคุมความเร็วและทิศทางมอเตอร์ด้วย PWM

ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์จะใช้ PWM เพื่อสลับค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างบวกและลบ มอเตอร์จะได้รับแรงดัน "เฉลี่ย" ที่มีประสิทธิภาพซึ่งแรงดันเฉลี่ย (V_{AV}) ที่มอเตอร์ได้รับ จะขึ้นอยู่กับค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty cycle) ตามสมการที่ 1 [5]

$$V_{AV} = (2*DC - 1)*V_{OUT} \quad (1)$$

เมื่อ DC หมายถึง ดิวตี้ไซเคิล V_{OUT}คือแรงดันที่จ่ายให้กับวงจรเอชบริดจ์ แรงดันเฉลี่ย V_{AV} จะแปรผันตรงกับค่าดิวตี้ไซเคิล ที่ดิวตี้ไซเคิล มากกว่า 50% ค่าเฉลี่ยจะเป็นบวก มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา ที่ดิวตี้ไซเคิลน้อยกว่า 50% ค่าเฉลี่ยจะเป็นลบมอเตอร์จะหมุนในทิศทางตรงข้าม และที่ดิวตี้ไซเคิลเท่ากับ 50% ค่าเฉลี่ยจะเป็นศูนย์จะเป็นการเบรกมอเตอร์ดังรูปที่ 2 ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางได้ง่ายโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสร้างสัญญาณ PWM และการทำงานของ Power MOSFET จะมีกำลังงานสูญเสียต่ำเนื่องจากมีการทำงานที่ความถี่ 10-40kHz



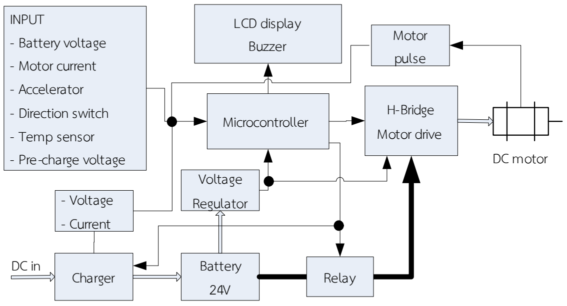
รูปที่ 2 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบเต็มรูปแบบ

ทิศทางการไหลของกระแสสามารถไหลได้ทั้งสองทิศทาง ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 4 รูปแบบคือ 1 เดินหน้า 2 ถอยหลัง 3 เบรกเดินหน้า และ 4 เบรกถอยหลังโดยใช้ผลของแรงดันเหนี่ยวนำย้อนกลับ (Back EMF)

3. การออกแบบชุดควบคุม

3.1 ส่วนประกอบของชุดควบคุม

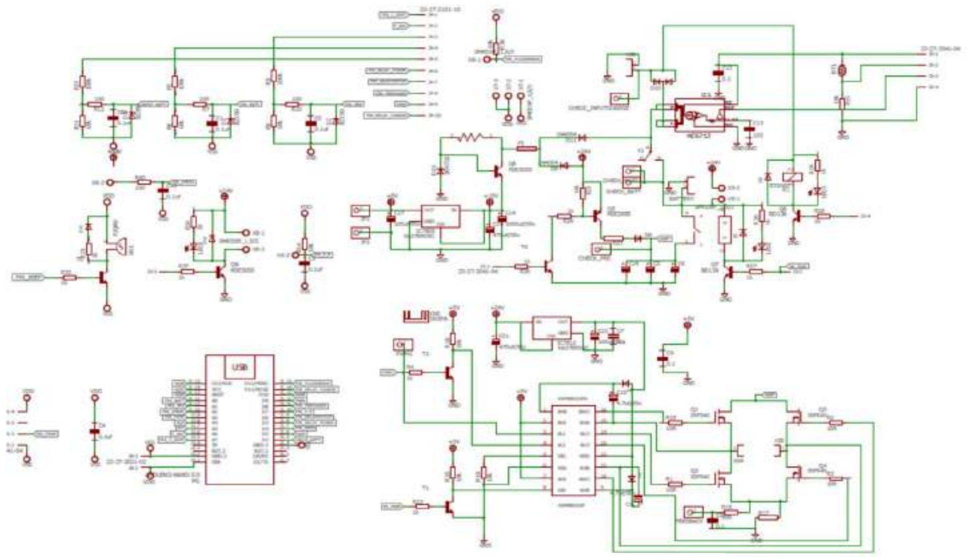
จากรูปที่ 3 ส่วนประกอบของระบบมีส่วนควบคุมหลักคือไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano [6] จะรับสัญญาณอินพุต ได้แก่ คันเร่ง สวิตช์เดินหน้า-ถอยหลัง อุณหภูมิของวงจร กระแสและแรงดันของแบตเตอรี่ เพื่อทำการประมวลผลของสัญญาณอินพุตตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ในการควบคุมเอาต์พุตได้แก่ มอเตอร์ เสียงเตือน และการควบคุมวงจรชาร์จแบตเตอรี่ดังวงจรสมบูรณ์ของระบบในรูปที่ 4



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของระบบ

3.2 การพัฒนาโปรแกรมควบคุม

การพัฒนาโปรแกรมชุดควบคุมรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุด้วย H-Bridge ได้ออกแบบ และแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ และโหมดการชาร์จแบตเตอรี่



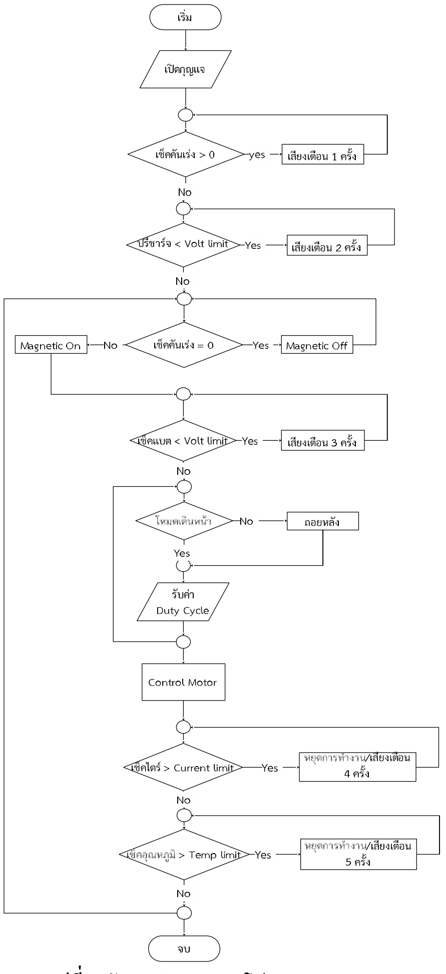
รูปที่ 4 วงจรควบควบคุมรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ

โหมดควบคุมการเคลื่อนที่ จะมีการตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ ตรวจสอบกระแส ตรวจสอบการกดคันเร่ง และอุณหภูมิของวงจรโดยประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ เริ่มจากการเปิดสวิตช์กุญแจเพื่อจ่ายไฟเข้ามาเลี้ยงวงจร จะมีการตรวจสอบความพร้อมของระบบได้แก่ ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ ตำแหน่งของคันเร่งและมีส่วนของการควบคุมการจ่ายกระแสให้กับภาคขับกำลังเพื่อเพื่อความปลอดภัย เมื่อมีการกดคันเร่งจะทำการนำอินพุตไปควบคุมส่วนของ PWM เพื่อส่งสัญญาณไปยังวงจรขับมอเตอร์แบบเอช-บริดจ์ [7] พร้อมทั้งมีการตรวจสอบแรงดันและกระแสที่ใช้ในการหมุนของมอเตอร์ รวมถึงอุณหภูมิของวงจร หากมีความผิดปกติเกิดขึ้น จะมีเสียงเตือนให้ผู้ใช้ได้ทราบ ดังแสดงผังการทำงานของโปรแกรมระบบในรูปที่ 5

โหมดการชาร์จไฟให้กับแบตเตอรี่ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเปลี่ยนหน้าที่จากการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ มาทำหน้าที่ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่แทนโดยมีการควบคุมแรงดันและกระแสให้เหมาะสมกับแบตเตอรี่ และป้องกันแบตเตอรี่เสียหายจากการชาร์จเกิน

4. ผลการทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็นสองแบบคือ การทดลองทางเรียบและการทดลองทางลาดชัน โดยการทดลองทางเรียบจะทดลองโดยให้ผู้ทดลองที่มีน้ำหนัก 50, 60, และ70 กิโลกรัม ขับรถไปในระยะทาง 50 เมตร โดยการเริ่มจาก 0 ถึงความเร็วสูงสุด จากนั้นจะวัดกระแสเทียบกับค่าดิวตี้ไซเคิล ผลการทดสอบเป็นตามกราฟดังรูปที่ 6

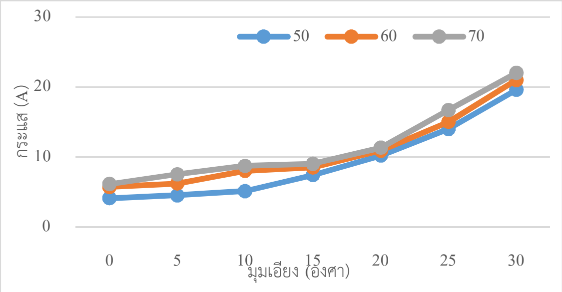


รูปที่ 5 ผังการทำงานของโปรแกรมระบบ

จากผลการทดลองพบว่าที่ค่าดิวตี้ไซเคิลมากกว่า 50% กระแสจะเพิ่มขึ้นทางบวกและรถจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และที่ค่าดิวตี้ไซเคิลน้อยกว่า 50% กระแสจะเพิ่มขึ้นทางลบและรถจะเคลื่อนที่ไปข้างหลัง ทั้งนี้ได้มีการกำหนดให้ความเร็วในการถอยหลัง ให้มีความเร็วต่ำกว่าเดินหน้าเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่ และผลการทดสอบ ระยะเวลาจาก 0 ถึง ความเร็วสูงสุด 5 km/h อยู่ที่ 3 วินาที การกินกระแส 6.6 แอมป์ ดังแสดงในตารางที่ 1

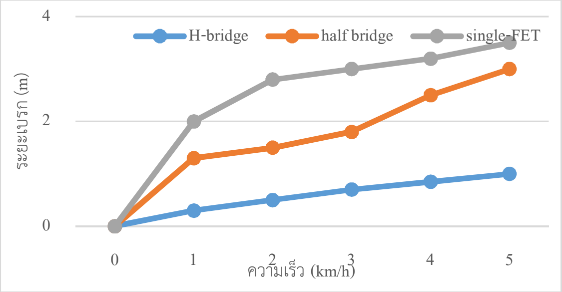
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ ระยะเวลาจาก 0 ถึง ความเร็วสูงสุด

การทดสอบ	น้ำหนักผู้ทดสอบ (กิโลกรัม)		
	50	60	70
ระยะเวลาจาก 0 ถึง ความเร็วสูงสุด (วินาที)	2.74	2.86	3.09
กระแสที่ใช้ (A)	5.92	6.52	6.62



รูปที่ 6 ผลการทดสอบกระแสขณะขึ้นทางลาดชัน

ผลการทดสอบกระแสสูงสุดขณะขึ้นทางลาดชันจะใช้ผู้ทดสอบที่น้ำหนัก 50, 60, และ 70 กิโลกรัม ที่ความเอียงระดับต่างๆ ดังรูปที่ 6 ผลการทดสอบสามารถขึ้นทางชันได้สูงสุด 30 องศากระแสสูงสุด 22 แอมป์



รูปที่ 7 ผลการทดสอบระยะหยุดรถ

จากผลการทดลองพบว่า ในการหยุดรถด้วยการเบรกมอเตอร์วงจร H-bridge ทำให้ความเร็วลดลงและหยุดได้ในระยะทางที่สั้นและปลอดภัยสำหรับผู้ขับขี่มากกว่าการควบคุมมอเตอร์แบบอื่นๆ ดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าที่ความเร็ว 5km/h สามารถหยุดรถได้ในระยะ 1 เมตร

5. สรุป

บทความวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการสร้างชุดควบคุมรถไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ นาโน ทำงานร่วมกันกับวงจรควบคุมมอเตอร์แบบ เอช-บริดจ์ (H-Bridge) มีคุณลักษณะคือสามารถควบคุมความเร็ว ทิศทางการหมุนของมอเตอร์การเดินหน้าถ้อยหลัง ลงทางลาดชัน และการหยุดรถด้วยคันเร่งเพียงอย่างเดียวได้ในระยะทาง 1 เมตร

เอกสารอ้างอิง

[1] สุดารัตน์ สุดสมบูรณ์.“สวัสดิการสังคมของผู้สูงอายุในประเทศไทย” วารสารเทคโนโลยีภาคใต้ปีที่ 7.ฉบับที่ 1 มกราคม 2557

[2] Michael Barr. "Embedded Systems Glossary". Neutrino Technical Library. Retrieved 2007-04-21.

[3] Heath, Steve (2003). Embedded systems design. *EDN series for* design engineers (2 ed.). Newnes. p. 2. ISBN 978-0-7506-5546-0. An embedded system is *a* microprocessor based system that is built to control a function or a range of functions.

[4] Rohm.(2018).Controlling DC Brush Motors with H-Bridge Driver ICs [Online]. Available http: //www.rohm.com/documents/11308 /12928/100260.H-RDG_WP_Jan09.pdf

[5] Northern mechatronics Wiki.(2018).H-bridge and PWM [Online]. Available http://hades.mech.northwestern.edu /images/8/84/ ProjectW2011.pdf

[6] Arduino. (2018). Arduino[Online]. Available https:// www. arduino.cc/en/Guide/Arduino Nano

[7] Intersil. (2018). HIP4082datasheet[Online]. available https://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/hip4/hip4082.pdf

[8] Jian Zhang and Guoli Li, “Design of a Two-wheeled Self-balance Personal Transportation Robot,” IEEE 11th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA),pp.225-228, 2016.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้า และจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง

Design and construction robots for automated storage/retrieval system in multiple locations

เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1] สุทธิดา ท่าดีสม[1] สุทธิดา จินดากาศ[1] ประภาพร ดวงลูกแก้ว[1] วัชระ วัธนารวี[1] ธเนศ คณะดี[2] กมล บุญล้อม[2]

[1]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com

[2]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776-395

บทคัดย่อ

ในการพัฒนาออกแบบ และสร้างการออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้า และจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งได้ทำการออกแบบระบบโดยมีหลักการพิจารณาออกแบบ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์ และชั้นจัดวางสินค้า ส่วนที่ 2 ตรวจสินค้ารับเข้าและจ่ายออกโดยใช้อาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง (Long range active RFID) ในการจัดการสินค้าคงคลังแบบกำหนดสถานะของสินค้าพร้อมกันหลายชนิด ส่วนที่ 3 ส่วนประมวลผล และควบคุม

จากการทดลองหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้า และจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งโดยการกำหนดสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้น จากผลการทดสอบโดยพิจารณาผลจากการตัดสินใจในการเปลี่ยนตำแหน่งในการนำเข้า และนำออกที่ได้จาก minπ โดยมีข้อกำหนดของระยะทางและพลังงานที่ใช้ เมื่อพิจารณาผลของระยะทางรวม พลังงานรวมของการนำสินค้านำออก และนำเข้าน้อยที่สุด โดยการนำหลักการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมาใช้ผลที่ได้สามารถลดเวลาในการตรวจเช็คสินค้า ในการตรวจรับ และจ่ายออก ของคลังสินค้า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าให้ถูกต้องและรวดเร็ว

คำสำคัญ: ระบบโลจิสติกส์อัจฉริยะ หุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ อาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง การรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง

Abstract

Design and construction robots for automated storage/retrieval system in multiple locations, Admission design of the system is divided into three parts. The first part is the structure of the robot. Part 2: Inspection of input and output goods using RF spectrum (Long range active RFID) for multi-item inventory management, 3 processing and control.

The results of the experiment for automated storage systems, Admission and pay off the goods in multiple locations by removing the goods, and import 1, 2 and 3 pieces from the results of the results of the decision to change the position in the import, and get out of the minπ with distance requirements. And energy used, considering the effect of total distance. Total power of removal and import is minimal. By applying the principle of automatic storage, the result can be reduced time to check the goods in the inspection and pay out of the warehouse can increase the efficiency of the input and output of the product accurately and quickly.

Keywords: Intelligent logistic system, Robots for automated storage/retrieval system, long range active RFID, Storage/Retrieval in multiple locations

บทนำ

เนื่องจากโรงงานในปัจจุบันมีคลังสินค้าขนาดใหญ่และเพราะมีพื้นที่มีขนาดใหญ่และกว้างจึงมีชั้นวางสินค้า (Shelf) เพื่อวางหรือจัดเก็บสินค้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งหลายๆโรงงานอาจจะไม่ได้มีสินค้าวัตถุดิบหรือส่วนประกอบในการผลิตแค่เพียงชนิดเดียวที่จัดเก็บไว้ในคลังสินค้า และเพราะมีพื้นที่ขนาดใหญ่จึงมีเส้นทางที่หลากหลายเส้นทางที่สามารถไปยังชั้นวางสินค้าได้ เพราะมีเส้นทางที่หลากหลายทำให้การจัดเก็บสินค้านั้นพนักงานมักจะใช้วิธีการจัดเก็บสินค้าโดยการนำสินค้าไปจัดเก็บในชั้นวางที่ละอย่างและกลับมานำสินค้าชิ้นถัดไปเพื่อจัดเก็บเป็นลำดับต่อไปโดยไม่มีการคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุดหรือน้ำหนักของสินค้า ซึ่งสิ่งที่กล่าวมาในข้างต้นทำให้บางโรงงานมีปัญหาทางด้านการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทไปยังตำแหน่งต่างๆ โดยสินค้าในคลังอาจจะมี

หลายประเภททำให้ตำแหน่งของชั้นวางของสินค้ามีจำนวนมาก ทำให้พนักงานเสียเวลาในการค้นหาชั้นวางสินค้าในแต่ละตำแหน่ง เพื่อที่จะทำการจัดเก็บสินค้าต่างๆหรือรวมไปถึงการค้นหาสินค้า วัตถุดิบและส่วนประกอบในการผลิตเป็นเวลานานซึ่งส่งผลทำให้เสียเวลาในการทำงานของพนักงาน

จากปัญหาดังกล่าวและลักษณะงานที่ดำเนินการในปัจจุบัน ทำให้ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ทำการสร้างระบบจัดการจัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติแบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งโดยการควบคุมจากเงื่อนไขระยะทางและพลังงาน ระบบนี้สามารถแก้ไขปัญหาในการจัดเก็บสินค้าและค้นหาสินค้าในคลังสินค้า ในหลายตำแหน่งได้ โดยคำนึงจากระยะทางและพลังงานที่ใช้น้อยที่สุดในการตัดสินใจ ร่วมกับขั้นตอนการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบ และวิเคราะห์การสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง

2. สร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง ในรูปแบบกลไกของการเคลื่อนที่จากระยะทาง และพลังงานที่ใช้น้อยที่สุดในการตัดสินใจในการนำสินค้าเข้าและออกจากชั้นวาง

3. เพื่อสร้างองค์ความรู้และเอกสารคู่มือที่ใช้ในการออกแบบการสร้าง รวมถึงระบบควบคุม และทำการถ่ายทอดไปยังบุคลากรรวมถึงการให้คำปรึกษาแก่ผู้ประกอบการให้เกิดความเข้มแข็งและความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม ในระดับนานาประเทศต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินงาน

แนวทางในการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการจัดเก็บสินค้า แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งภายในคลังสินค้าภายในพื้นที่ และความเหมาะสมในการตรวจรับ และจ่ายออกในรูปแบบต่างๆ

2.รวบรวมข้อมูลในด้านระบบการจัดเก็บสินค้าเพื่อที่จะทำการแยกปัญหา และสาเหตุที่เกิดขึ้นกับการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้ามีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานให้ชัดเจน

3.ศึกษาตัวแปรต่างๆที่สำคัญต่อการระบบการจัดเก็บสินค้าเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

4.นำข้อมูลเบื้องต้นมาใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการนำเทคโนโลยีมาใช้

5.ทำการสร้างอุปกรณ์ ที่ใช้เทคโนโลยีระบบการจัดเก็บสินค้ามาช่วยในการออกแบบคลังสินค้า โดยหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง

6. ทำการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้ามาช่วยในการออกแบบคลังสินค้า โดยหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งที่ได้ทำการออกแบบไว้โดยวิธีการที่เหมาะสม

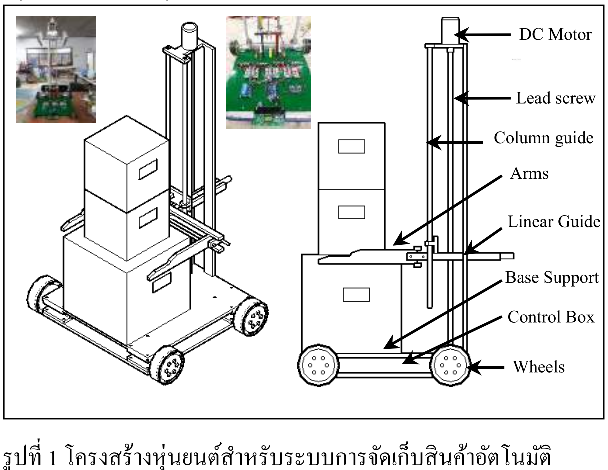
7.วิเคราะห์ผลการวิจัยที่ได้และจัดทำเป็นเอกสารเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ ใช้กับกลุ่มผู้ประกอบการคลังสินค้า และกลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษา

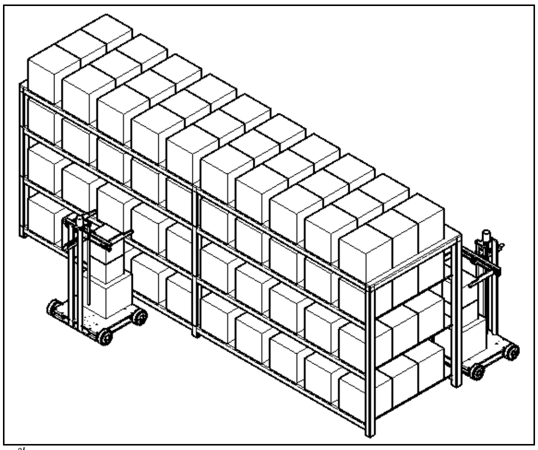
จากการออกแบบ และทำการสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่ง โดยมีหลักการพิจารณาออกแบบ 3 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 ส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์ และชั้นจัดวางสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ส่วนที่ 2 ตรวจสินค้ารับเข้าและจ่ายออกโดยใช้อาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง (Long range active RFID) ในการจัดการสินค้าคงคลังแบบกำหนดสถานะของสินค้าพร้อมกันหลายชนิด ซึ่งใช้กำหนดสถานะโดยศึกษาผลกระทบของตัวแปรที่มีผลต่อระบบการตรวจสินค้าในกระบวนการจัดเก็บสินค้าที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า ดังต่อไปนี้

- ขนาด รูปทรง และตำแหน่งการจัดเก็บ
- ปริมาณของคงค้าง วันเวลาที่อยู่ในระบบ
- สภาวะในการรับสินค้าในกระบวนการจัดเก็บสินค้า

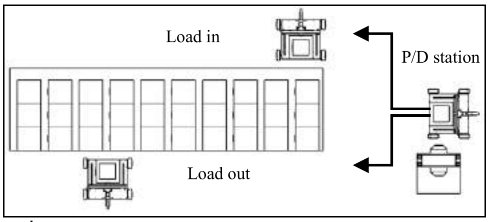
ส่วนที่ 3 ส่วนประมวลผล และควบคุม โดยจากทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ มอเตอร์ และโซลินอยส์วาล์วให้สามารถทำงานได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยได้ผลการคำนวณเพื่อใช้ในการตัดสินใจจากอัลกอริทึมไดค์สตรา โดยสามารถตอบสนองต่อการจัดการสินค้าคงคลังในรูปแบบการควบคุมสินค้าแบบเข้าก่อน-ออกก่อน (First In First Out)



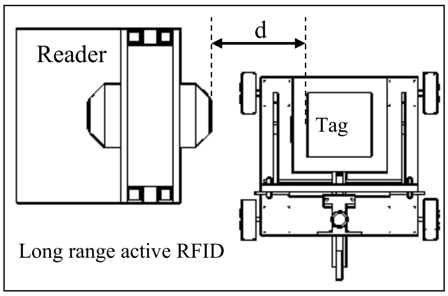
รูปที่ 1 โครงสร้างหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 2 ชั้นจัดวางสินค้ารูปแบบการควบคุมสินค้าแบบเข้าก่อน-ออกก่อน



รูปที่ 3 ฝั่งขาเข้า และ ฝั่งขาออกของการจัดเก็บสินค้า



รูปที่ 4 ตำแหน่งอาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง และระยะการอ่าน

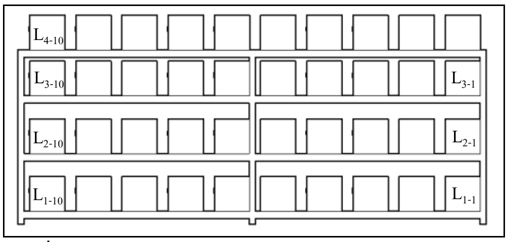
ผู้วิจัยจะได้นำเทคโนโลยี RFID (Radio frequency identification) แบบ (Long range active RFID) เข้ามาใช้ในระบบคลังสินค้าเข้ามาแทนรูปแบบการแสกนบาร์โค้ด เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง สะดวก รวดเร็ว และสามารถลดขั้นตอนในการตรวจเช็คลงได้อีก และเป็นการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการตรวจนับสินค้าแทนพนักงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเนื่องจาก RFID สามารถ จะทำให้การทำงานต่อเนื่อง สามารถอ่านTag ที่ถูกปิดบังได้ สามารถอ่าน Tag ทีละหลายๆตัวได้ สามารถอ่าน Tag ที่เคลื่อนที่ได้ ในส่วนของ Tag มีความทนทานต่อความเปียกชื้น และการกระแทก เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งได้กำหนดระยะการอ่านจากการทดสอบโดยใช้ระยะ d ในการอ่านสินค้าจำนวน 3 ชิ้นพร้อมกันดังแสดงในรูปที่ 4 และตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความการอ่านข้อมูลกับระยะห่าง

ระยะห่าง d / จำนวนสินค้า	50 cm.	75 cm.	100 cm.	120 cm.
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าการใช้อาร์เอฟไอดีแบบคลื่นความถี่สูงยิ่ง รับเข้าและจ่ายออกของสินค้าให้ถูกต้องและรวดเร็วแม่นยำ ซึ่งทางผู้วิจัยได้กำหนดระยะทางของ d ที่ใช้ในการออกแบบคลังสินค้าเข้าไว้ที่ 75 cm. เนื่องจากรูปแบบของโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์และความเหมาะสมในการติดตั้ง

การออกแบบชั้นวางสินค้าสำหรับการทดสอบดังแสดงในรูปที่ x โดยมีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 5x1x1.5 m โดยสามารถจัดเก็บสินค้าได้ที่ 120 ชิ้น ในการกำหนดตำแหน่งของการจัดเก็บสินค้า เข้า ออก กำหนดจากฝั่งขาเข้า (in) และ ฝั่งขาออก (out) และชั้นในลำดับต่างเช่น ตำแหน่งขาเข้าชั้นที่ 3 ตำแหน่งที่ 8 เป็น $L_{3\text{-}8\text{-}in}$ ตำแหน่งขาออกชั้นที่ 2 ตำแหน่งที่ 5 เป็น $L_{2\text{-}5\text{-}out}$ ซึ่งในชั้นและลำดับของฝั่งขาเข้า และ ฝั่งขาออกจะอยู่ฝั่งตรงกันข้ามกันดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 3



รูปที่ 5 การกำหนดตำแหน่งของการจัดเก็บสินค้า เข้า ออก

เพื่อให้ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดและมีขั้นตอนวิธีที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากจนเกินไป Dijkstra's algorithm สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ร่วมกับการใช้พลังงานน้อยที่สุด โดยจะกำหนดค่าเป็น $\min\pi = w_1 d_{ij} + w_2 e_{ij}$ ซึ่งพิจารณาหาค่าต่ำสุดของ π โดยขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างตำแหน่งของสินค้า(d_{ij}) และพลังงานที่ต้องสูญเสียไประหว่างการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง (e_{ij}) โดยกำหนดให้มีค่าความสำคัญที่เท่ากันซึ่งกำหนดให้ $w_1 = w_2 = 0.5$

ในการกำหนดค่าน้ำหนักของสินค้าที่ใช้ในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 6 ระดับของน้ำหนักได้แก่สินค้า A (5kg), B(3kg), C(2kg), D(1kg), E (0.5kg) และ F (0.25kg) และกำหนดให้มีปริมาตรที่แตกต่างกัน 3 ระดับดังนี้ G ($0.027m^3$), H ($0.0156m^3$) และ I ($0.008m^3$)

การทดสอบการจัดเก็บสินค้า เข้า ออก โดยการกำหนดให้มีการนำสินค้านำออก และนำเข้าในจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้นโดยทำการสุ่ม(ในลักษณะของคำสั่งซื้อ)จากสินค้า A, B, C, D, E และ F (การจัด

ว่างอยู่ในลักษณะสุ่ม) จากสินค้าที่วางอยู่บนชั้นเก็บดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การนำสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้น

จำนวน สินค้าออก/เข้า	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	E	C	A
2	B , D	A , C	E , F
3	A , E , D	B , C , F	B , E , D

ตารางที่ 3 ตำแหน่งของการนำสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้น

จำนวน สินค้าออก/เข้า	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	L_{2-5}	L_{1-8}	L_{3-7}
2	L_{1-6} , L_{3-2}	L_{4-3} , L_{2-8}	L_{3-10} , L_{1-5}
3	L_{2-1} , L_{3-6}, L_{4-7}	L_{3-5} , L_{1-8}, L_{2-3}	L_{4-2} , L_{1-3}, L_{2-10}

เมื่อทำการหาระยะทางรวมของการนำสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้นเมื่อมีการทำงานของระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะทางรวมของการนำสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น , 2 ชิ้น และ3 ชิ้น

จำนวน สินค้าออก/เข้า	ครั้งที่ 1 (m.)	ครั้งที่ 2 (m.)	ครั้งที่ 3 (m.)
1	16.5 (OUT)	22.5 (OUT)	21.5 (OUT)
	16.5 (IN)	22.5 (IN)	21.5 (IN)
2	31.5 (D,B) (OUT)	35.25 (C,A) (OUT)	30.25 (F,E) (OUT)
	31.5 (D,B) (IN)	33.75 (A,C) (IN)	29.25 (E,F) (IN)
3	40.5 (D,E,A) (OUT)	39.75 (B,C,F) (OUT)	37.5 (B,D,E) (OUT)
	40.5 (D,E,A) (IN)	37.5 (B,F,C) (IN)	37.5 (B,D,E) (IN)

ต้นทุนในการสร้างหุ่นยนต์ ในการสร้างหุ่นยนต์จัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติ ราคาประมาณ 22,133 บาท และค่าใช้จ่ายในการสร้างโปรแกรม 2,000 บาท วัสดุในการสร้างชั้นวางสินค้า 2,700 บาท และค่าใช้จ่ายจิปาฐะอื่น ๆ 3,000 บาท รวมเป็นเงินประมาณ 29,833 บาท

วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้า และจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งโดยการกำหนดสินค้านำออก และนำเข้าจำนวน 1 ชิ้น, 2 ชิ้น และ3 ชิ้น จากผลการพิจารณาผลที่ได้จาก minπ ได้ระยะทางรวม พลังงานรวมของการนำสินค้านำออก และนำเข้าน้อยที่สุดดังที่ได้กล่าวมาดังนั้นการนำหลักการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติมาใช้ผลที่ได้สามาถลดเวลาในการตรวจเช็คสินค้า ในการตรวจรับ และจ่ายออก ของคลังสินค้า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าให้ถูกต้องและรวดเร็วแม่นยำ และเป็นการส่งเสริมให้มีการนำหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งเข้ามาช่วยในกระบวนการออกแบบ และพัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้มแข็งและความร่วมมือของหน่วยงานในภาครัฐ และผู้ประกอบการซึ่งได้แก่ สถาบันการศึกษาหน่วยงานวิจัยในการพัฒนา และผู้ประกอบการภายในท้องถิ่นให้สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติ

ข้อเสนอแนะ

นำหุ่นยนต์สำหรับระบบการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ แบบการรับเข้าและจ่ายออกของสินค้าในหลายตำแหน่งไปประยุกต์ใช้กับสถานประกอบการในพื้นที่ และสามารถในไปประยุกต์ใช้กับการทำงานที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] G. Ghiani, G. Laporte, R. Musmanno. 2004. Introduction to Logistics Systems Planning and Control. John Wiley & Sons Ltd.
[2] Baker, P. and Halim, Z. An exploration of warehouse automation implementations: cost, service and flexibility issues, Supply Chain Management: An International Journal, 2007, Vol 12(2) pp129-138.
[3] Adams, N.D., Brown, T.W., Firth, R.V.D. and Misenheimer, L.P. (1996), Warehouse and Distribution Automation Handbook, McGraw-Hill, New York.
[4] Dadzie, K.Q. and Johnston, W.J. (1991), “Innovative automation technology in corporate warehousing logistics”, Journal of Business Logistics, Vol.12, No.1, pp.63-82.
[5] ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์, การออกแบบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี, มปป. ศูนย์เทคโนโลยีอิเลกทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
[6] ชาตรี ธรรมเนียม สมมาตร สิริวิริยะกูล ภัทรพงศ์ เหลืองทองคำ. 2554.ศึกษาและออกแบบการพัฒนาระบบการ จัดการสินค้าคงคลังด้วยเทคโนโลยี RFID. ประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554, มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า

Loading conditions Alert System for load weight of the truck in transportation

ประเวช อนันเอื้อ[1] เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1] มาริษา ฟองคำ[1] ขวัญเรือน สินณรงค์[1] นคร ไชยวงศ์ศักดา[1] ชยากร พุทธกำเนิด[1] กมล บุญล้อม[2]
[1]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com
[2]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776-395

บทคัดย่อ

ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า โดยการติดตั้งอุปกรณ์ Ultrasonic sensor proximity detection ซึ่งมีช่วงการวัดอยู่ที่ 4 cm – 250 cm. มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ ±0.05 cm ทั้งล้อทั้ง 4 ด้านโดยติดที่ด้านบนให้เหนือตำแหน่งชุดรองรับน้ำหนักโดยได้ทำการออกแบบให้ติดในตำแหน่งด้านข้างของชุดโครงด้านหน้า และหลัง โดยได้ทำการทดสอบในการติดกับรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ ที่ใช้งานที่ภาระน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 11,000 kg

ผลการวิเคราะห์กรณีการตรวจวัดระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะคงที่ ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้านั้นมีความแม้นยำและใกล้เคียงกับภาระน้ำหนักจริงซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ -0.39 โดยสามารถประมาณภาระน้ำหนักที่บรรทุกได้น้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.39 เปอร์เซ็นต์ กรณีระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์ระยะการยุบตัวเมื่อระบบเข้าสู่ช่วงการตอบสนองแบบคงตัว ค่าที่ได้จากแบบจำลองจะมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการทดสอบโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ล้อหน้าที่ 7.40 และล้อหลังที่ 6.02 และผลจากการทดสอบกับรถบรรทุกหกล้อที่น้ำหนัก 6,890 kg มีเปอร์เซ็นต์ของการวัดที่ -1.448 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ระบบแจ้งเตือน ภาระน้ำหนัก รถบรรทุก การขนส่งสินค้า

Abstract

Loading conditions Alert System for load weight of the truck in transportation handling Ultrasonic sensor proximity detection with a measurement range of 4 cm - 250 cm. With a tolerance ±0.05 cm. on both sides of the wheel, mounted on the top above the weight position. Mounted in the lateral position of the front and rear frame, tested for attachment to a 6-wheel truck operated at a load of no more than 11,000 kg

The results of the experiment for static load case study. Truck weight warning system is very similar to the actual weight load, with a mean error of -0.39. The load factor is less than the actual load of 0.39 percent. And dynamics load case study into a steady state response. The value obtained from the model is greater than the value obtained from the test, with an average error of 7.40 on the front wheel and 6.02 on the rear wheel and the test results with a 6,890 kg for truck had a measured percentage of -1.448 percent.

Keywords: Loading conditions Alert System, Load weight, Truck, Transportation

บทนำ

ศูนย์กระจายสินค้า Rdc ลำพูน บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน มีหน้าที่ในการกระจายสินค้าให้กับร้านสาขา 7-11 ทั่วพื้นที่ภาคเหนือ 12 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด ลำพูน ลำปาง เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ ตาก พิษณุโลก และสุโขทัย โดยทางร้านสาขา 7-11 มีพื้นที่ตั้งอยู่ทั้งในตัวเมือง พื้นที่สูง ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดหลากหลายด้าน เช่น การจราจร เส้นทางในการขึ้นภูเขา เป็นต้น ในปัจจุบันศูนย์กระจายสินค้ามีการกระจายสินค้า ใช้ประเภทรถบรรทุกในการขนส่ง คือ รถบรรทุก 4 ล้อและรถบรรทุก 6 ล้อ โดยการใช้รถตู้บรรทุกสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังร้านสาขา พบว่าในแต่ละเที่ยวที่รถตู้บรรทุกสินค้าไปส่งสินค้าไปยังร้านค้าสาขาที่อยู่พื้นที่สูง จะบรรทุกสินค้าจะไม่เต็มตู้ เนื่องจากผู้ขับรถบรรทุกปฏิเสธที่จะบรรทุกสินค้าเต็มตู้รถบรรทุก เพราะเส้นทางในการขนส่งสินค้าเป็นทางเขาลาดชัน ทำให้ยากต่อการขับขี่และต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากในการขับขี่ นอกจากนี้ น้ำหนักของสินค้าที่ต้องบรรทุกรวมกับน้ำหนักของรถบรรทุกยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ

การขับขี่ของผู้ขับรถบรรทุก จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมาจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการขนส่งเพิ่มขึ้น เป็นต้น

จากการพิจารณาถึงปัญหาการบรรทุกสินค้าไม่เต็มตู้รถบรรทุก ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายเพื่อผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะหาวิธีในการคำนวณหาน้ำหนักของสินค้าที่จะบรรทุกในตู้รถบรรทุกที่รถบรรทุกสามารถจะบรรทุกที่พื้นที่สูงได้ มีเทคโนโลยีที่สามารถจะส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีการบรรทุกสินค้าเกินกว่าที่คำนวณไว้ และเกินกว่าที่รถบรรทุกสามารถรับได้ ซึ่งผลจากการปรับปรุงจะทำให้ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้มีระบบการขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และลดระยะเวลาในการขนส่ง

วัตถุประสงค์

ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ในการหาน้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกสินค้าได้และมีการแจ้งเตือน เพื่อหาน้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนการดำเนินงาน

แนวทางในการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในบรรทุกสินค้าสำหรับขนาดรถบรรทุกขนาดต่างที่ภาระ การบรรทุก ภาระน้ำหนัก ความสมดุลของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้าในรูปแบบต่างๆ

2.รวบรวมข้อมูลในด้านการตรวจสอบ และระบบที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำการแยกปัญหา และสาเหตุที่เกิดขึ้นกับการขนส่งให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน

3.ศึกษาตัวแปรต่างๆที่สำคัญต่อระบบรับน้ำหนักสำหรับขนาดรถบรรทุกขนาดต่างที่ภาระ การบรรทุก ภาระน้ำหนัก ความสมดุลเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

4.นำข้อมูลเบื้องต้นมาใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการนำเทคโนโลยีมาใช้

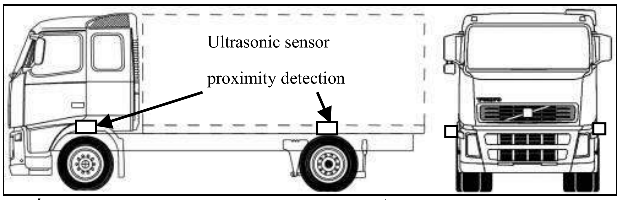
5.ทำการสร้างอุปกรณ์ ที่ใช้เทคโนโลยีที่สะดวก และประหยัดมาใช้ในการขนส่งสินค้ามาช่วยในการออกแบบระบบแจ้งเตือนสภาวะการบรรทุก ภาระน้ำหนัก ความสมดุลของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า

6. ทำการปรับปรุงการระบบการแจ้งเตือนการขนส่งสินค้ามาช่วยในการแจ้งเตือนสภาวะการบรรทุกที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยวิธีการที่เหมาะสม

7.วิเคราะห์ผลการวิจัยที่ได้และจัดทำเป็นเอกสารเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ ใช้กับกลุ่มผู้ประกอบการขนส่งสินค้าและกลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษา

จากการออกแบบ ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ Ultrasonic sensor proximity detection ซึ่งมีช่วงการวัดอยู่ที่ 4 cm – 250 cm. มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ ±0.05 cm ทั้งล้อทั้ง 4 ด้านโดยติดที่ด้านบนให้เหนือตำแหน่ง sprung โดยได้ทำการออกแบบให้ติดในตำแหน่งด้านข้างของชุดโครงด้านหน้า และหลังดังแสดงในรูปที่ 1 โดยได้ทำการทดสอบในการติดกับรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ ที่ใช้งานที่ภาระน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 11,000 kg โดยจะทำการตรวจวัดการยุบตัวลงของบริเวณล้อทั้ง 4 ด้านโดยนำมาแสดงในหน้าจอแสดงผล จากนั้นจำทำการปรับค่าระยะการยุบตัวเป็นค่าของน้ำหนักที่บรรทุกโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างการยุบตัวกับภาระน้ำหนักที่กระทำ



รูปที่ 1 รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ ที่ใช้งานที่ภาระน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 11,000 kg และตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้ง Ultrasonic sensor

ในระบบรองรับน้ำหนัก(Suspension System) คือระบบการใช้สปริง โช้คอัพ แหนบ และแกนต่อต่างๆ ที่ใช้เป็นตัวรองรับหรือคั่นกลางระหว่างโครงรถ (Frame) ตัวถัง (Body) เครื่องยนต์และระบบขับเคลื่อนก่อนที่จะส่งผ่านไปยังล้อรถ และทำหน้าที่ลดแรงกระแทกเมื่อถนนขรุขระ ระบบรองรับน้ำหนักมีหลายแบบ แต่ละแบบทำหน้าที่รับน้ำหนักของอุปกรณ์ตลบอดจนน้ำหนักบรรทุก ซึ่งจะอยู่ด้านบนสปริง เรียกว่าน้ำหนักเหนือสปริง (Sprung Weight) เป็นน้ำหนักที่สปริงไม่ได้รองรับน้ำหนักส่วนนี้ ได้แก่ ล้อและยาง (Wheel and Tire) ห้ามล้อ และชุดเพลาท้าย (Rear Axle) หลักการของระบบรองรับน้ำหนักรถยนต์ มีดังนี้คือ 1. ลดอาการโคลงและการโยนตัวของตัวถังรถ โดยการใช้และติดตั้งขนาดของสปริงอย่างเหมาะสม 2. ใช้เครื่องผ่อนการสะเทือนร่วมกับสปริง 3. ลดน้ำหนักใต้สปริง (Unsprung Weight) ให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้ส่งแรงกระแทก ไปยังตัวถังและคนที่นั่งในรถ ในการวิเคราะห์นี้ได้พิจารณาแบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่

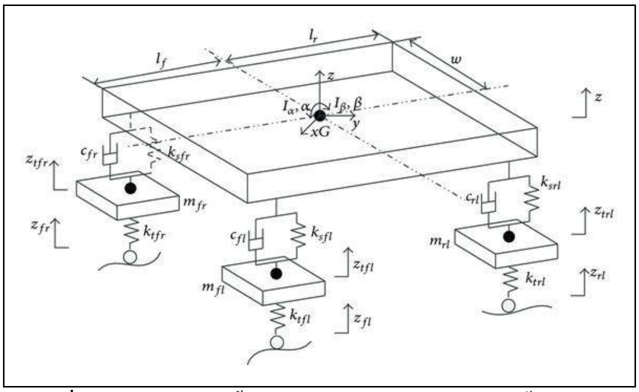
กรณีระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะคงที่

การคำนวณหาน้ำหนักรวมของภาระน้ำหนักที่กระทำกับล้อทั้งหมดสามารถหาได้จากการยุบตัวลงของตำแหน่งตัวรถที่อยู่เหนือสปริงดังแสดงในสมการ เมื่อ W_T =น้ำหนักบรรทุกรวม (kg) μ_1,μ_2,μ_3,μ_4 คือค่าคงที่ d_{f1}=ระยะการยุบตัวลงของล้อหน้าขวา (m) d_{f2}=ระยะการยุบตัวลงของล้อหน้าซ้าย (m) d_{r1}=ระยะการยุบตัวลงของล้อหลังขวา (m) d_{r2}=ระยะการยุบตัวลงของล้อหลังซ้าย (m)

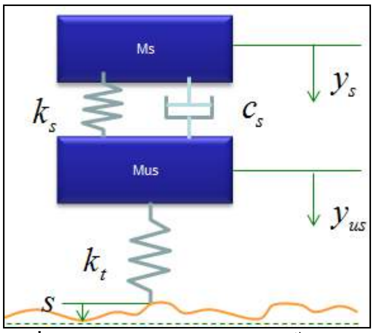
$$W_T = \mu_1 d_{f1}(k_s + k_t)_f + \mu_2 d_{f2}(k_s + k_t)_f + \mu_3 d_{r1}(k_s + k_t)_r + \mu_2 d_{r2}(k_s + k_t)_r$$

กรณีระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะเคลื่อนที่

ในการพิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบรองรับรถบรรทุกเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง input S(t) และ output y_s (t) สามารถเขียนแบบจำลองของอุปกรณ์ต่างได้ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อพิจารณาถึงส่วนแยกของระบบรองรับน้ำหนักสามารถแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 แบบจำลองของชิ้นส่วนของตัวรถกับระบบรองรับน้ำหนัก



M_s = Sprung mass
M_{us} = Unsprung mass
k_s = Suspension stiffness
c_s = Suspension damping coeffcient
k_t = Tire stiffness
y_s = Sprungmass displacement
y_{us} = Unsprungmass displacement
S = Road input

รูปที่ 3 ส่วนแยกของระบบรองรับน้ำหนัก

เมื่อเขียนสมการความสัมพันธ์ของการตอบสนองเมื่อมีการกดของล้อกับพื้นถนนต่อการยุบตัวลงของส่วนที่อยู่เหนือชุดรับน้ำหนัก สามารถแสดง ค่าตัวแปรของชุดรองรับน้ำหนักของรถบรรทุก 6 ล้อ ด้านหน้า และ ด้านหลังได้ดังแสดงในตารางที่ 1

$$[M_{us}s^2 + c_s s + (k_t + k_s)]\frac{M_s s^2 + c_s s + k_s}{c_s s + k_s} y_s(s) = (c_s s + k_s) y_s(s) + k_t S(s)$$

ระบบจะมี transfer function ดังนี้

$$\frac{y_s(s)}{S(s)} = \frac{k_t(c_s s + k_s)}{M_{us}M_s s^4 + (M_{us} + M_s)c_s s^3 + [(k_t M_s + (M_{us} + M_s)k_s]s^2 + k_t c_s s + k_t k_s}$$

ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรของชุดรองรับน้ำหนักของรถบรรทุก 6 ล้อ ด้านหน้า และ ด้านหลัง

Parameter	Value
Sprung mass (M_s) (Weight 4,000 kg	Front 1,250, 1,550 1,850 2,450 2,900 kg
Loading weight 11,000 kg)(0.3,0.7)	Rear 750, 1,450 2,050 3,250 4,600 kg
Unsprung mass (M_{us})	Front 120 kg
	Rear 175 kg
Suspension stiffness (k_s)	Front 150 kN/m
	Rear 250 kN/m
Suspension damping coefficient (c_s)	Front 2,000 N-m/s
	Rear 2,500 N-m/s
Tire stiffness (k_t)	Front 357.5 kN/m
	Rear 357.5 kN/m

ผลการวิเคราะห์การตรวจวัดระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การตรวจวัดระยะกดกับภาระน้ำหนักที่กระทำกับล้อ กรณี $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4 = 1$

Load (kg)	d_{f1} (mm.)	d_{f2} (mm.)	d_{r1} (mm.)	d_{r2} (mm.)	W_T (kg)	%error
2,000	5.25	5.23	10.95	10.73	1,884.73	-5.76
4,000	10.37	10.45	19.42	20.10	3,524.42	-11.89
8,000	22.83	23.12	38.66	37.59	7,099.032	-11.26
11,000	28.57	29.64	57.48	56.26	10,054.91	-8.59

จากกรณีเมื่อใช้ค่าคงที่เป็น 1 จะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนกับภาระน้ำหนักที่ใส่เนื่องจากชุดรองรับน้ำหนักได้แก่แหนบมีระยะเวลาการใช้งานมาช่วงหนึ่งจึงทำให้เกิดลักษณะของการแข็งตัวของชุดรองรับน้ำหนักซึ่งจะส่งผลให้ระยะกดจะลดลงดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้%errorมีค่าน้อยที่สุดซึ่งจะได้ค่า $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การปรับค่า $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$

Load (kg)	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	W_T (kg)	%error
2,000	1.15	1.15	1.10	1.10	1,991.76	-0.41
4,000	1.25	1.25	1.25	1.25	3,970.75	-0.73
8,000	1.25	1.25	1.25	1.25	7,980.00	-0.25
11,000	1.15	1.15	1.20	1.20	10,981.71	-0.17

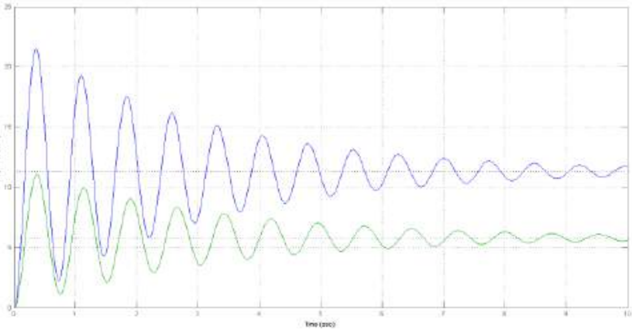
จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับสมการในการประมาณค่าแล้วทำให้ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้านั้นมีความแม้นยำและใกล้เคียงกับภาระน้ำหนักจริงซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ -0.39 โดยสามารถประมาณภาระน้ำหนักที่บรรทุกได้น้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.39 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์สภาวะของการเคลื่อนที่ของน้ำหนักในการบรรทุกที่ระดับต่างๆ เมื่อเกิดแรงกระทำที่บริเวณล้อยางด้านหน้า และหลังเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจะสามารถพิจารณาในรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง input S(t) และ output y_s (t) ได้ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการยุบตัวเฉลี่ยของล้อด้านหน้า และหลังจริงเทียบกับการประมาณระยะการยุบตัวเมื่อระบบเข้าสู่ช่วงการตอบสนองแบบคงตัว

Load (kg)	d_f (mm.)	d_r (mm.)	y_{fs} (mm.)	y_{rs} (mm.)	f%error	r%error
2,000	5.24	10.84	5.10	11.30	9.64	4.10
4,000	10.41	19.76	11.60	20.99	10.24	5.87
8,000	22.975	38.125	23.20	40.37	0.95	5.56
11,000	29.105	56.87	31.90	62.17	8.75	8.53

โดยค่า d_f และ d_r เป็นค่าการยุบตัวเฉลี่ยของล้อด้านหน้า และหลังจากการประมาณระยะการยุบตัวเมื่อระบบเข้าสู่ช่วงการตอบสนองแบบคงตัว (Steady State) ค่าที่ได้จากแบบจำลองจะมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการทดสอบโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ล้อหน้าที่ 7.40 และล้อหลังที่ 6.02 เนื่องจากค่าตัวแปรของค่าความแข็งสปริง และยางในแบบจำลองไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนซึ่งต่างกรณีของการใช้งานจริงเมื่อมีการใช้งานของชุดรองรับ หรือยางจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว



รูปที่ 4 ระยะการยุบตัวเมื่อระบบเข้าสู่ช่วงการตอบสนองแบบคงตัว (Steady State) ที่น้ำหนักบรรทุก 4,000 kg

ผลจากการทดสอบโดยนำไปประยุกต์ใช้กับรถหกล้อในการขนส่งสินค้าโดยจะได้ผลของการประมาณค่าน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักจริงดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนในเปอร์เซ็นต์ของการวัดที่ -1.448 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักจริง แต่ในช่วงของการวัดในตอนต้นคือที่น้ำหนักน้อยค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าสูงเนื่องจากผลของการยุบตัวของระบบรับน้ำหนักมีค่าที่น้อยจึงทำให้เกิดผลต่างของระยะยุบตัวน้อยส่งผลให้การประมาณค่าน้ำหนักคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 5 โดยเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนที่น้ำหนักเต็มรถอยู่ที่

น้ำหนักบรรทุกจริง (kg)	น้ำหนักบรรทุกจากการประมาณระยะยุบ (kg)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
4,098	3,832.536	-6.477
5,913	6,630.899	12.141
6,357	6,081.911	-4.327
6,812	6,453.0339	-5.269
6,890	6,790.188	-1.448

วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า โดยผลการวิเคราะห์กรณีการตรวจวัดระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะคงที่ ระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้านั้นมีความแม้นยำและใกล้เคียงกับภาระน้ำหนักจริงซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ -0.39 โดยสามารถประมาณภาระน้ำหนักที่บรรทุกได้น้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.39 เปอร์เซ็นต์ กรณีระยะกดกับภาระน้ำหนักที่บรรทุกเมื่อกระทำกับล้อแล้วเกิดการยุบตัวลงในสภาวะเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์ระยะการยุบตัวเมื่อระบบเข้าสู่ช่วงการตอบสนองแบบคงตัว (Steady State) ค่าที่ได้จากแบบจำลองจะมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการทดสอบโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ล้อหน้าที่ 7.40 และล้อหลังที่ 6.02 และผลจากการทดสอบกับรถบรรทุกหกล้อที่น้ำหนัก 6,890 kg มีเปอร์เซ็นต์ของการวัดที่ -1.448 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มตัวอย่างของรถบรรทุกที่นำระบบแจ้งเตือนภาระน้ำหนักของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า และนำไปประยุกต์ใช้กับสถานประกอบการในพื้นที่ และสามารถในไปประยุกต์ใช้กับการทำงานที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Matthews and J.D.C. Talamo, ‘‘Ride Comfort for Tractor Operators, III. Investigation of Tractor Dynamics by Analogue Computer Simulation,’’ Journal of Agricultural Engineering Research, vol. 10, no. 2, 1965.

[2] Du, H., Sze, K.Y. and Lam, J., 2005, "Semi-Active H∞ control of Vehicle Suspension with Magneto-Rheological Dampers", Journal of Sound and Vibration, Vol. 283, pp. 981-996.

[3] Wei, L. and Griffin, M.J., 1 9 9 8 b, "The Prediction of Seat Transmissibility from Measures of Seat Impedance", Journal of Sound and Vibration, Vol. 214, No. 1, pp. 121-137.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Hot Air Drier Controlled by Microcontroller

สถาพร สิทธิวงค์[1]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 6311 E-mail: sathaporn.s@cit.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อน หลักการทำงานของเครื่องใช้ฮีตเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนและใช้พัดลมเป็นตัวเป่าลมผ่านฮีตเตอร์ โดยใช้เทคนิคการควบความกว้างของพัลส์ PWM สร้างสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 คือสัญญาณ PWM_1 และ PWM_2 เพื่อควบคุมความร้อนของฮีตเตอร์และความเร็วของพัดลมตามลำดับ โดย PWM_1 เป็นอินพุตของไอซี TLP250 เพื่อขับขาเกตของมอตเฟตควบคุมพัดลมและ PWM_2 ใช้ MOC3062 ขับไตรแอค BTA16 เพื่อควบคุมฮีตเตอร์ ลมที่ได้จะมีความร้อนสามารถนำไปอบอาหารเพื่อการถนอมอาหารได้ จากการทดลองเก็บค่าและสรุปผลพบว่าพริกจำนวนน้ำหนัก 505 กรัม ความชื้นลดลง 58%RH ใช้เวลาในการอบพริกเป็นเวลา 7 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิที่ 45 °C น้ำหนักหลังอบแห้ง 228 กรัม คิดเป็นเงิน 8.086 บาท และทดสอบกับเนื้อหมูจำนวนน้ำหนัก 991 กรัม พบว่าความชื้นลดลง 72% - 22%RH ใช้เวลาในการอบเนื้อหมูเป็นเวลา 2 ชม. โดยใช้อุณหภูมิที่ 45 °C น้ำหนักหลังอบแห้ง 501 กรัม กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 1.831 บาท และเครื่องสามารถทำความร้อนได้สูงสุดประมาณ 50 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ : ตู้อบแห้ง, เป่าลมร้อน, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper is present the objective to design and construct hot-air drier controlled by microcontroller PIC 16F877. It was the equipment to construct and control PWM signal and send it to TLP250, to make it more smooth and stable, before sending it to determine the switching frequency with MOSFET IRF540, to set the working value of fan in percentage. It was the same as the control of the heater circuit it began with the PWM signal generation from microcontroller PIC 16F877 and brought PWM_2 signal to MOC 3062 to make it more smooth and stable, before sending it to set the switching frequency with TRIAC BTA16. The machine working principle used heater as the heat source and the fan as the wind blower via heater. The obtained wind would be hot and could be used to heat food for preservation. From the experiments of the value collection and the conclusion, it was found that the hot-air drier controlled by microcontroller could adjust the temperature value for heating and save time in food preservation by drying the same as by sunlight. It could be made at any time period of the sun drying limitation. This drier could give the maximum heat about 50 °C.

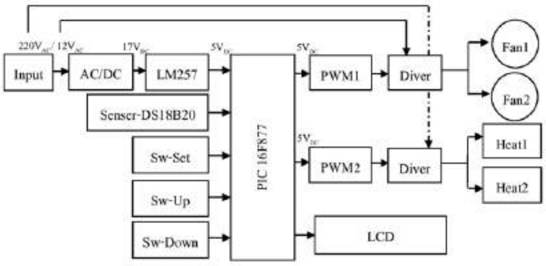
Keywords: The Dryer, Hot Air Blower, Microcontroller

1. บทนำ

การอบแห้งมีความสำคัญในครัวเรือน เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านพลังงานความร้อน[1] การตากแห้งจากแสงอาทิตย์มีความจำเป็นมากเนื่องจากเป็นการถนอมอาหารหรือเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น การตากกล้วย พริก ใบชา ตัวแปรสำคัญในการตากแห้งคืออากาศที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและความชื้นดังกล่าว ในการตากแห้งแบบวิธีดั้งเดิมจะพบปัญหาในช่วงฤดูที่มีความชื้นสูง ทำให้ต้องใช้เวลาในการตากแห้งนานและเสี่ยงต่อการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ ก่อนหน้านี้การทำอาหารให้แห้งมักจะตากแดด ซึ่งไม่สามารถควบคุมความร้อนและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ หลักเกณฑ์การถนอมอาหารตากแห้งคือ จะต้องลด ยับยั้งและป้องกันปฏิกิริยาทางเคมีทั้งหลายและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้ได้อาหารตากแห้งที่เก็บได้นาน ไม่บูดเน่าเพราะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือไม่มีสารเคมีตกค้างเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี [2,3] วิธีการอบแห้งมีอยู่ 3 วิธี คือ 1. การอบแห้งระบบแอกทีฟ คือระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ 2.การอบแห้งระบบพาสซีฟ คือระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน 3.การอบแห้งระบบไฮบริดจ์คือระบบอบแห้งที่ใช้พลังงาน

แสงอาทิตย์และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอหรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการอบแห้งแบบไฮบริดจ์และพัฒนามาจาก [4] ที่เป็นวิธีการอบแห้งระบบพาสซีฟ ซึ่งปัญหาคือหากสภาพอากาศภายนอกมีความชื้นสูงหรือเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้ระบบ [4] ไม่เหมาะหากนำไปตากแห้งหรือผึ่งลมในช่วงเวลาดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยเทคโนโลยีในการทำให้แห้งแบบไฮบริด โดยสร้างเครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนขึ้นใช้สำหรับอบอาหารหรือผลิตผลทางการเกษตรให้แห้ง ผู้วิจัยมีแนวคิดพัฒนาเครื่องให้มีฮีตเตอร์เพื่อใช้ในฤดูฝนหรือกรณีที่ความชื้นภายนอกสูง

2. การออกแบบและใช้งาน

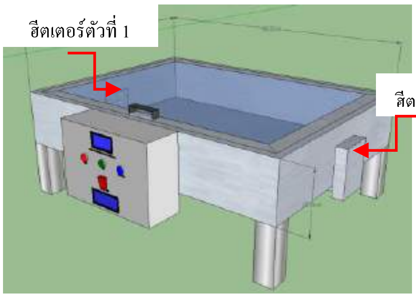


ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการทำงานของเครื่องอบแห้ง

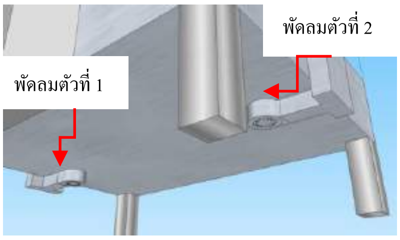
จากภาพที่ 1 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ใช้แรงดันอินพุตไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC} จ่ายผ่านหม้อแปลงลดระดับแรงดัน 220/12 V_{AC} และจ่ายให้กับวงจรเร็กติไฟล์เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 17 V_{DC} และลดระดับแรงดันด้วย LM2575 เหลือ 5 V_{DC} เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องอบแห้งนี้ใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 เป็นตัววัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง กดสวิตช์ SET เพื่อเข้าสู่โหมดหน้าจอ LCD สามารถตั้งค่าอุณหภูมิ โดยใช้สวิตช์ Up เพิ่มอุณหภูมิ ใช้สวิตช์ Down ลดอุณหภูมิ สัญญาณพัลส์วิดมอตดูเลชั่น PWM_1 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์พัดลม และ PWM_2 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมความร้อนของฮีตเตอร์ หน้าจอ LCD แสดงการทำงานของพัดลมและการทำงานของฮีตเตอร์

2.1 การออกแบบตู้อบแห้งแบบเป่าลมร้อน

โครงสร้างของตู้อบทำจากอะลูมิเนียมแบบ 2 ชั้น ซึ่งจะสามารถกักเก็บความร้อนได้ดีกว่าแบบชั้นเดียว ด้านบนเป็นกระจกสามารถมองเห็นวัตถุดิบที่อยู่ในตู้อบแห้งได้ เพื่อสังเกตว่าผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบนั้นมีสีของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไรเมื่ออยู่ในอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด ขนาดของตู้อบกว้าง 80 เซนติเมตร, ยาว 65 เซนติเมตร, สูง 15 เซนติเมตร ใช้พัดลม 12 V_{DC} จำนวน 2 ตัว ใช้ฮีตเตอร์ขนาด 220 V_{AC} ขนาด 600 วัตต์ 2 ตัว



ภาพที่ 2 การออกแบบโครงสร้างด้านบน

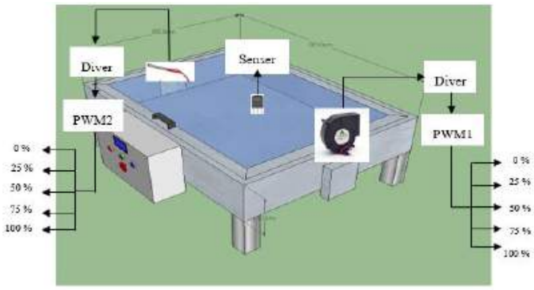


ภาพที่ 3 การออกแบบโครงสร้างด้านล่าง

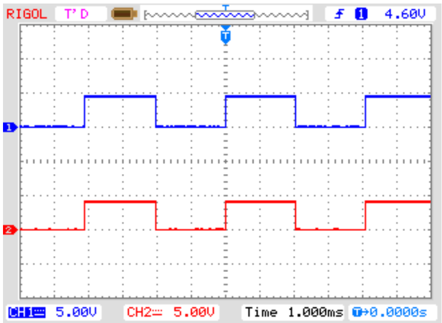
ภาพที่ 4 ด้านหน้าตู้ควบคุม

เครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยกำหนดให้เซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง สำหรับฮีตเตอร์จะทำหน้าที่ให้ความร้อนภายในตู้อบแห้ง โดยระบบนี้จะควบคุมด้วยเทคนิคการควบคุมสัญญาณ PWM_2 เพื่อปรับระดับความร้อนของฮีตเตอร์ตามลำดับการทำงาน คือ 0%, 25%, 50%, 75%, 100% และในส่วนของพัดลมจะทำหน้าที่เป่าลมร้อนผ่านฮีตเตอร์เข้าไปภายในตู้อบ โดยระบบนี้จะควบคุมด้วยการส่งสัญญาณ PWM_1 เพื่อปรับความเร็วรอบของพัดลมในการเป่าความร้อนเข้าไปใน

ตู้อบแห้ง จะมีระดับความเร็วตามลำดับการทำงาน คือ 0%, 25%, 50%, 75%, 100%



ภาพที่ 5 แบบร่างเครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อน



ภาพที่ 6 พัลส์ PWM_1(Ch1) และ PWM_2(Ch2) ที่ 50 %

ส่วนการแสดงผลระดับความร้อนของฮีตเตอร์ (H:) และความเร็วของพัดลม (F:) จะแสดงผลทางหน้าจอ LCD หากอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง (TEMP:) มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทำการตั้งค่าไว้ (S:35C) เปอร์เซ็นต์การทำงานของฮีตเตอร์และพัดลมก็จะสูงตาม และลดลงหากอุณหภูมิเข้าใกล้อุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้

การใช้งานให้กดสวิตช์ Set ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที จากนั้นหน้าจอจะแสดงค่าอุณหภูมิเดิมที่ตั้งไว้ก่อนหน้า หากต้องการเพิ่มอุณหภูมิให้กดสวิตช์ Up และลดอุณหภูมิให้กดสวิตช์ Down เมื่อได้ค่าอุณหภูมิที่ต้องการแล้วให้กดสวิตช์ Set ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลพร้อมแสดงการทำงานต่างๆ ผ่านหน้าจอ LCD เมื่ออุณหภูมิใกล้เคียงกับที่ Set ค่าไว้ การทำงานในส่วนต่างๆ ก็จะลดลงตามลำดับ

4. ผลการวิจัย

ทดสอบเครื่องอบแห้ง ด้วยการตากแห้งหมูสดใช้เวลา 2 ชม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้แสงแดดในการตากแห้งจำเป็นต้องใช้เวลา 5-6 ชม. ในการตากแห้งวิธีเดิม ขึ้นอยู่กับความร้อนของแสงแดดจึงจะทำให้ความชื้นลดลง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถลดระยะเวลาในการตากแห้งได้ถึง 3-4 ชั่วโมง เนื่องจากสามารถควบคุมความร้อนจากฮีตเตอร์ได้และอุณหภูมิคงที่

ตารางที่ 1 การตากเนื้อหมูในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 45.0 °C

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง (°C)	อุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ (°C)	ฮีตเตอร์ (%)	พัดลม (%)	วัตต์ (W)	กระแส (A)
เริ่มต้น	29.3	45.0	100	100	1159	5.27
0.10 ชม.	43.6	45.0	50	50	838	3.81
0.20 ชม.	43.9	45.0	50	50	851	3.87
0.30 ชม.	44.0	45.0	50	50	849	3.86
0.40 ชม.	44.3	45.0	25	25	602	2.74
0.50 ชม.	44.6	45.0	25	25	607	2.76
1.00 ชม.	43.9	45.0	50	50	853	3.88
1.10 ชม.	44.7	45.0	25	25	609	2.77
1.20 ชม.	44.0	45.0	50	50	858	3.90
1.30 ชม.	44.6	45.0	25	25	613	2.79
1.40 ชม.	44.9	45.0	25	25	616	2.80
1.50 ชม.	45.0	45.0	25	25	620	2.82
2.00 ชม.	45.1	45.0	0	25	10	0.05

ภาพที่ 8 กราฟการตากเนื้อหมู ควบคุมด้วยฮีตเตอร์ที่อุณหภูมิ 45 °C

ภาพที่ 9 ตัวอย่างก่อนและหลังการอบแห้ง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลโดยนำเนื้อหมูมาตากในตู้อบแห้งทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังนี้ค่าพลังงานไฟฟ้า ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย (0 - 150 หน่วยแรก) หน่วยละ 1.8047 บาท (อ้างอิงจาก: กฟภ.)

$$u = \frac{W \times n}{1000} \times h \quad (1)$$

W = กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน(W)

n = จำนวนเครื่อง

h = จำนวนชั่วโมง (ชม.)

u = ยูนิตการใช้ไฟฟ้า

ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าในชั่วโมงแรก เฉลี่ย 817 W

$$u = \frac{W \times n}{1000} \times h$$
$$u = \frac{817 \times 1}{1000} \times 1 = 0.817$$

ชั่วโมงแรก คิดเป็นเงิน = 0.817 x 1.8047 = 1.474 บาท และค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าในชั่วโมงที่สอง เฉลี่ย 694 W และชั่วโมงที่สอง คิดเป็นเงิน = 0.694 x 1.8047 = 1.252 บาท

ทดสอบใช้เวลาเวลา 2 ชม. โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 45.0 °C ก่อนอบแห้งเนื้อหมู มีความชื้นอยู่ที่ 72%RH น้ำหนัก 991 กรัม หลังจากหลังอบแห้งเนื้อหมูด้วยตู้อบแห้ง มีความชื้น 22%RH น้ำหนักลดลงเหลือ 501 กรัม เนื้อหมูมีความชื้นลดลง 50%RH และน้ำหนักลดลง 490 กรัม ใช้ไฟฟ้าจำนวน 1.511 หน่วย ค่าไฟฟ้า 2.726 บาท

ทดสอบพริกใช้เวลาเก็บผลเป็นเวลา 7 ชม. อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 45 °C ก่อนอบแห้งมีความชื้นอยู่ที่ 68%RH น้ำหนัก 505 กรัม หลังจากหลังอบแห้งมีความชื้น 10%RH น้ำหนัก 228 กรัม พริกมีความชื้นลดลง 58%RH และน้ำหนักลดลง 227 กรัม คิดเป็นเงิน 8.086 บาท

ภาพที่ 10 เครื่องอบแห้งเครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ทดสอบการอบแห้งหมูและพริก เครื่องสามารถรักษาอุณหภูมิตามที่ตั้งค่าได้ ตู้ควบคุมแสดงค่าอุณหภูมิ พลังงานไฟฟ้า ลมร้อนจากฮีตเตอร์สามารถนำไปอบอาหารเพื่อการถนอมอาหารได้และช่วยประหยัดเวลาในการถนอมอาหาร โดยเฉพาะช่วงที่มีความชื้นภายนอกสูง เช่น ฤดูฝน เครื่องสามารถแสดงเป็นชุดสาธิตได้ ควรมีการพัฒนาเครื่องในด้านการตั้งเวลา การป้องกันระบบไฟฟ้ากรณีฉุกเฉิน พัฒนาให้การใช้ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

เอกสารอ้างอิง

[1] ศักยภาพพลังงานทดแทน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

[2] Wanchai Khamsen "Dried Pineapple Glace using Solar Dryer," Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)

[3] Serm Janjai "A greenhouse type solar dryer for small-scale dried food industries: Development and dissemination," INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY AND ENVIRONMENT, Volume 3, Issue 3, 2012 pp.383-398

[4] สถาพร สิทธิวงค์, "การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์," การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8, หน้า 619-622

AU Inverted Pendulum

1st Rattapan Pitaksongkram
Vincent Mary School of Engineering
Assumption University of Thailand
Samut Prakarn, Thailand
rattapan.pit@gmail.com

2nd Phakkhamat Kittitongsophon
Vincent Mary School of Engineering
Assumption University of Thailand
Samut Prakarn, Thailand
kt.pbwt@gmail.com

3rd Jiradech Kongthon
Vincent Mary School of Engineering
Assumption University of Thailand
Samut Prakarn, Thailand
jiradechkng@au.edu

4th Narong Aphiratsakun
Vincent Mary School of Engineering
Assumption University of Thailand
Samut Prakarn, Thailand
nott_abac@hotmail.com

***Abstract*— This paper is discussed on the AU inverted pendulum. The AU inverted pendulum with its control method is designed to be) stabilized) when) the) pendulum's) angle is between ±20°. The pendulum apparatus was designed by using SolidWorks®. The STM32F4DISCOVERY as a controller board receives the exact position from an increment encoder, which has 4000 pulses per revolution. The PID controller is tuned to control the DC motor; the speed and the rotation direction of the motor are to be controlled. The motor drives the base of the pendulum by a belt system. The response of this control loop works well on the belt system as shown in the experiment and result. The sampling time of 0.625 ms is used in this control system.**

Keywords—inverted pendulum, STM32 microcontroller, PWM (Pulse Width Modulation), feedback control, PID-controller (Proportional Integral Derivative-controller)

I. INTRODUCTION

Since the center of gravity of an inverted pendulum is located above its pivot point, the inverted pendulum is inherently unstable. If the center of gravity is directly above the pivot point, the pendulum may remain in equilibrium. If the pivot is fixed and the center of gravity of the pendulum is slightly disturbed from the unstable equilibrium position, the pendulum will move away from the vertical position and will not return to its original equilibrium position but it will move to seek a new equilibrium position such that the center of gravity is located at the lowest possible position that is stable. A feedback control system that positions the pivot may be used to balance an inverted pendulum by using the Proportional Integral Derivative (PID) control algorithm [1], [2].

There are many research works relating to this field. A low- cost and flexible open source for the inverted pendulum used in a feedback control laboratory course was built in this work. The design of the linear actuator and cart was complete using SolidWorks®. Turner uses an Arduino-Uno microcontroller to control a standard NEMA17 size stepper motor in the linear motion part of the inverted pendulum. The authors use the analog to digital convertor of the Arduino-Uno microcontroller and a low-cost rotary encoder in the angle conversion part of the inverted pendulum. From the experiments, the inverted pendulum can serve as a lively educational and demonstration tool for undergraduate control courses [3]. Hovingh and Roon design the pendulum joint construction by CAD Drawings. They use a linear variable differential transformer sensor for the position information of the cart and the angular incremental encoder to sense the pendulum angle. They simulate the system by using MATLAB/SIMULINK and control it by LABVIEW program. The inverted pendulum successfully maintained a relative range of the pendulum angle for the prescribed time of 15 seconds using the PI control [4].

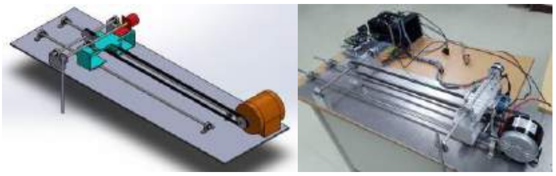
In this work, SolidWorks® is used to design the pendulum apparatus. The controller is a STM32 microcontroller which is programed by using MATLAB/SIMULINK.

This work is supported by Assumption University of Thailand.

II. AU INVERTED PENDULUM SYSTEM

A. Mechanism

The apparatus is designed by using SolidWorks®. Figure 1(a) shows the CAD design of the AU inverted pendulum from an isometric view. Figure 1(b) shows the prototype of the AU inverted pendulum.



(a) (b)

Fig. 1: AU inverted pendulum (a) CAD design and (b) prototype

B. Electronics System

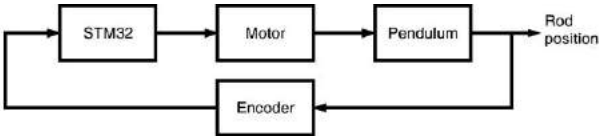


Fig. 2: Overall control loop of AU inverted pendulum

In Figure 2, the encoder acts as a sensor which is used to detect the angle of the inverted pendulum arm. The STM32 microcontroller gets the exact value from the encoder, calculates the error angle, and sends the signal to control the motor. The motor drives the v-belt to make the inverted pendulum arm reach the set point to balance the pendulum at the upright position.

1) Controller: STM32F4DISCOVERY: It is a low-cost and easy-to-use development kit to evaluate and start a development with an STM32F4 high-performance microcontroller. Figure 3 shows the controller used in this work.

2) Sensor: 4000 rpm resolution encoder (A and B signals). Figure 4 shows the sensor used in this work.

3) Actuator:

a) Motor: MY1016 DC motor, 13.7A 24V 250W 2650 rpm. Figure 5 shows the motor used in this work.

b) Driver: Microspeed analogue servo driver: Its power supply covers from 24 to 110VDC with output current up to 10A and peak current up to 20A. Figure 6(a) shows the driver used in this work.

c) Power supply: 2 series units of 12V 7.5A battery.

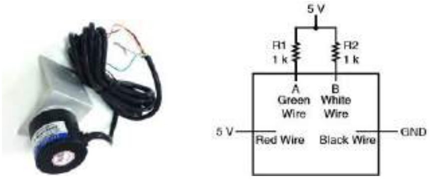
4) Interfacing circuits:

a) Limit switches: ME-8166 5A 250VAC - 0.4A 115VDC: They are used to set the maximum positions when the pendulum is out of the controlled area. Figure 7(a) shows the limit switches.

b) Relays: RY5W-K : The contact side of the relay is connected to STM32 as protection. Figure 8 shows the relay used in this work.

c) Buffer: CD4050BE : It is used as interfacing between STM32 3.3V and the driver which needs 5V. Figure 9 shows the buffer used in this work.

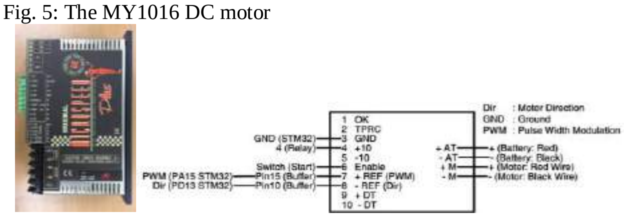
Fig. 3: STM32F4DISCOVERY microcontroller



(a) (b)

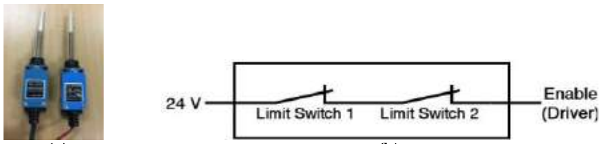
Fig. 4: Encoder (a) actual model and (b) circuit connection

Fig. 5: The MY1016 DC motor



(a) (b)

Fig. 6: DC Motor servo amplifier (a) actual model and (b) circuit connection



(a) (b)

Fig 7: Limit switches (a) actual model and (b) circuit

Fig 8: Relays, RY5W-K

Fig 9: Buffer, CD4050BE

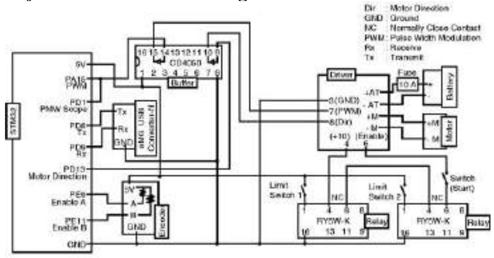


Fig. 10: Overall circuit of AU Inverted Pendulum

Figure 10 shows the overall circuit used in the AU inverted pendulum.

III. Control Methods

In this paper, the area of control is specified at the error between −20° and +20° as shown in Figure 11 at the sampling time of 0.625 millisecond. The set point is 180°, which is the upright position of the pendulum. The AU inverted pendulum has a fast control at the sampling time in 0.625 millisecond, settable.

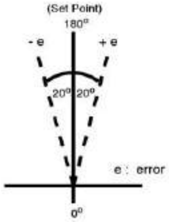


Fig. 11: Area of controlling (error = ±20°)

A. *Working on PID Controllers*

- The P-controller is used to kick off the pendulum arm to be in the controlling area. The speed of the DC motor responds according to the proportional constant K_p. However, the P-controller cannot steer the system to reach the steady state condition.
- The I-controller can integrate the calculated error over a period of time till the error is zero and it holds the value to the DC motor at which the error becomes zero. The speed of the DC motor can reverse a variation with the integral gain K_i.
- The D-Controller is implemented to correct the response from a disturbance to the system [5].

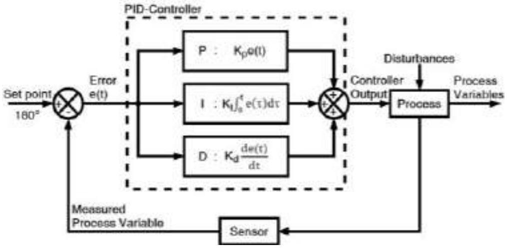


Fig. 12: Feedback control loop AU Inverted Pendulum

With reference to Figure 12, the output of the system is fed back through a sensor that measures the current process variable for a comparison with a reference set point. The PID-controller will receive the error e(t) and will calculate the controller output,which is the input to the control process. The disturbance may arise during the process.

B. Equation of PID control

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Equation (1) as in [6] is the summation of three terms. Each term has a coefficient of the following:

K_p : Proportional coefficient
K_i : Integral coefficient
K_d : Derivative coefficient

The sampling time is 0.625ms.

C. Equations of motion

The equations of motion of the inverted pendulum are as in [1].

D. Coding

The code is written and simulated by MATLAB/SIMULINK. Figure 13 shows the block diagram written in MATLAB/SIMULINK and used in this work.

$$cw = 360 - (mod(en,3999) \cdot 360/3999) \quad (2)$$
$$if\ cw = 360\ then\ cw = 0 \quad (3)$$

1) Calculating the degree block: According to (2), (3), the encoder position was changed to a degree unit by cw = 360 − (mod(en,3999) * 360/3999). As 0° and 360° are the same point and the equation always gets 360° even it was 0° or 360° so if cw is equal to 360°, change cw to 0° because it quite makes sense if it starts from 0° to 359.9°.

$$e = 180 - cw \quad (4)$$

2) Calculating the error block: According to (4), the error was calculated by the set point (180°) minus the actual degree (cw).

$$if\ e \le 0\ then\ direction\ of\ motor = 0$$
$$else\ then\ direction\ of\ motor = 1 \quad (5)$$

3) Calculating the motor direction block: According to (5), the direction of motor was counter clockwise(1) if the error is greater than 0 and the direction of motor was clockwise(0) if the error is less than or equal to 0.

$$if\ du > 5\ then\ d = 5$$
$$else\ if\ (du < -5)\ then\ d = -5 \quad (6)$$
$$else\ then\ d = du$$

4) Limit 5%, −5% of duty cycle for K_d block: According to (6), the derivative was 5% (maximum) if the derivative is greater than 5% and the derivative was −5% (minimum) if the derivative is less than −5%.

$$duty\ cycle = p + i + d \quad (7)$$
$$if\ e > -0.05\ and\ e > 0.05$$
$$then\ \ if\ duty\ cycle < -50\ then\ duty\ cycle = 50$$
$$else\ if\ duty\ cycle > 50\ then\ duty\ cycle = 50 \quad (8)$$
$$else\ then\ duty\ cycle = absolute\ of\ duty\ cycle$$
$$else\ then\ duty\ cycle = 0$$

5) Calculating the duty cycle (Pulse Width Modulation) block: According to (7), (8), the duty cycle was the summation of the P-controller output, the I-Controller output and the D-controller output. The duty cycle will be 0 if the error is between −0.05° and 0.05°, or less than −20°, or greater than 20°. The duty cycle was limited at 50% if it is more than 50% or less than −50%.

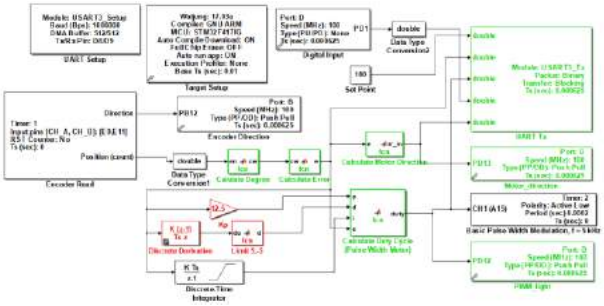


Fig. 13: Overall block diagram of control loop in MATLAB/SIMULINK

IV. Experiments and Results

Several experiments were performed and K_p of the P-controller, K_p and K_d of the PD-controller and K_p, K_i and K_d of the PID-controller were finely tuned. All constants depend on the stability of the inverted pendulum.

1) P-Controller: At the sampling time of 0.625ms, K_p = 17.5.

2) PD-Controller: At the sampling time of 0.625ms, K_p = 16 and K_d = 4/400.

3) PID-Controller: At the sampling time of 0.625ms, K_p = 15, K_i = 2 and K_d = 4/400.

The result of the P-controller with K_p = 17.5 shows in Figure 14. The pendulum could balance itself, but it stays upright in a very short period of time. The motor drove the apparatus too fast. Therefore, it might pass through the set point (180°).

The result of the PD-controller with K_p = 16 and K_d = 4/400 shows in Figure 15. The gain of the P-controller became lower and the D-controller compensated the gap of the error. The response was better than that of the P-controller. The pendulum can remain upright at the set point but there was a jerk to the system.

The result of the PID-controller with K_p = 15, K_i = 2, and K_d = 4/400 shows in Figure 16. The gain of the P-controller became lower. The I-controller reduced the controller output when the negative error took place, and the D-controller compensated the gap of the error. The response of the PID-controller was very smooth, and the pendulum can be stabilized well.

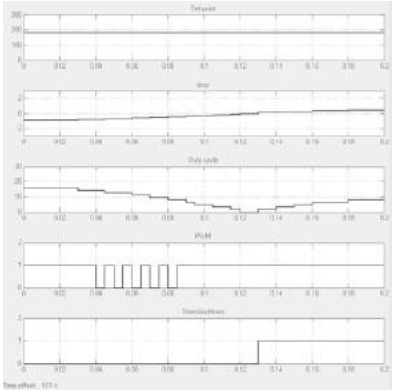


Fig. 14: Waveforms of P-Controller with K_p = 17.5 at record time = 177.4s

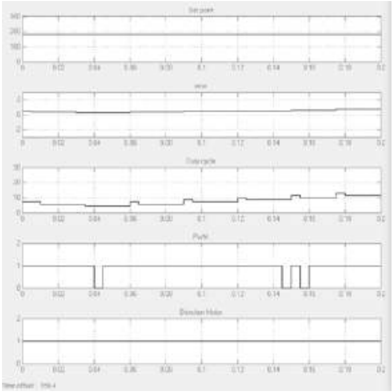


Fig. 15: Waveforms of PD-Controller with K_p = 16 and K_d = 4/400 at record time = 159.4s

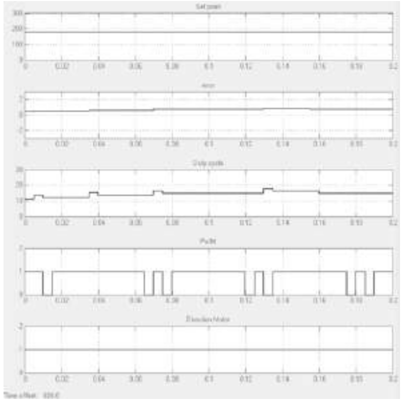


Fig. 16: Waveforms of PID-Controller with K_p = 15, K_i = 2, and K_d = 4/400 at record time = 926.6s

V. Conclusions

In this paper, the structure and the components of the apparatus are designed by using SolidWorks® before the inverted pendulum apparatus is built. Coding is implemented by using MATLAB/SIMULINK programs which were described in Section III. The experiment carried out are:

1) *P-Controller:* Gain of K_p = 17.5.

2) *PD-Controller:* Gain of K_p = 16 and K_d = 4/400.

3) *PID-Controller:* Gain of K_p = 15, K_i = 2 and K_d = 4/400.

From the experiment results of the P-controller, the PD-controller, and the PID-controller, all of the controllers are able to balance and stabilize the pendulum, but the PID-controller gives the best response, which is smoother than that of the P-controller and the PD-controller.

The experiment results show that the AU inverted pendulum is balanced and stabilized and could be controlled perfectly on the belt mechanism.

There are a few improvements to be done for this system. Firstly, the controller can be extended to balance the pendulum at all 360°. Secondly, the controller can be extended to make the pendulum balance and stay at the middle position by inputting the Z signal of the encoder. Thirdly, the pendulum can be extended to be double or triple pendulum systems.

Acknowledgment

The AU inverted pendulum project was sponsored by Assumption University of Thailand.

References

[1] Lima, José; Gonçalves, José; Costa, Paulo; and Moreira, António (2006), “Inverted pendulum virtual control laboratory” in 7th Portuguese Conference on Automatic Control. Lisboa.

[2] Khalil Sultan, “Inverted Pendulum”, at http://www.engr.usask.ca/classes /EE/480/Inverted%20Pendulum.pdf.

[3] Turner, M. and Cooley, T. R. (2015, June), “A Low-cost and flexible open-source inverted pendulum for feedback control laboratory courses” paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. 10.18260/p.23404.

[4] Hovingh, Andrew and Roon, Matt, "Design and Control of an Inverted Pendulum" (2007). Honors Theses. 1923.

[5] Tarun Agarwal, “The Working Principle of a PID Controller for Beginners”, at https://www.elprocus.com/the-working-of-a-pid-controller.

[6] California Institute of Technology, “PID Control”, at http://www.cds. caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/am06-pid_16Sep06.pdf.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบศูนย์กลางการซื้อขายแลกเปลี่ยนขยะรีไซเคิล

The development of recycle waste centralized system

สุรเชษฐ์ โทวราภา[1] ธนภัทร นพคุณ[2] ศุภเสกข์ จันทร์จรัสวัฒนา[3] วิภาวี นิลจู[4] และคเณศ เจิดนภาพันธ์[5]
[1,2,3,4,5] สาขาวิศวกรรมมัลติมีเดียและระบบอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
9/1 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์: 02-9020299 ต่อ 2620
E-mail: [1]surachad.t@bu.ac.th [2]thanapat.nopp@bumail.net [3]suphasek.janj@bumail.net [4]wipawee.nilj@bumail.net [5]kanes.jerd@bumail.net

บทคัดย่อ

งานวิจัยระบบศูนย์กลางการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันระบบการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล โดยระบบจะเป็นคนกลางในการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเป็นได้ทั้งผู้ขายขยะรีไซเคิลและผู้ซื้อขยะรีไซเคิล ทั้งนี้ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลสถานที่สำหรับการค้นหาผู้ใช้งานแอปพลิเคชันท่านอื่น และสามารถแนะนำยานพาหานะในการขนส่งขยะอย่างชาญฉลาด แนะนำระยะทางการขนส่งของผู้ซื้อด้วยอัลกอริทึม Traveling Salesman Problems (TSP) ทั้งนี้ผู้ขายและผู้ซื้อขยะรีไซเคิลสามารถติดต่อการซื้อ - ขายได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้ขายในการขายขยะได้ง่ายขึ้นเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับตัวผู้ขายเอง และส่งผลต่อผู้ซื้อในการหาขยะรีไซเคิลได้ง่ายขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ยังช่วยจูงใจให้คนรุ่นใหม่หันมาแยกขยะ และเห็นถึงมูลค่าของขยะมากขึ้น ลดปริมาณขยะที่ทิ้งรวมกันในประเทศ ส่งผลต่อการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน

ระบบนี้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้กับทุกอุปกรณ์ซึ่งมีผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก ในเรื่องความง่ายต่อการใช้งาน และความน่าสนใจที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริงในภายภาคหน้า

คำสำคัญ: ขยะรีไซเคิล, ซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

The development of recycle waste centralized system aims for develop trading system application which users can be both of buyer and seller. The application will provide the information of others users' place and recommend the best route to get to others user with Traveling Salesman Problems (TSP) algorithm. The application provide communication between buyers and sellers which sellers can make profit themselves and buyers also can find recycle waste easier. Furthermore, the system can reduce country's waste disposal and global warming problems by persuade people to recycle their waste and realized the value of recycle waste. This system designed as responsive which compatible on all type of devices and has been evaluated high satisfaction level to future use and user experience.

Keyword: Recycle, Web Application

1.บทนำ

ขยะรีไซเคิล หมายถึง ขยะ ของเสีย หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เช่น แก้ว กระดาษ กระป๋องเครื่องดื่ม เศษพลาสติก เศษโลหะ เป็นต้น ขยะรีไซเคิลมีปริมาณ 42% ของขยะทั้งหมดทุกประเภทขยะเหล่านี้มีประโยชน์หลากหลายเพราะสามารถนำไปผลิตใช้ใหม่ได้ไม่รู้จบ [1]

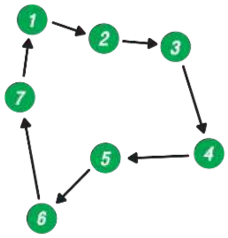
นอกจากขยะจะนำไปรีไซเคิลได้แล้ว ยังแยกประเภทการย่อยสลายได้ง่ายขึ้น งานวิจัยนี้ต้องการให้คนส่วนใหญ่หันมาแยกขยะกันมากขึ้นและส่งเสริมให้เกิดโอกาสทางธุรกิจได้อีกช่องทาง จึงเกิดเป็นแอปพลิเคชันสำหรับการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล โดยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมานี้เป็นคนกลางที่เชื่อมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย มีหลักการคล้ายกับการซื้อ - ขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์

ทั้งนี้งานวิจัยยังสอดคล้องกับอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นการนำสารสนเทศมาประยุกต์ผสมผสานกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เช่น การประมวลและเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Cloud Computing) เป็นต้น

2. Traveling Salesman Problems

Traveling Salesman Problems (TPS) คือปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ที่เดินทางไปขายสินค้าให้กับลูกค้าซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการเดินทางและระยะทางที่สั้นที่สุด โดยมีหลักการทำงานคือตัดสินใจหาเส้นทางการเดินทางเมื่อมีเมืองหรือสถานที่ที่ต้องเดินทางไปจำนวน N เมือง หรือ N สถานที่ การเดินทางจะเดินทางจากเมืองใดเมืองหนึ่งในจำนวน N เมือง โดยเส้นทางการเดินทางนั้น ๆ จะต้องเดินทางผ่านเมืองทุกเมืองใน N

และกลับมาที่เมืองที่ทำการเริ่มต้นในการเดิน เหมือนการเดินวนรอบซึ่งกระบวนการการแก้ปัญหานี้ได้ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง [2] ซึ่งในระบบศูนย์กลางการซื้อ - ขายแลกเปลี่ยนขยะรีไซเคิลนี้ เลือกใช้ API ด้านแผนที่ของบริษัท Google โดยทาง Google มีผลิตภัณฑ์สำหรับการแสดงผลแผนที่ที่ได้รับการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยที่สุด [3] อีกทั้งยังมีอัลกอริทึมการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ที่สามารถแสดงข้อมูลพิกัด ข้อมูลเส้นทางการคำนวณระยะทาง และระยะเวลาในการเดินทางได้อย่างสะดวกและง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 1 ลักษณะการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงาน (Traveling Salesman Problems)

3. การออกแบบหน้าต่างผู้ใช้งาน (User Interface/User Experience)

User Interface เป็นงานดีไซน์ที่เน้นหนักเรื่องการออกแบบหน้าจอหรือแพลตฟอร์มต่าง ๆ ที่ทำไว้เพื่อติดต่อกับผู้ใช้และ User Experience งานออกแบบด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับทุกกระบวนการที่สินค้าหรือบริการหนึ่ง ๆ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ โดยจะคำนึงถึงเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม มีความทันสมัย เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน

3.1 สีและหน้าต่างสำหรับการแสดงผล

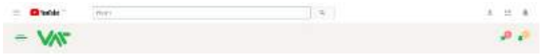
(ก) (ข)

รูปที่ 2 หน้าต่างหลักของการแสดงผลเว็บแอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์และเครื่องมือสื่อสาร

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้กับทุกอุปกรณ์ โดยมีการเลือกใช้สี ซึ่งโทนสีที่ใช้ เน้นการแสดงผลแบบเรียบ หรู ทันสมัย เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงการใช้งานได้ง่ายที่สุด โดยใช้งานโทนสีเขียวที่มีรหัสสี คือ #00B446

3.2 เมนูการใช้งาน

- Hamburger ใช้กดเมนูต่างๆ ที่ถูกซ่อนไว้ จึงใช้สัญลักษณ์ขีดสามขีดเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำ และสื่อความหมายด้วยตัวของตัวเอง โดย Hamburger Icon ได้รับความนิยมอย่างสูงสุดเมื่อถูกนำมาใช้โดย YouTube [4] ในการที่ใช้ดูผ่านหน้าจอมือถือ ทั้งในรูปแบบ Mobile Application และเว็บที่แสดงผลด้วยระบบ Responsive Design ดังรูปที่ 3



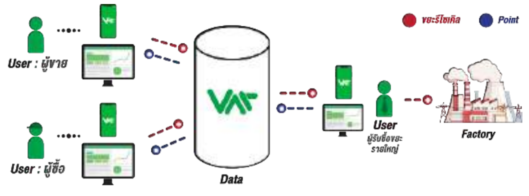
รูปที่ 3 เว็บไซต์ YouTube ซึ่งใช้งานปุ่ม Hamburger

- Dropdown menu เป็นเมนูตัวเลือกที่จะซ่อนเมนูย่อยภายใต้เมนูหลัก เมื่อกดที่เมนูหลัก ตัวเลือกเมนูย่อยก็จะปรากฏออกมา
- Cart ตะกร้าสินค้า จะแสดงรายการสินค้าที่ผู้ซื้อเลือกซื้อไว้ แต่ยังไม่ได้ทำรายการสั่งซื้อเสร็จสมบูรณ์ เหมือนการเลือกซื้อของในซุปเปอร์มาร์เก็ตที่ยังไม่ถูกนำไปชำระเงิน

4. การทำงานของระบบแอปพลิเคชัน

4.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ซื้อ - ขายขยะรีไซเคิลเพื่อลดต้นทุนทางเวลา โดยระบบจะแนะนำเส้นทาง, ปริมาณขยะ, ชนิดของยานพาหนะ อย่างชาญฉลาด โดยระบบจะมีแอปพลิเคชันที่ทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล [5]



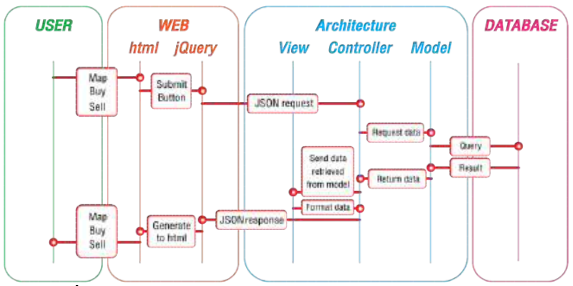
รูปที่ 4 หลักการทำงานของระบบศูนย์กลางการซื้อ - ขาย แลกเปลี่ยนขยะรีไซเคิล

จากรูปที่ 4 แนวคิดในการสร้างโครงสร้างของระบบ ได้เอื้ออำนวยและต้องส่งผลที่ดีในการใช้งานกับผู้ใช้งานให้ดีที่สุดโดยผู้ใช้จะติดต่อกันผ่านศูนย์กลางของระบบ ผ่านทางช่องทางต่าง ๆ เช่น

เว็บแอปพลิเคชันหรือเครื่องมือสื่อสาร และสามารถจัดการได้ทั้งเป็นผู้เสนอขาย และผู้รับซื้อ ทั้งนี้ผู้ซื้อรายย่อยและผู้ซื้อรายใหญ่สามารถเลือกสินค้าที่ต้องการ จากนั้นระบบจะสรุปยอด และแนะนำเส้นทางพร้อมทั้งยานพาหนะในการเดินทาง

4.2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

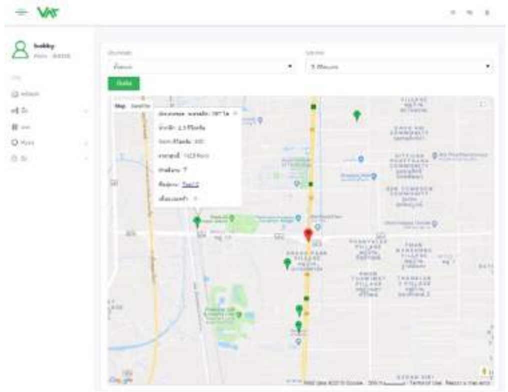
การพัฒนาแอปพลิเคชัน ใช้หลักการของสถาปัตยกรรมซอร์ฟแวร์รูปแบบ MVC (Model-View-Control) ที่มีการแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ Control สำหรับควบคุมการทำงานทั้งของ Model และ View ซึ่ง Model จะทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงฐานข้อมูล และ View จะสร้างหน้าต่างสำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ ซึ่งการทำงานของแอปพลิเคชันจะเริ่มจากผู้ใช้ผ่านทางเว็บไซต์ ด้วยการส่งผ่าน MVC เข้าไปจนถึงเซิร์ฟเวอร์ และตอบรับกลับทางเดียวกัน และแสดงผลให้กับผู้ใช้อีกครั้ง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 รูปแบบการพัฒนาด้วยสถาปัตยกรรมรูปแบบ MVC

4.3 การออกแบบระบบการซื้อ - ขาย และระบบแนะนำการขนส่ง

กระบวนการทำงานของระบบซื้อ - ขายขยะรีไซเคิลนั้นสามารถเลือกวิธีการในการเลือกซื้อได้ 2 รูปแบบ คือ การเลือกด้วยชนิดของขยะ และ การเลือกด้วยพื้นที่ใกล้เคียงในช่วงระยะทางต่างๆ ซึ่งใช้หลักการคำนวณระยะห่างจากจุดที่ผู้ซื้อดังรูปที่ 6. โดยค่าระยะห่างสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1.

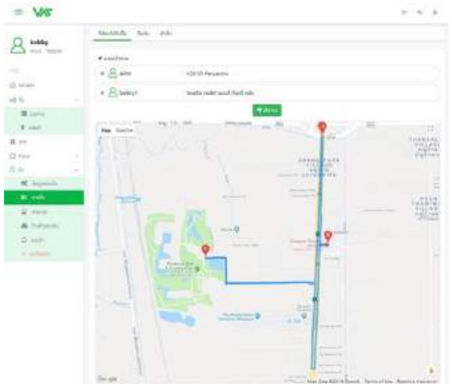


รูปที่ 6 หน้าตาของการซื้อ - ขายแลกเปลี่ยนขยะรีไซเคิลด้วยวิธีการเลือกจากระยะห่างของผู้ซื้อ

$$distance = \arccos[\sin(lat1°)\times\sin(lat2°) + \cos(lat1°)\times\cos(lat2°)\times \cos(long1° - long2°)]\times\frac{\pi}{180}\times 60\times 1.1515 \quad (1)$$

โดย distance คือค่าระยะห่างระหว่างจุดบนแผนที่ 2 จุดมีหน่วยเป็นไมล์ ซึ่งการคำนวณระยะห่างนี้จำเป็นใช้ค่า ละติจูดและลองจิจูด ระหว่างจุดทั้ง 2 จุดในการคำนวณ

หลังจากที่มีซื้อ - ขายขยะรีไซเคิลแล้ว ผู้ซื้อสามารถไปรับซื้อขยะที่ตนเองได้ทำการซื้อไว้ โดยระบบจะสามารถคำนวณจากข้อมูลขยะ ทำให้ระบบสามารถแนะนำยานพาหนะที่ใช้บรรทุกขยะรีไซเคิล ระยะทางที่ใกล้และประหยัดที่สุด สำหรับการไปรับซื้อขยะรีไซเคิล โดยการคำนวณนั้นเกิดขึ้นจากข้อมูลของผู้ขายที่ลงรายละเอียดไว้ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การแนะนำยานพาหนะและเส้นทางในการเดินทางซื้อ - ขาย

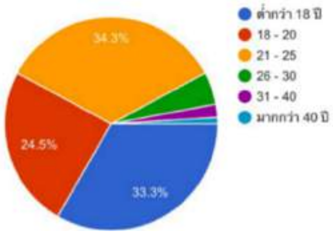
5. ผลการทดลอง

จากแบบสอบถามของผู้ใช้งานจำนวน 100 คน แบ่งเป็นข้อมูลการซื้อ - ขาย ขยะรีไซเคิล และข้อมูลการทดลองใช้แอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันมีการทำงานเต็มรูปแบบ ซึ่งทดลองการใช้งานทั้งในรูปแบบ ผู้ซื้อและผู้ขายขยะรีไซเคิล

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละของผู้ที่เคยซื้อ - ขาย ขยะรีไซเคิล

การซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล	จำนวน	ร้อยละ
เคย	56	56
ไม่เคย	44	44
รวม	100	100

ผลการศึกษาตามตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยซื้อ - ขายขยะรีไซเคิลมีจำนวน 56 % อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ต่ำกว่า 18 - 49 ปี ดังในรูปที่ 8. ซึ่งพบว่ามีประชากรอีก มากกว่า 40 % ที่ยังไม่รู้จักกับการจัดการขยะรีไซเคิล ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ จึงมีส่วนในการโน้มน้าวให้คนรุ่นใหม่สนใจการจัดการขยะต่อไป



รูปที่ 8 ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน

การยอมรับการใช้เทคโนโลยี	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
เว็บแอปพลิเคชันมีความสวยงาม มีความทันสมัย น่าสนใจ	4.11	0.72	ระดับมาก
แบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	4.13	0.73	ระดับมาก
สีของตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม	3.58	1.25	ระดับมาก
สีสันในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม	4.21	0.76	ระดับมาก
ไอคอนสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.11	0.75	ระดับมาก
ฟังก์ชันต่างๆสำหรับแอปพลิเคชันซื้อ - ขายมีความเหมาะสม	4.12	0.77	ระดับมาก
การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนในหน้าจอ<u>**ไม่**</u>เหมาะสม	3.32	1.14	ระดับปานกลาง
สามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้โดย<u>**ไม่**</u>ต้องสอนการใช้งาน	3.79	1.10	ระดับมาก
การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่อง อ่านแล้วเข้าใจ	4.04	0.88	ระดับมาก
เว็บแอปพลิเคชัน ช่วยให้การซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล สะดวกสบายมากขึ้น	4.20	0.77	ระดับมาก
ระบบแผนที่แนะนำทางช่วยให้ท่านสะดวกสบายมากขึ้น	4.02	0.78	ระดับมาก
ระบบของแอปพลิเคชันใช้งานได้ง่าย	4.08	0.97	ระดับมาก
ในภายภาคหน้าท่านสนใจจะใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน VAR	4.04	074	ระดับมาก

ผลการศึกษาตามตารางที่ 2 ในด้านการทดลองใช้แอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.7 ซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่ให้ระดับมากด้านความสวยงามและความสะดวกในการใช้งาน และการจัดองค์ประกอบของข้อมูลในแต่ละหน้าต่างเพื่อใช้งานอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจำเป็นจะต้องปรับปรุง รูปแบบการแสดงผลเพิ่มเติมใหม่ในอนาคตเพื่อความสะดวกกับผู้ใช้งานมากที่สุด

6. สรุป

การออกแบบแอปพลิเคชันระบบการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล โดยระบบจะเป็นคนกลางในการซื้อ - ขายขยะรีไซเคิล ซึ่งผู้ใช้งานแอปพลิเคชันจะสามารถเป็นได้ทั้งผู้ขายและผู้ซื้อขยะรีไซเคิล อีกทั้งระบบสามารถแสดงผลข้อมูลสถานที่ในการค้นหาผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน และสามารถแนะนำยานพาหานะที่ใช้ในการบรรทุกสินค้า แนะนำระยะทางการขนส่งของผู้ซื้อ ทั้งนี้ผู้ขายและผู้ซื้อขยะรีไซเคิลสามารถติดต่อการซื้อ - ขายได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้ขายในการขายได้ง่ายขึ้นเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับตัวผู้ขายเอง และส่งผลต่อผู้ซื้อในการหาขยะรีไซเคิลได้ง่ายขึ้นเช่นกัน โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก และยังพบว่าสามารถเชิญชวนให้บุคคลทุกช่วงวัย สนใจการซื้อ-ขายขยะรีไซเคิล เพื่อลดภาวะโลกร้อนของประเทศไทยในอนาคตได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่เป็นแรงผลักดันให้กลุ่มผู้เขียนพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังแนะนำ และสั่งสอนให้กลุ่มผู้เขียนได้มีความรู้ความสามารถในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ให้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] ศุภรัตน์ ฐิติรัตนอัศว์, สิรภัทร เทียนสันเที๊ยะ "ขยะรีไซเคิล" สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 กระทรวงทรัพยากร

[2] รศ. ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส "วิธีการการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์", มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3] API, Google. (n.d.). Retrieved from https://developers.google.com/maps/documentation/directions/

[4] *Youtube*. (n.d.). Retrieved from http://youtube.com

[5] นิวัฒนากูล, ศุภฤกษ์. การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลเชิงตาราง สัมพันธ์. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2002.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ตามกระบวนการแบบสะเต็มศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม

Development of STEM based Computer Simulation Media for Telecommunication Engineering

กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง, นุชนาฏ ชุ่มชื่น, วารินี วีระสินธุ์ และ สมศักดิ์ อรรคทิมากูล
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 e-mail: kanyawit@live.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ตามกระบวนการแบบสะเต็มศึกษาสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม สื่อการสอนถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ฟังก์ชัน GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB ที่สามารถใช้ออกแบบและวิเคราะห์ทฤษฎีคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การแพร่กระจายคลื่น วงจรสายส่ง ท่อนำคลื่น และการประยุกต์ใช้งาน จากนั้นนำโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นประเมินความเหมาะสมโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาปริญญาตรีภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษาที่เรียกว่า REPEA Model ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามทฤษฎีที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.35) และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้กระบวนการแบบ STEM และสื่อโปรแกรมจำลองอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.32)

คำสำคัญ: สื่อโปรแกรมจำลอง, รูปแบบการเรียนการสอนแบบ REPEA, กระบวนการแบบสะเต็มศึกษา, วิศวกรรมโทรคมนาคม

Abstract

This paper presents a development of STEM education based computer simulation media for teaching in telecommunication engineering course. The simulation media was developed using GUI function of MATLAB program which can design and analyze the electromagnetic wave theory, wave propagation, transmission line, waveguide and applications for applying in simulation based learning. The simulation media developed in according to the STEM education based REPEA instructional model was evaluated by experts and implemented by bachelor students at department of teacher training in electrical engineering, faculty of technical education, King Mongkut's university of Technology North Bangkok. The research results shown that the performance of the developed simulation media agreed to theory and it was at high level appropriate ($\overline{X}$ = 4.35). The students' satisfaction in learning using STEM education and developed simulation media was at high level ($\overline{X}$ = 4.32).

Keywords: Simulation Media, REPEA Instructional Model, STEM Education, Telecommunication Engineering

1. บทนำ

การจัดการศึกษาในยุค 4.0 เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ซึ่งให้ความสำคัญกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจผ่านการพัฒนากำลังแรงงานรุ่นใหม่ [1] โดยลักษณะการจัดกระบวนการศึกษาจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้มาบูรณาการอย่างสร้างสรรค์ที่สามารถสร้างนวัตกรรม ดังนั้นผู้สอนจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และมีทักษะในการสร้างองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ

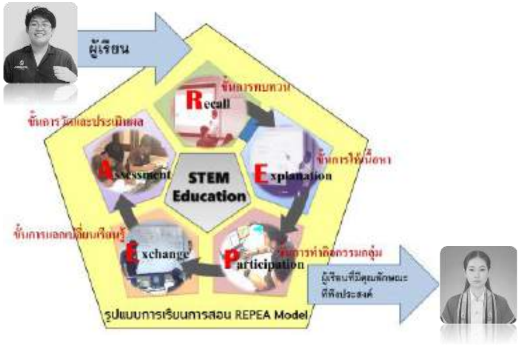
การพัฒนากำลังคนให้มีความรู้และความสามารถเพื่อสร้างนวัตกรรมนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีนั้น ผู้เรียนต้องเข้าใจเนื้อหา มีทักษะการปฏิบัติงาน มีเจตคติที่ดี รวมทั้งมีกระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการสร้างสรรค์ทางด้านคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง [2] ด้วยเหตุนี้ผู้สอนจึงต้องให้ความสำคัญต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมและทันสมัย [3], [4], [5] เช่น การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน การสอนที่ใช้โปรแกรมจำลอง เป็นต้น ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและการพัฒนาสื่อการสอนสมัยใหม่ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญในระบบการเรียนการสอนสมัยใหม่ที่รองรับกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและสามารถตอบสนองการเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในการพัฒนาศักยภาพทางสมอง ทางความคิด ส่งเสริมให้มีทักษะการแก้ปัญหาและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้ ตลอดจนสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยการออกแบบและพัฒนาเป็นโปรแกรมจำลองทฤษฎีคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การแพร่กระจายคลื่น วงจรสายส่ง ท่อนำคลื่น และการประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของ STEM education ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะในการปฏิบัติงานทางด้านวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0

2. การจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมแบบสะเต็มศึกษา

2.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษา

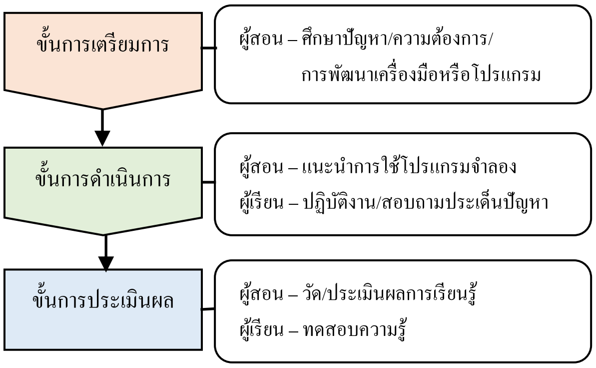
รูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการสะเต็มศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เรียกว่า REPEA Model [5] ซึ่งประกอบด้วยขั้นการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การทบทวน (Recall) ขั้นที่ 2 การให้เนื้อหา (Explanation) ขั้นที่ 3 การทำกิจกรรมกลุ่ม (Participation) ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) และขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล (Assessment) โดยกระบวนการเรียนการสอนจะให้ความสำคัญกับการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่มีการบูรณาการ4 ศาสตร์ที่สำคัญเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สื่อการสอนที่ทันสมัยและอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตามที่คาดหวัง ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนแบบ REPEA Model มีรายละเอียดของขั้นตอนการเรียนรู้แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2 การเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์

การจัดการเรียนการสอนที่ใช้โปรแกรมจำลองเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองโดยความสามารถในการเรียนรู้จะขึ้นอยู่ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล ที่มีเนื้อหาสาระเรียงลำดับความยากง่าย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่าย ซึ่งจะตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี นอกจากนั้นผู้เรียนสามารถตรวจปรับการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



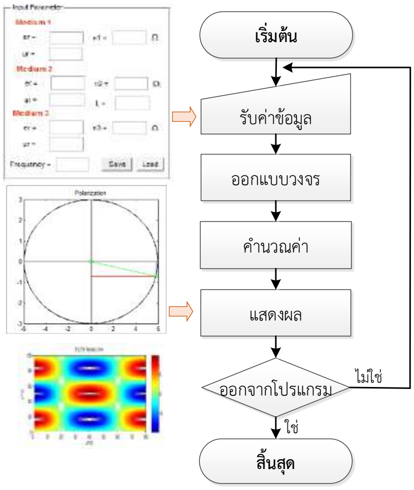
รูปที่ 2 กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2 เริ่มจากการขั้นการเตรียมการ โดยผู้สอนศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้เรียนซึ่งคำนึงถึงความสามารถในความแตกต่างการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลและเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหา เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนที่เหมาะสม ขั้นการดำเนินการ ผู้สอนนำวิธีการใช้โปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนใช้โปรแกรมและสอบถามประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้เวลาการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นตอนเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ผู้สอนจำเป็นต้องตรวจปรับความรู้ของผู้เรียน เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบหรือการถามตอบ

3. การพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์

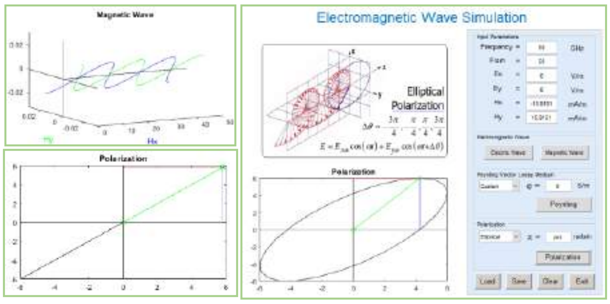
การพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองทางด้านวิศวกรรมสำหรับใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การแพร่กระจายคลื่น วงจรสายส่ง ท่อนำคลื่น และการประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ฟังก์ชั่น GUI ของโปรแกรม MATLAB เพื่อความสะดวกในการติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยมีลำดับขั้นตอนการออกแบบดังนี้

3.1 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้ จะออกแบบและเขียนเป็น Script File โดยใช้คำสั่ง m.File และฟังก์ชั่น GUI ของโปรแกรม MATLAB โดยโครงสร้างของโปรแกรมประกอบด้วย ส่วนการรับค่าข้อมูลเริ่มต้น ส่วนการออกแบบวงจร ส่วนการคำนวณและประมวลผล และส่วนของการแสดงผล โดยกระบวนการทำงานของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นดังรูปที่ 3

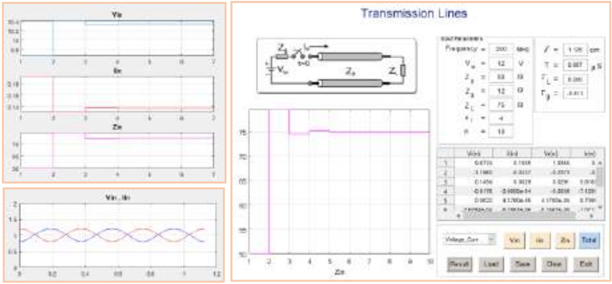


รูปที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น

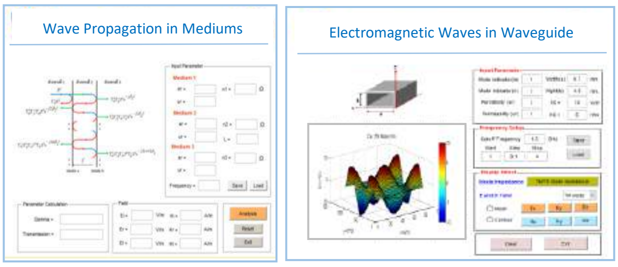
3.2 การพัฒนาส่วนของการคำนวณและการแสดงผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมจำลองโดยเริ่มจากการเขียนแบบอัลกอริทึมการคำนวณตามหลักทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ภาษาเอ็มไฟล์ (m-File) และฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB ซึ่งสื่อโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ 1) คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่น 2) วงจรสายส่งและการแมทชิ่ง 3) การแพร่กระจายคลื่นในตัวกลาง และ 4) ท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน สำหรับตัวอย่างของหน้าต่างของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นแสดงดังรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6



รูปที่ 4 สื่อโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 5 สื่อโปรแกรมจำลองวงจรสายส่งและการประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 6 สื่อโปรแกรมจำลองการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3 การทดสอบผลการทำงานโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นสำหรับวิเคราะห์คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่น วงจรสายส่งและการแมทชิ่ง การแพร่กระจายคลื่นในตัวกลาง และท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้โดยใช้โปรแกรมจำลองเชิงพานิชย์และหลักการการวิเคราะห์ทางทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผลการเปรียบเทียบพบว่ามีความสอดคล้องกันและมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 2 %

หลังจากนั้นนำโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น ไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบสเต็มศึกษาแบบ REPEA Model โดยกระบวนการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และลงมือปฏิบัติในการคำนวณ การออกแบบ และการวิเคราะห์ผล ตามเนื้อหาที่ผู้สอนกำหนด หลังจากนั้นมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สรุปผล วัดและทดสอบความก้าวหน้าทางการเรียน สุดท้ายประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร

4. ผลของงานวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการนำสื่อโปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นไปประเมินความเหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แสดงดังรูปที่ 7 จากนั้นทดลองใช้งานกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 27 คน ในภาคเรียน 2/2560 แสดงดังรูปที่ 8 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น

รูปที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

รูปที่ 8 กิจกรรมของกระบวนการเรียนการสอนแบบสเต็มศึกษา

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพของสื่อโปรแกรมจำลองของผู้เชี่ยวชาญ

ที่	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ผล
1	มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน	4.40	มาก
2	การออกแบบหน้าต่างโปรแกรม	4.00	มาก
3	สีและขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.20	มาก
4	ขนาดของภาพ/กราฟิกมีความเหมาะสม	4.20	มาก
5	ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.40	มาก
6	โครงสร้างของโปรแกรมไม่ซับซ้อน	4.00	มาก
7	การกำหนดค่าเริ่มต้นทำได้ง่ายและรวดเร็ว	4.20	มาก
8	การใช้งานของโปรแกรมมีความรวดเร็ว	4.40	มาก
9	รูปแบบของการแสดงผลมีความเหมาะสม	4.40	มาก
10	ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้อง	4.60	มากที่สุด
11	ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้	4.80	มากที่สุด
12	ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4.60	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.35	มาก

ตารางที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อโปรแกรมจำลอง

ที่	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ผล
1	มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน	4.55	มากที่สุด
2	การออกแบบหน้าต่างโปรแกรม	3.96	มาก
3	สีและขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.07	มาก
4	ขนาดของภาพ/กราฟิกมีความเหมาะสม	4.15	มาก
5	ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.30	มาก
6	โครงสร้างของโปรแกรมไม่ซับซ้อน	4.37	มาก
7	การกำหนดค่าเริ่มต้นทำได้ง่ายและรวดเร็ว	4.48	มาก
8	การใช้งานของโปรแกรมมีความรวดเร็ว	4.44	มาก
9	รูปแบบของการแสดงผลมีความเหมาะสม	4.30	มาก
10	ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้อง	4.67	มากที่สุด
11	ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้	4.37	มาก
12	ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4.22	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.32	มาก

ตารางที่ 1 แสดงถึงผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อโปรแกรมจำลองจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระดับความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.35) โดยผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้ดีที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80) รองลงมาสามารถช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.60) ได้ดี และผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้อง ($\overline{X}$ = 4.60)

ตารางที่ 2 แสดงระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบสเต็มศึกษาแบบ REPEA Model ร่วมกับสื่อโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.32) โดยผู้เรียนเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้องอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67) และเห็นว่าส่วนการออกแบบหน้าต่างโปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด ($\overline{X}$ =3.96) อย่างไรก็ตามผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองสมัยใหม่สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

6. สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาสื่อโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม ภายใต้การออกแบบโดยใช้ฟังก์ชัน GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB ที่สามารถวิเคราะห์คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการแพร่กระจายคลื่น วงจรสายส่งและการแมทชิ่ง การแพร่กระจายคลื่นในตัวกลาง และท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน ได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในการใช้เป็นนวัตกรรมการสอนสมัยใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของ STEM education ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะในการปฏิบัติงาน และมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมและสามารถรองรับกับการเรียนรู้อย่างตลอดชีวิตที่ตอบสนองกับนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2579. จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php

[2] H.Gonzalez and J.Kuenzi, “Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer Congressional Research Service, Library of Congress”, 2012.

[3] ดิเรก มณีวรรณ และคณะ, “โปรแกรมคำนวณสายนำสัญญาณไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ,” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, จ.ประจวบคีรีขันธ์, 27-29 มีนาคม 2556, หน้า 237-240

[4] S. Khamkleang and S.Akatimagool, “Microwave Planar Circuit Design Tool in the Teaching of Microwave Engineering,” in Electrical Engineering / Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), Pattaya, 5-7 May 2009.

[5] K. Klinbumrung and et. al. “Development of REPEA Learning Model based on STEM-T Education.” The International STEM Education Conference, pp.123-126, 2016.

ชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

MESSAGE ALERT AND CUT ELECTRICITY IN HOME

ดำรงศักดิ์ อรัญกูล[1] ณัฐพงศ์ สอนอาจ[1] พันตรี โคมพิทยา[2]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
[2]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
[1]214 หมู่12 ถนนนิตโย ตำบลหนองญาติ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000
โทรศัพท์ 042-503-558 E-mail: damrongsaka@npu.ac.th
[2]457 ถนนพนมธนารักษ์ ตำบลธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48110 โทรศัพท์ 042-540443

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องตัดระบบไฟฟ้าภายในบ้านและเพื่อสร้างชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าภายในบ้านโดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีชุดส่งสัญญาณแบบไร้สาย GSM module ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทำงานร่วมกับหัววัดกระแสไฟฟ้าแบบไม่สัมผัสกันวงจรไฟสูง ผลการวิจัยการทดสอบการทำงานของวงจร มีความเหมาะสมในการเชื่อมต่อของส่วนต่างๆเข้ากันได้อย่างดีและเมื่อทำการทดสอบการทำงานแล้วพบว่า ขณะใช้งานเงื่อนไขปกติระบบแจ้งเตือนฯนี้จะส่งข้อมูลทุก 10 นาทีสถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และไม่มีการแจ้งเตือน แต่เมื่อสร้างเงื่อนไขให้กระแสไหลเกินค่าที่กำหนดไว้ 10 เปอร์เซนต์ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปยังโทรศัพท์สถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้นและเมื่อมีกระแสเกินมากขึ้นกว่า 20 เปอร์เซนต์ ระบบจะทำการตัดวงจรไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปภายในบ้านหรือจุดที่ได้เชื่อมต่อชุดระบบแจ้งเตือนนี้ไว้และรอจนกว่าจะมีการรีเซ็ตระบบการทำงานใหม่ เมื่อนำไปทดลองจริงเป็นเวลา 48 ชั่วโมงการทำงานของเครื่องยังปกติ ส่งสัญญาณมาทุก 10 นาที

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์, จีเอสเอ็มโมดูล, ตรวจวัดกระแสแบบไม่สัมผัส

Abstract

This research aims to study the function of cutting domestic electrical installation. To set alerts, and cut power within the home using electronic devices controlled by Arduino microcontroller with a wireless transmitter that uses GSM Module currently working with a non-contact voltage probe with high power circuits.The study tested the function of the circuit. Is suitable for the connection of the parts are compatible very nice and on the test work. Then found while the condition usually alert system will send the data every 10 minutes of screen says "normal" and no alert. But when conditions allow current to flow in excess of the prescribed 10 percent of the system will send an alarm to the phone's status screen says "Normal" and alert occurs when a current of up to more than 20 percent of the system. The circuit is a current flowing into the home or the connected set of notification of this and wait until the new reset system. When put to a real test for 48 hours of normal operation. Signal every 10 minutes

Keywords: The microcontroller, transceiver, GSM module, non-invasive flow measurement.

1. บทนำ

ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน สร้างความสะดวกสบาย เป็นแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าต่างๆ ให้หลอดไฟฟ้ากำเนิดแสงสว่างในการดำรงชีวิตประจำวัน ให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ทีวี ตู้เย็น โทรศัพท์ เป็นต้น เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้มีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าไปยังอุปกรณ์เหล่านี้มากขึ้น กระแสไฟฟ้าไหลมากกว่าปกติทำให้สายไฟที่ใช้นำกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือจุดเชื่อมต่อสายไฟให้กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านนั้นเกิดความร้อนจนเสื่อมสภาพหรืออาจเกิดเป็นเปลวไฟจนไหม้สายไฟส่งผ่านกระแสไฟฟ้านั้น[1] ส่งผลให้เกิดความเสียหายบริเวณโดยรอบจุดเชื่อมต่อสายไฟหรือฉนวนหุ้มสายไฟนั้นเอง จนถึงเกิดเพลิงไหม้บ้านเรือนของผู้ใช้ไฟฟ้าและสิ่งแวดล้อมตามไปด้วย

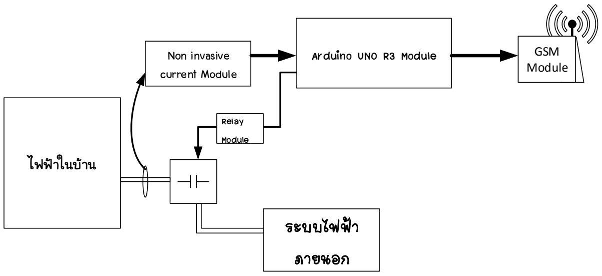
ในการป้องกันและควบคุมการเกิดความเสียหายของระบบไฟฟ้านั้นมีหลากหลายอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดกำลังไฟฟ้าที่ต่อไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยหลักการจะมีการตรวจจับระดับกระแสไฟฟ้าในระดับต่างๆให้สามารถตัดกำลังไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าจ่ายให้เมื่อเกิดภาวะที่เรียกว่า “กระแส

เกิน(over current)" ได้[2] แต่เนื่องจากบางครั้งการเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นมีค่ากระแสไฟฟ้าเกินปกติที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นทำงาน ในบางครั้งอาจสะสมในรูปของความร้อน ตัวอุปกรณ์ป้องกันตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจะไม่ทำงานจนกว่ามีกระแสไหลจนถึงค่าพิกัดที่กำหนดซึ่งยังไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าให้มีการแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าออกได้

ดังนั้นงานวิจัยสิ่งประดิษฐ์นี้ขึ้นมาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในทรัพย์สินของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้มีการแจ้งเตือนการเกิดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผิดปกติตั้งแต่เริ่มต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มเกินและสั่งตัดระบบไฟฟ้าทั้งหมดตามค่าที่กำหนดได้

2. แนวคิด

การสร้างชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านนี้จะประกอบด้วยระบบหลักๆ 2 ส่วนคือส่วนของชุดแจ้งเตือนและชุดตัดระบบไฟฟ้า ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้จะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งภายในชุดแจ้งเตือนจะใช้เทคโนโลยีการสื่อสารโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบ 3 G ทำหน้าที่แจ้งเตือนยังผู้ใช้งานหรือเจ้าของบ้านที่ติดตั้งระบบตัดไฟฟ้านี้ ชุดตัดระบบไฟฟ้าจะใช้ตัวตรวจวัดกระแสไฟฟ้า ตัวควบคุมปิดเปิดไฟฟ้า อื่นๆ และชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานทั้งหมดตั้งแต่การตรวจวัด ตรวจจับความผิดปกติของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ก็ให้แจ้งไปยังเจ้าของบ้านหรือผู้ควบคุม และสั่งอุปกรณ์ตัดการทำงานเพื่อตัดไฟฟ้าออกเมื่อกระแสไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 1 ระบบการทำงานชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟ

3. วิธีการ

ชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านของงานวิจัยนี้ได้แบ่งส่วนการทำงานทั้งหมด ส่วนตรวจวัดสัญญาณ ส่วนตัดต่อระบบไฟฟ้าและส่วนของการรับส่งสัญญาณไร้สายการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าNon-Invasive Current Sensor - (30A Max) Current Output ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ให้สัญญาณออกมาเป็นกระแสไม่สามารถนำไปต่อกับ MCU โดยตรงดังนั้นต้องแปลงให้เป็นแรงดันก่อนโดยใช้ R ต่อขนานกับชุดคอลย์ ทำหน้าที่เป็นภาระ เข้ากับเซ็นเซอร์ แล้วให้ MCU วัดแรงดันที่ตกคร่อม R ภาระ อีกที แต่สัญญาณหลัง R ภาระ ยังเป็นสัญญาณ AC อยู่ แต่ MCU ต้องการรับสัญญาณแบบไฟ DC ที่ 0-VCC จึงต้องยกระดับขึ้นไป 2.5 V โดยการต่อวงจร R divider ให้สัญญาณออกมาเป็นกระแส การคำนวณค่า R ภาระ เพื่อให้ได้แรงดันตกคร่อม R ที่มีแอมพลิจูดที่เหมาะสมกับพอร์ต ADC ของ MCUถ้ากำหนดย่านสูงเกินไป สัญญาณที่ออกมามีขนาดเล็กจะไม่เห็นความแตกต่างของสัญญาณมากนัก ในที่นี้กำหนด 30 A คือที่เซ็นเซอร์สามารถวัดได้สูงสุด

$$\text{Primary peak-current} = \text{RMS current} \times \sqrt{2} \qquad (1)$$

หาค่ากระแสสูงสุดในฝั่งปฐมภูมิ(Primary peak-current) โดยคูณค่ากระแส RMS ด้วย $\sqrt{2}$กระแสสูงสุดทางด้านปฐมภูมิจากสมการที่1 เมื่อกำหนดตัวตรวจวัดกระแสขนาด 30 แอมป์ จะมีค่าประมาณ 42.42 แอมป์ ส่วนการหาค่ากระแสสูงสุดในฝั่งทุติยภูมิ (Secondary peak-current) โดยนำค่า Primary peak-current ไปหารจำนวนรอบของ CT ในรุ่นนี้คือ 2000

Secondary peak-current = Primary peak-current / no. of turns

= 141.4 A / 2000 = 0.0707Aหาค่า R ภาระ

เมื่อ CT วัดกระแสได้สูงสุด ค่าแรงดังสูงสุดที่ผ่าน R ภาระจะต้องไม่เกินไฟแรงดันอ้างอิงของพอร์ต ADC ของ MCU ที่ใช้ โดยนำไปหาร 2 ก่อน ถ้าใช้บอร์ด Arduino UNO R3 แรงดัน AREF คือ 5V : AREF /2 =5/2=2.5V ดังนั้นจะหา ค่าความต้านทาน R ภาระ ในอุดมคติจะหาได้จาก

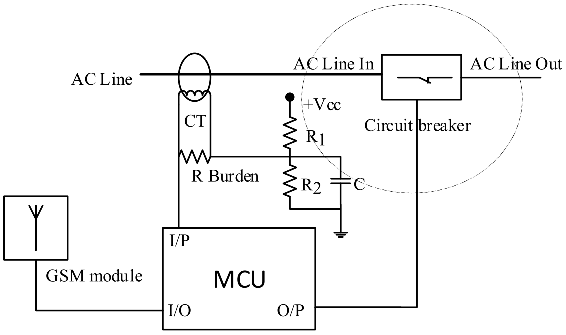
Ideal burden resistance = (AREF/2) / Secondary peak-current

= 2.5 V / 0.0707 A = 35.4 Ω

แต่ค่า R ทั่วไปที่ใกล้เคียงที่สุดนั้นไม่ใช่ 35 Ω ดังนั้นค่าที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 39 Ω หรือ 33 Ω (แนะนำให้ใช้ 33 Ω ±1%) ถ้าเลือกใช้ MCU ตัวอื่นที่ใช้ไฟ AREF ที่ 3.3 V ดังนั้นจะหาค่า R Burden ได้จาก

Ideal burden resistance = (AREF/2) / Secondary peak-current

= 1.35V / 0.0707A = 19.1 Ω



รูปที่ 2 ชุดวงจรใช้งาน Non-Invasive Current Sensor

ยกระดับแรงดันสัญญาณ ด้วยวิธี DC Biasตอนนี้ถ้าเราต่อ CT เข้ากับ R burden และทำการวัดกระแส สัญญาณที่ออกมาจาก CT จะยังเป็นสัญญาณ AC อยู่ ดังนั้นถ้าต่อเข้ากับ MCU ที่วัดสัญญาณที่วัดสัญญาณ DC เท่านั้น ต้องยกระดับสัญญาณ AC เป็นไฟ DC โดยจะยกไป AREF/2 จากวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) จาก R1 และ R2 จากสูตร

$$Vout = Vin \times R2 / (R1 + R2)$$

4 ผลการทดลอง

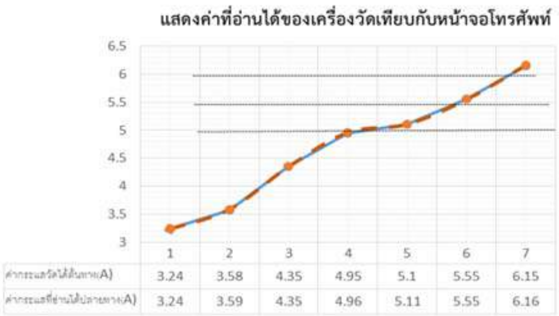
หลังจากที่ทำการทดสอบการทำงานของทุกส่วนแล้วนำโมดูลทั้งหมดมาต่อร่วมกันตามกรอบที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้นโดยมีชุดควบคุมหลักทำหน้าที่ประสานส่วนต่างๆให้ทำงานร่วมกันได้แสดงเป็นไดอะแกรมดังรูปที่ 1 โดยจะกำหนดพิกัดกระแสของอุปกรณ์ไว้เช่น 5 แอมป์ 10 แอมป์ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีการป้องกันไฟเกินจะเป็นประเภทอุปกรณ์ราคาถูกเช่นกะทะไฟฟ้า เตารีด หม้อหุ้งข้าว พัดลม หรือแม้แต่มอเตอร์ไฟฟ้าต่างที่อยู่ในปั้มน้ำในเครื่องปรับอากาศในตู้เย็น(กรณีเครื่องปรับอากาศและตู้เย็นจะมีระบบป้องกันไฟเกินไว้) สมมุติเสียบกะทะไฟฟ้าไว้ ซึ่งกะทะไฟฟ้ากินกำลังไฟฟ้า 1500 วัตต์ นั่นคือจะมีกระแสไหลเข้าไปยังตัวมันมีค่าประมาณ 6 แอมป์ขนาดทำงานปกติ ถ้าเมื่อกะทะไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์กินกำลังไฟฟ้าเกินที่กำหนดเนื่องจากการรัดวงจรภายในหรือใดๆทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามากกว่า 6 แอมป์ ตัวเซนเซอร์อ่านค่ากระแสเข้าตัวประมวลผลกลางส่งสัญญาณผ่านไวไฟแจ้งเตือนและสั่งรีเลย์โมดูลตัดระบบไฟฟ้าที่ต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นออก

วิธีการทดสอบการทำงานของชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านเป็นสองส่วนการทำงานคือการทำงานปกติและการทำงานเมื่อสภาวะแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้า ซึ่งการทำงานปกติหมายถึงชุดแจ้งเตือนไม่มีการแจ้งเตือนกระแสไฟฟ้าไหลปกติไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ทางฮาร์ดแวร์ที่สามารถตรวจสอบได้โดยผ่านหน้าจอโทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์และเมื่อกระแสไหลเกินค่าที่กำหนดระบบจะแจ้งเตือนหน้าจอโทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งตัดระบบไฟฟ้าในบ้านออกรอจนกว่าจะมีการรีเซ็ตระบบใหม่ เมื่อทำการทดสอบการทำงานแล้วพบว่า ขณะใช้งานเงื่อนไขปกติระบบแจ้งเตือนฯนี้จะส่งข้อมูลทุก 10 นาทีแต่จะไม่มีการแจ้งเตือนมาด้วยแต่เมื่อสร้างเงื่อนไขให้กระแสไหลเกินค่าที่กำหนดไว้ 10 เปอร์เซนต์ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปยังโทรศัพท์และเมื่อมีกระแสเกินมากขึ้นกว่า 20 เปอร์เซนต์ ระบบจะทำการตัดวงจรไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปภายในบ้านหรือจุดที่ได้เชื่อมต่อชุดระบบแจ้งเตือนนี้ไว้และรอจนกว่าจะมีการรีเซ็ตระบบการทำงานใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทำงานของชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าภายในบ้านออก

ค่าที่กำหนด	ค่ากระแสวัดได้ต้นทาง(A)	ค่ากระแสที่อ่านได้ปลายทาง (A)	สถานะการแจ้งเตือน	สถานะการตัดระบบ
5 A	3.24	3.24	No Alert	On system
	3.58	3.59	No Alert	On system
	4.35	4.35	No Alert	On system
	4.95	4.96	No Alert	On system
	5.10	5.11	No Alert	On system
	5.45	5.45	Alert	On system
	5.96	5.96	Alert	Off system
10 A	8.55	8.55	No Alert	On system
	9.15	9.15	No Alert	On system
	9.65	9.65	No Alert	On system
	9.85	9.85	No Alert	On system
	10.00	1.01	Alert	On system
	10.10	10.11	Alert	On system
	10.15	10.15	Alert	On system
	10.20	10.20	Alert	Off system

ถ้าค่ากระแสที่แสดงบนหน้าจอโทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ต่ำกว่า 5 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และไม่มีการแจ้งเตือน เมื่อมีการปรับให้กระแสไหลผ่านมากขึ้นถึงระดับ 10 เปอร์เซนต์กระแสกำหนดไว้ 5.5 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น และเมื่อมีการปรับค่ากระแสที่ไหลผ่านระบบชุดแจ้งเตือนจนถึงค่า 20 เปอร์เซนต์ กระแสกำหนดไว้ 6 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ไม่ปกติ” และมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น พร้อมทั้งตัดระบบไฟฟ้าออกจากวงจรภายนอก



รูปที่ 3 การทดสอบกำหนดการแจ้งเตือนที่ 5 แอมป์

ถ้าค่ากระแสที่แสดงบนหน้าจอโทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ต่ำกว่า 10 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และไม่มีการแจ้งเตือน เมื่อมีการปรับให้กระแสไหลผ่านมากขึ้นถึงระดับ 10 เปอร์เซนต์กระแสกำหนดไว้ 11 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ปกติ” และมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น

และเมื่อมีการปรับค่ากระแสที่ไหลผ่านระบบชุดแจ้งเตือนจนถึงค่า 20 เปอร์เซนต์ กระแสกำหนดไว้ 12 แอมป์ สถานะของหน้าจอบอกว่า “ไม่ปกติ” และมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น พร้อมทั้งตัดระบบไฟฟ้าออกจากวงจรภายนอก เช่นเดียวกันกับค่าที่กำหนดก่อนหน้า

รูปที่ 4 การทดสอบกำหนดการแจ้งเตือนที่ 10 แอมป์

5. สรุป

ชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านที่สร้างขึ้นนี้ ได้ประยุกต์การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับระบบอิเล็กทรอนิกส์แล้วควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ผลกาทดลองปรากฏว่า เมื่อรวมระบบทุกส่วนเข้าด้วยกันแล้วมีการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการคือมีการแจ้งเตือนการทำงานเมื่ออยู่ในสภาวะต่างๆ มีการตัดระบบไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลวงจรเกินค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงผลดังการทดลองในบทก่อนหน้านี้ มีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยตรงค่าที่วัดได้ระหว่างค่าที่วัดได้ตอนที่จะส่งออกมาด้วยเครื่องมือวัดกระแสมาตรฐานและเมื่อไปถึงยังเครื่องรับที่เป็นโทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์แล้วค่าที่อ่านได้มีความผิดพลาด ซึ่งเนื่องจากค่าที่วัดจากเครื่องวัดภายนอกกับค่าที่ระบบอ่านได้นั้น อาจเกิดจากการดึงค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานดับเครื่องวัดภายนอกทำงานคนละช่วงเวลากัน จึงมีปัญหาค่าไม่ตรงกันเกิดขึ้นหลายครั้ง ซึ่งไม่ใช้ปัญหาหลักของงานวิจัยชิ้นนี้ ปัญหาของงานวิจัยนี้หลักๆคือวงจรการต่ออุปกรณ์ต่างๆ มีขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการนำชุดแจ้งเตือนและตัดระบบไฟฟ้าในบ้านผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมที่นำไปใช้งานจริงได้ ดังนั้นในอนาคตควรมีการพัฒนาระบบนี้ให้มีขนาดเล็กลงโดยการนำอุปกรณ์ชนิดใหม่นำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม และสถานบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยนี้พร้อมทั้งเครื่องมือและห้องปฏิบัติการในการทดลองจนเสร็จสิ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัทบางกอกโพสต์จำกัด(มหาชน)(2018,Feb15). [Online]. สืบค้นที่: https://www.posttoday.com/politic/report/346471/ “รายงานพิเศษ,” published.

[2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(2017, Jan 1). [Online]. สืบค้นที่: http://e-saving.egat.co.th/LED/led2.html “ข้อมูลเบื้องต้นงานส่งเสริมการใช้หลอดLED,” published.

[3] Design Recycle Inc. (2017, Jan 10). [Online]. Available: http://www.designrecycleinc.com/led%20comp%20chart.html. Elissa, “ Comparison Chart LED Lights vs. Incandescent Light Bulbs vs. CFLs,” published.

[4] Embedded system design. (2016). ข้อมูลของบอร์ดArduino. Retrieved June 1, 2016, from http://mbeddedweekly.blogspot.com/2014/08/arduino-uno.html

[5] Atmage. (2016). คู่มือไอซี MCU ATmega328. Retrieved June 1, 2016, from http://www.atmel.com/devices/atmega328.aspx

[6] Arduinoall. (2016). การเชื่อมต่อ8266 ไวไฟโมดูล. Retrieved June 5, 2016, from http://www.arduinoall.com/article/-arduino-wi-fi-module.

[7] Wikipedia. (2017, Jan 10). [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Overcurrent published.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

หุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดยพีแอลซี

Transmission Robot is Controlled by PLC

มิ่งขวัญ สมพฤกษ์[1] วิภพ ใจแข็ง[1] จรัญ คนแรง[1] บรรจบ สุขประภาภรณ์[1] พัฒนพงษ์ วีรยุทธกำจร[1] ชัชชัย วรพัฒน์[1]
[1]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์&แฟกซ์ 053-776015 โทรศัพท์มือถือ 088-2615499 E-mail: wipobh.jai@crru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการสร้างหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดย PLC เพื่อนำไปใช้ประโยชน์และการนำไปประยุกต์ใช้ และเป็นต้นแบบให้กับการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และการพัฒนาศักยภาพของการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น รวมไปถึงการพัฒนาความรู้ในด้านต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานในเรื่องของการส่งของไปยังสถานีต่างๆ และยังสามารถกลับมายังจุดเริ่มต้นได้โดยใช้ PLC ไปควบคุมมอเตอร์กระแสตรง โดยใช้โปรแกรม GxDev MITSUBISHI ในการเขียนคำสั่งควบคุมระบบการทำงาน คือ การทำงานของเซนเซอร์โดยการนับจุดตัดของเส้นจากวัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัย ได้ทำการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมด้วยระบบ PLC ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ สามารถทำงานได้จริงในลักษณะเดินเป็นเส้นตรง และสามารถเดินในลักษณะเส้นโค้งได้จาก 1 - 75 องศา ที่กำหนดในสนามทดสอบ การทำงานของหุ่นยนต์มีลักษณะการเดินเป็นเส้นตรงกำหนดไว้ 3 สถานี สถานีที่ 1 ระยะทาง 1 เมตร สถานีที่ 2 ระยะทาง 2 เมตร สถานีที่ 3 ระยะทาง 3 เมตร การทดสอบเป็นจำนวน 3 ครั้งในแต่ละสถานี ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงความเร็วของแต่ละสถานี ที่กำหนดให้ในการทดสอบหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมด้วยระบบ PLC สถานีที่ 1 ใช้ความเร็ว 3.84 วินาที สถานีที่ 2 ใช้ความเร็ว 7.02 วินาที และสถานีที่ 3 ใช้ความเร็ว 10.12 วินาที จากการเปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมด ของแต่ละสถานี พบว่าสถานีที่ 3 ใช้เวลาในการเดินทางน้อยกว่า

คำสำคัญ: หุ่นยนต์, พีแอลซี, เซนเซอร์, สถานี

Abstract

The objectives of this study are (1)to invent the delivery robot walking along its controlled route by PLC leading to the utilization and application, and the model for a delivery robot for its more efficiency and (2)to develop its working potential and knowledge concerning delivering items to different stations and returning to its starting point by using PLC to control the direct current via GxDev MITSUBISHI Program in writing the direction to control the working system. This can be done by the sensor via counting the line cutting points. From the research objective and scope, the delivery robot walking along the controlled route is created and then its working capacity is examined in an authentic working condition by walking in a straight line and an arch line with 1-70 degrees as designed in the testing area. The robot's function is to walk along the straight line as designed to three stations; station 1 with one meter, station 2 with two meters and station 3 with three meters and each station is examined three times through the observation of the speed change of each station along the controlled route by PLC. The results are as follows: Station 1, the speed change at 3.84 seconds station 2, the speed change at 7.02 seconds and station 3, the speed change at 10.12 seconds. From the result comparisons of each station, it is found that station 3 consumes less time in walking.

Key Words : Robot ,PLC, Sensor and Station

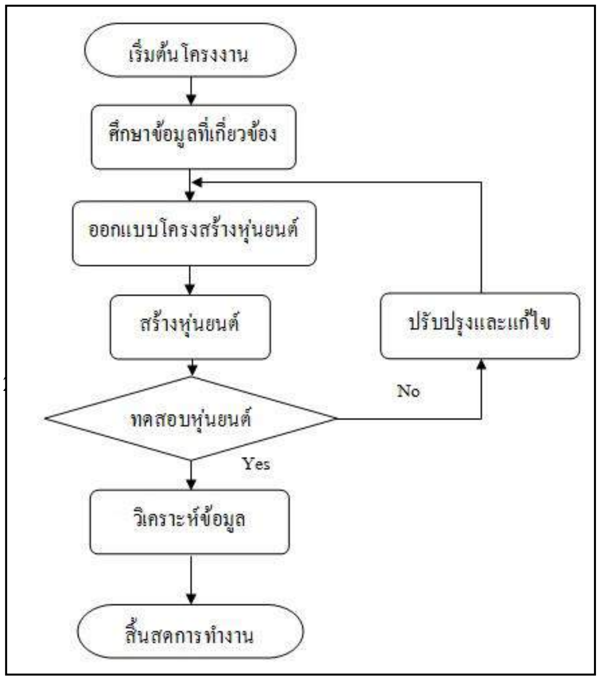
1. บทนำ

ปัจจุบันโลกของเรามีการพัฒนาการทางเทคโนโลยีอย่างไม่มีที่สิ้นสุด โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาต่อเนื่องให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ผู้ศึกษาจึงพัฒนาหุ่นยนต์ควบคุมการเดินโดยใช้ PLC ในการควบคุมการเดินของหุ่นยนต์ ให้มีความสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ และหุ่นยนต์ส่งของเดิมตามเส้นควบคุมโดย PLC สามารถส่งของภายในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ภายในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ในแต่ละแผนกหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นสามารถส่งของหรืองานเอกสารต่างๆ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงคิดว่าควรสร้างหุ่นยนต์ส่งของเป็นการศึกษาข้างต้น เพื่อที่จะนำเอาไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่จำเป็น เช่น การส่งเอกสาร หรือตัววัสดุในการผลิตในโรงงาอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อที่จะลดระยะเวลาในการเดินทาง และเวลาในการทำงานของบุคลากร หุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้น จะช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน และยังสามารถเดินทางไปยังในที่ต่างๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ และยังช่วยลดปัญหาการส่งของล้าช้า หรือไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้

จากปัญหาที่กล่าวมานี้จึงเน้นแนวทางให้ทำผลงานชิ้นนี้ขึ้นมา จึงมีแนวความคิดที่จะสร้างหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นโดยมีเงื่อนไขว่า หุ่นยนต์จะสามารถส่งของไปยังจุดต่างๆ ได้ทั้ง 3 จุดตามที่กำหนดไว้ และยังสามารถกลับมายังจุดเริ่มต้นได้โดยผู้ใช้สามารถเลือกจุดต่างๆ ที่ต้องการให้หุ่นยนต์เดินไปส่งของ ซึ่งหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นยังเป็นแนวทางในการค้นคว้าเพื่อประโยชน์ของผู้ที่ศึกษาวิจัย เพื่อให้หุ่นยนต์มีความสามารถเพิ่มขึ้นในอนาคต

2. วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาและดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้เริ่มหลังจากเสนอหัวข้อบทความวิจัยและได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการ เรื่อง หุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดยพีแอลซี ซึ่งมีวิธีการตามขั้นตอนของการวิจัยดังนี้

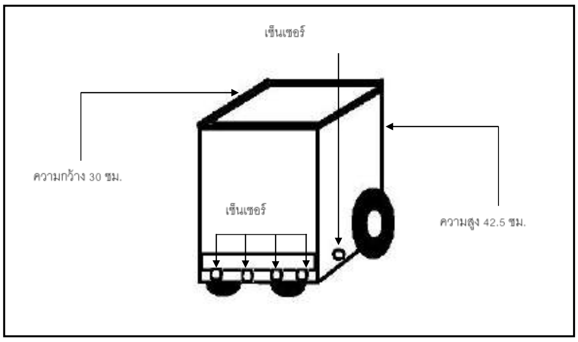


รูปที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3. การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์

ในการออกแบบหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดยพีแอลซีนี้ได้มีวิธีการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตามวิธีดังต่อไปนี้

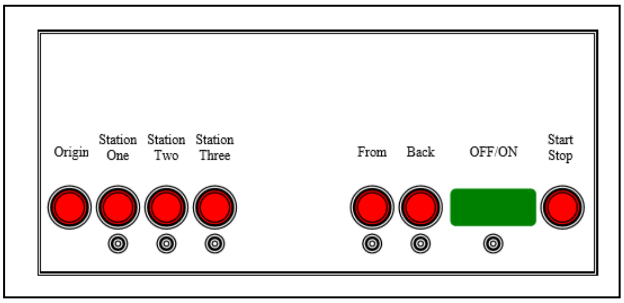
1. ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้น
2. ออกแบบชุดวงจรควบคุม
3. ออกแบบจัดวางชุดมอเตอร์
4. ออกแบบจัดวางชุดเซ็นเซอร์
5. ออกแบบสนามสำหรับหุ่นยนต์เดินตามเส้น



รูปที่ 2 โครงสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้นควบคุมด้วยระบบ PLC

4. ขั้นตอนการทำงานหุ่นยนต์เดินตามเส้นควบคุมด้วยระบบ PLC

เมื่อกดปุ่มสวิทซ์เปิด/ปิด คือ เมื่อต้องการใช้งานหุ่นยนต์ให้กดสวิทซ์ ON และเมื่อต้องการหยุดการใช้งานหุ่นยนต์ ให้กดสวิทซ์ OFF ปุ่มสถานีที่ 1 (Station One) ใช้งาน เมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เดินไปยังสถานที่ 1 ปุ่มสถานีที่ 2 (Station Two) ใช้งาน เมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เดินไปยังสถานที่ 2 ปุ่มสถานีที่ 3 (Station Three) ใช้งาน เมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เดินไปยังสถานที่ 3 ปุ่ม Start/Stop คือเมื่อได้ทำการกดปุ่มเพื่อเลือกสถานีใดสถานีหนึ่งและให้กดปุ่มเพื่อเลือกสถานีใดสถานีหนึ่งแล้วกดปุ่ม Start/Stop เพื่อให้หุ่นเดินทางไปยังสถานีนั้นๆ และกดปุ่ม Start/Stop เมื่อต้องการให้หุ่นหยุดทำงาน ปุ่ม From ใช้งานเมื่อ ต้องการให้หุ่นยนต์เดินทางไปข้างหน้า กดปุ่ม From หลังจากกดปุ่ม Start/Stop หากต้องการให้หุ่นยนต์เดินไปข้างหน้า ปุ่ม Back ใช้งานเมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เดินทางกลับหลัง กดปุ่ม Back หลังจากกดปุ่ม Start/Stop หากต้องการให้หุ่นยนต์เดินกลับ ปุ่ม Origin ใช้งานเมื่อต้องการกลับไปยังจุดเริ่มต้น



รูปที่ 3 แผงควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดย PLC

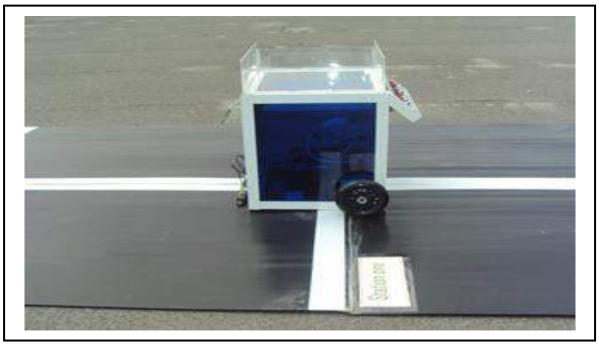
5. ผลการวิจัย

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ระยะทาง (เมตร)	ครั้งที่										เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	1	3.80	3.88	3.81	3.87	3.88	3.83	3.90	3.85	3.84	3.81	3.84
0	2	7.04	7.10	7.08	7.01	6.97	7.00	7.03	6.95	7.04	7.01	7.02
0	3	10.08	10.15	10.05	10.12	10.20	10.18	10.10	10.08	10.13	10.15	10.12
0.5	1	3.95	4.06	4.01	3.98	4.06	4.08	4.04	4.00	4.01	4.07	4.02
0.5	2	7.43	7.38	7.36	7.38	7.40	7.42	7.40	7.45	7.36	7.44	7.40
0.5	3	10.76	10.80	10.72	10.76	10.83	10.78	10.85	10.80	10.76	10.79	10.78
1	1	4.10	4.11	4.18	4.15	4.12	4.14	4.17	4.14	4.16	4.13	4.14
1	2	7.60	7.58	7.62	7.64	7.57	7.55	7.64	7.60	7.61	7.56	7.59
1	3	10.98	11.02	10.92	11.11	11.06	10.95	10.98	10.96	11.06	11.02	11.00
1.5	1	4.25	4.28	4.30	4.23	4.21	4.32	4.27	4.28	4.26	4.23	4.26
1.5	2	7.89	7.85	7.88	7.90	7.92	7.88	7.91	7.90	7.93	7.89	7.89
1.5	3	11.45	11.52	11.49	11.45	11.50	11.59	11.47	11.55	11.49	11.57	11.50
2	1	4.53	4.50	4.47	4.44	4.45	4.47	4.49	4.50	4.51	4.48	4.48
2	2	8.05	8.03	7.95	8.00	7.98	7.95	8.01	7.99	7.94	8.04	7.99
2	3	11.68	11.76	11.65	11.82	11.73	11.69	11.80	11.79	11.76	11.77	11.74
2.5	1	4.78	4.72	4.68	4.70	4.65	4.72	4.68	4.75	4.78	4.74	4.72
2.5	2	8.31	8.26	8.35	8.28	8.31	8.40	8.35	8.39	8.42	8.38	8.34
2.5	3	11.89	11.92	12.05	11.95	11.92	12.12	11.97	12.09	11.99	12.07	11.99
3	1	5.01	4.90	4.98	4.96	4.94	4.98	4.88	4.94	4.97	5.00	4.95
3	2	8.79	8.70	8.75	8.71	8.75	8.83	8.75	8.79	8.77	8.80	8.76
3	3	12.48	12.53	12.43	12.68	12.59	12.60	12.48	12.54	12.57	12.62	12.55

บทความวิจัยเรื่องหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดยพีแอลซีนี้ ในการทำงานจึงต้องทดสอบการทำงานเพื่อหาประสิทธิภาพของการทำงานที่เหมาะสมของหุ่นยนต์ตามขอบเขตของการทำงาน ซึ่งการทดสอบการทำงาน มีดังต่อไปนี้

6. ภาพของหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดย PLC

รูปที่ 4 การทดสอบหุ่นยนต์ในลักษณะเส้นตรงจากด้านหลัง



รูปที่ 5 การทดสอบหุ่นยนต์ในลักษณะเส้นตรงจากด้านข้าง

7. สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบพบว่าหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมโดย PLC นั้นสามารถแบบรับน้ำหนักของวัตถุได้จริง และยังสามารถนำสิ่งของไปส่งยังสถานีต่างๆ ตามที่ถูกกำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำอีกด้วย จากการทดสอบจะเห็นได้ชัดว่าเมื่อเพิ่มจำนวนน้ำหนักของวัตถุให้กับหุ่นยนต์เพิ่มมากขึ้นไปเรื่อยๆ ดังตารางการทดสอบ หุ่นยนต์จะยังสามารถส่งของได้เพียงแต่ช่วงเวลาในการส่งนั้นจะแตกต่างกันออกไปเล็กน้อย เนื่องจากจำนวนน้ำหนักที่หุ่นยนต์แบกรับไว้นั้นเอง จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับหุ่นยนต์ส่งของเดินตามเส้นควบคุมด้วยระบบ PLC ให้มีลักษณะการรับน้ำหนักได้ 3 กิโลกรัม โดยใช้ PLC ตระกูล Mitsubishi FX1s/FX1N Series ควบคุมการเดินและเป็นตัวประมวลผลหลักในการควบคุมการเดินของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์สามารถเดินทางเป็นเส้นตรง และเส้นโค้งได้ ตั้งแต่ 1 – 75 องศา จากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดเจนว่า ถ้าหุ่นเดินทางในเส้นทางโค้งจะระยะเวลาการเดินของหุ่นจะช้าลงแต่ถ้าหุ่นยนต์เดินทางในเส้นตรงการเดินของหุ่นจะเร็วกว่าเดินทางในเส้นทางโค้ง ผลการทดลองให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยใช้ Photo Electric Sensors ในการตรวจเช็คเส้นเพื่อให้หุ่นยนต์เดิน และส่งของตามสถานีต่างๆ ทั้งหมด 3 สถานีและรับน้ำหนัก ได้ 3 กิโลกรัม เนื่องจากใช้มอเตอร์แบบกำลัง 2 ตัว ซึ่งสามารถแบบรับน้ำหนักได้มากกว่า 3 กิโลกรัม แต่ตัวมอเตอร์นั้นจะทำงานหนักมากเพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับตัว มอเตอร์นั้นได้ เนื่องจากน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์มีน้ำหนักมาก ในการควบคุมพบว่า PLC สามารถทำงานได้ดี และจากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ตามที่กำหนดไว้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางอาจารย์ทุกๆ ท่านในโปรแกรมวิชาวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยีไฟฟ้า และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่อำนวยความสะดวกสถานที่ การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในการตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆ กับการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] พลูศักดิ์ โกษียาภรณ์, ณฐัพล จะสูงเนิน, *“เรียนรู้และพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ด้วยภาษาซี,”* พิมพ์ครั้งที่1, กรุงเทพมหานคร: สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2553

[2] สมพงษ์ บุญธรรมจินดา, *“หลักการทำงานและซ่อมบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า,”* กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2538

[3] โอภาศ ศิริควรชิต, *“เรียนรู้พัฒนาไมโครคอนเทรลเลอร์ ARM7 PLC2148 ด้วยภาษาซี,”* พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วชินรินทร์สาส์น รัชดา, 2537

[4] L.A. Bryan, E.A. Bryan, *“Programmable controllers:theory and implementation, ”* An Industrial Text Company Publication,1997

[5] Mitsubishi Electric, *“MELSEC FX Series Programmable controller Programming Manual,”*

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล

Cochonnet's distance measure device for petanque competation with digital display

ธนภัทร มาลีลัย[1] พัชรณัฏฐ์ แสงอ่อน[1] พงศ์พัทธ์ มังคละคีรี[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

214 หมู่ 12 ตำบลหนองญาติ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000 โทรศัพท์ 042-512777

E-mail: tanapatra@npu.ac.th Nongtato_to@hotmail.com sayam@npu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องการวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนตรวจเช็คจับและวัดระยะทางความห่างของวัตถุ โดยจะใช้โมดูลตรวจเช็คจับ และวัดระยะทาง Ultrasonic Sensor SRF05 ซึ่งมีคุณสมบัติ สามารถรับและส่งคลื่นอัลตราโซนิค ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ ส่วนประมวลผล ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Node MCU ESP8266โดยจะทำการเขียนซอร์สโค้ดโปรแกรมภาษาซีเพื่อทำการคำนวณและประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากโมดูลตรวจจับและวัดระยะทาง จากนั้นจะส่งสัญญาณที่ได้ไปยัง ส่วนแสดงผลโดยจะแสดงผลออกทางจอแอลซีดี โดยค่าที่แสดงนั้นจะบอกค่าแสดงค่าระยะทางที่ได้ออกมาเป็นตัวเลขหน่วยเซ็นติเมตร

จากผลการทดสอบเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค สามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 50 เมตร ค่าผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 0.707 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.182 โดยระหว่างที่ทำการวัดนั้นจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง เนื่องจากคลื่น อัลตราโซนิคจะส่งคลื่นออกมาเป็นแนวคลื่นรูปพัลส์ ถ้ามีสิ่งกีดขวางจะทำให้ค่าที่แสดงนั้น มีค่าคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดใช้งานง่าย พกพาสะดวกอีกทั้งยังมีราคาถูก แต่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการใช้งานสูง

คำสำคัญ: อาดุ้ยโน่, อัลตร้าโซนิค, ดิจิตอล

Abstract

This article presents the design and construction of a Cochonnet's distance measure device for petanque competation with digital display. There are three main components: the check and the distance measurement of the object. It will use the catch module. And the Ultrasonic Sensor SRF05. It can receive and transmit ultrasonic waves at frequencies of 40 kHz. The processor uses the Arduino Node MCU ESP8266 microcontroller. It will write the C source code to calculate and process the signals received from the detector module and measure the distance. way Then the signal is sent to. The display will be displayed on the LCD. The display shows the value of the distance measured in centimeters.

The ultrasonic distance measuring machine can measure distances from 2 centimeters to 50 meters, average error of 0.707 standard deviation 0.187. There must be no obstruction. Because of the waves Ultrasonic waves will send out waves. If there are obstructions, the values shown are displayed. Errors or Errors are easy to use. Portable and cheap. It is very efficient and versatile in use.

Keywords: Arduino, Ultrasonic Sensor, Digital

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ การแข่งขันกีฬาเปตองจะใช้การวัดระยะห่างของลูกเปตองและลูกแก่น ส่วนมากอาจใช้ตลับเมตรหรืออุปกรณ์วัดระยะทางแบบต่างๆ สามารถเรียกได้ว่าเครื่องวัดระยะทางระบบเมตริกซ์ ซึ่งถ้าใช้ในการวัดระยะทางที่มีระยะทางไกล หรือในการวัดที่มีความแคบของพื้นที่ ที่จะวัดซึ่งเครื่องวัดแบบดังที่กล่าวไว้ข้างต้น อาจจะไม่สามารถวัดได้หรือ อาจจะวัดได้แต่ค่าที่ได้อาจไม่ได้มาตรฐาน หรืออาจจะไม่เที่ยงตรง ซึ่งปัญหาอาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องวัดหรืออาจเกิดจากตัวคนวัดในการอ่านค่า จากสถานการณ์และเหตุผลที่กล่าวข้างต้นทำให้มีผู้สนใจพัฒนาเครื่องเตือนเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการ เช่น วรากร และอานนท์ [1] ได้ประดิษฐ์เครื่องช่วยเหลือในการเดินทางสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการทางสายตาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์PIC18F4585 และผลจากการทดสอบเครื่องช่วยเหลือในการเดินทางสำหรับผู้พิการทางสายตาสามารถทำตามขอบเขตที่กำหนด คือ สามารถบอก วัน เดือน ปี เวลา อุณหภูมิ ทิศ และระยะห่างระหว่างวัตถุเป็นเสียงพูดได้ถูกต้อง ชุติพงษ์ และอนุรักษ์ [2] ได้ศึกษา เรื่อง อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการทางสายตาโดย PSoC โดยติดตั้งอุปกรณ์ไปยังเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานพกติดตัวแทนการใช้ไม้เท้า ซึ่งอาจติดไว้ที่แว่นตาคำควบคู่กับหู

ฟังติดไว้ที่หมวก หรือเครื่องใช้ใด ๆ ก็ตาม ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องใช้มือในการถือ สุรพล [3]

ผู้วิจัยพบว่ายังไม่มีเครื่องการวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอลที่สามารถบอกระยะห่างของลูกแก่นและลูกเปตองมาใช้ในการแข่งขันกีฬาเปตองมาช่วยในการวัดระยะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องตัดสินระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล ที่มีตัวตรวจจับและจะส่งสัญญาณเสียงและแจ้งระยะห่างแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขหน่วยเซ็นติเมตรให้แก่ผู้แข่งขันกีฬาเปตอง เพื่อช่วยตัดสินการแข่งขันแทนการใช้ตลับเมตร จึงได้มีแนวคิดที่จะนำหลักการสะท้อนของคลื่นอัลตราโซนิค นี้ มาจัดทำเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค เพื่อนำเครื่องที่ได้นี้ มาใช้วัดระยะห่างของลูกแก่นและลูกเปตอง หรือ อาจจะนำมาประยุกต์ใช้กับการถอยของรถยนต์ และใช้วัดระยะห่างของวัตถุเป็นต้น โดยทำการสร้างวงจรกำเนิดความถี่ประมาณ 40 kH_zเพื่อทำการส่งและรับคลื่นเสียงนี้ ผ่านทางตัวส่งและตัวรับคลื่นซึ่งสามารถแปลงสัญญาณไปมาระหว่างสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียงเสียง จากนั้นนำคลื่นที่ได้มาประมวลผล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Node MCU ESP8266 แล้วนำผลที่ได้นั้นแสดงผลออกทางจอแอลซีดี

2. การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266

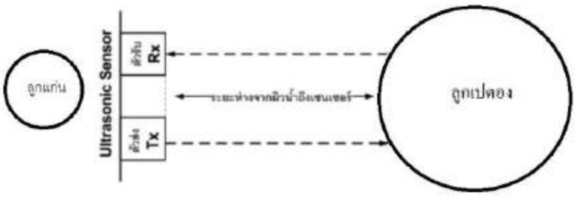
NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูลESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆจนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน Node MCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก Node MCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output builin มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น Node MCUตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆอีกมากมาย ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266

2.2 เซนเซอร์อัลตร้าUltrasonic Sensor

คลื่นอัลตร้าโซนิค คือคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปหูของมนุษย์จะได้ยินเสียงที่ความถี่ประมาณ15 kHz เท่านั้น ดังนั้นโดยปกติแล้ว คำว่า อัลตร้าโซนิค เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 kHz ขึ้นไป ส่วนสาเหตุนิยมนำคลื่นย่านอัลตร้าโซนิคมาใช้ เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางเป็นเส้นตรงทำให้สามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง ซึ่งเป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค รุ่น SRF05 เป็นแผงวงจรวัดตรวจจับและวัดระยะทาง ที่มีแม่นยำและเที่ยงตรงสูง วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 0.01 เมตรไปจนถึง 4 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์Arduinoได้ง่ายโดยใช้งานเพียง 2 ขา โดยใช้การปล่อยสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณดิจิตอลที่ขา Trigger ไปยังพื้นผิวแล้วสะท้อนคลื่นเสียงที่ปล่อยออกมากลับมายังขา Echo ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณพัลส์ ทำให้ทราบถึงระยะห่างของระหว่างต้นทางและปลายทางที่ส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิคไปยังผิวของวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยสัญญาณที่ได้จะอยู่ในรูปของความกว้างพัลส์ที่มีสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ โดยความถี่อัลตร้าโซนิคที่ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลา เริ่ม ส่งคลื่นและเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมาจึงคำนวณหาค่าของระยะทางได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 2 เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค รุ่นSRF 05



รูปที่ 3 การตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณอัลตร้าโซนิค

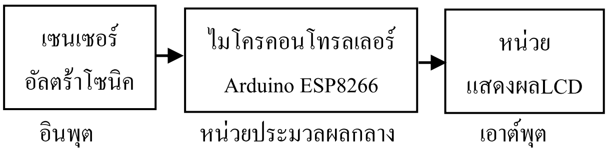
2.3 การออกแบบวงจรเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค

ออกแบบวงจรเครื่อวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 มีการอออกแบบดังนี้

1. ใช้คลิสตัลที่ความถี่สูงสุด 8 เมกกะเฮิรตซ์ต่อวินาทีให้กับวงจรเนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาไม่สูงจนเกินไปเพราะไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 สามารถใช้คริสตัลที่ความถี่สูงสุดได้ถึง 20 เมกกะเฮิรตซ์ต่อวินาที
2. ใช้พอร์ท D เป็นพอร์ทเอาท์พุทขนาด 4 บิต แสดงผลออกทางจอแอลซีดี 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด โดยมีตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 100 กิโลโอห์ม ทำหน้าที่ปรับความสว่างของ จอแอลซีดี
3. ใช้พอร์ท B เป็น พอร์ท อินพุท/เอาท์พุทภายใน
4. ใช้โมดูลตรวจจับและวัดระยะทาง (SRF 05)

รูปที่ 4 เครื่องวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล

2.4 หลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค



รูปที่ 5 บล็อกการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค

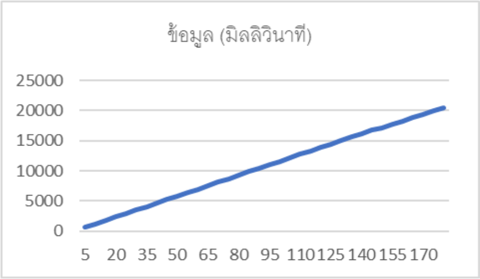
จากรูปที่ 5 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิคหลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิคนี้ มีหลักการทำงานโดยย่อและเครื่องนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ด้วยกัน ส่วนที่ 1 คือ ส่วนโมดูลตรวจจับและ วัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค ในส่วนนี้จะทำงานโดยการส่งสัญญาณพัลส์ขนาด $40KH_z$ ออกไปเมื่อตรวจพบวัตถุคลื่นจะสะท้อนกลับมาแล้วโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางจะทำการแปลงสัญญาณและส่งผ่านไปยังส่วนประมวลผลส่วนที่ 2 คือ ส่วนประมวลผล โดย ในส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 เป็นตัวประมวลผล จากการส่งสัญญาณของส่วนโมดูลตรวจจับและวัดระยะทาง ไปยังส่วนแสดงผลส่วนที่ 3 คือ ส่วนแสดงผลนี้จะทำงานโดยการแสดงผลลัพธ์ ที่ได้โดยการคำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP8266 โดยส่วนแสดงผลจะใช้หน่วยแสดงผลผ่านจอแอลซีดี เพื่อแสดงระยะทางที่สามารถวัดได้ดยจะมีหน่วยเป็นเมตรและเซนติเมตรโดยทั้งสามส่วนนี้จะทำงานร่วมกันและจะทำงานวนลูปตลอดเวลาเพื่อให้ได้การวัดระยะทางครั้งต่อไป เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือหากต้องการเปลี่ยนตำแหน่งในการวัดระยะทาง

โดยเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิคนี้จะทำการวัดใหม่ทุกๆ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงค่าที่ถูกต้องมากที่สุดโดยเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิคนี้จะหยุดทำงานเมื่อทำการปิดสวิตช์เปิด/ปิด จากการทดลองวัดระยะห่างของลูกเปตองกับลูกแก่นด้วยคลื่นอัลตราโซนิคนี้ สามารถนำข้อมูลไปทำการหาค่าเฉลี่ย เพื่อการเขียนโปรแกรมคำนวณระยะและอ่านค่าระยะห่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังตารางที่ 1 สมการในการคำนวณของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเปลี่ยนข้อมูลที่อ่านได้เป็นระยะทางสามารถพิจารณาผลการทดลอง

ตารางที่ 1 การหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ในสมการการคำนวณของไมโครคอนโทรลเลอร์

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ข้อมูล (มิลลิวินาที)	ระยะทาง (เซนติเมตร)	ค่าที่ได้ (มิลลิวินาที)
5	636	40	11026
10	1209	45	11450
15	1786	50	12199
20	2369	55	12794
25	2920	60	13347
30	3458	65	13889
35	4069	70	14325

เมื่อนำ ค่าที่ได้จากตารางที่ 1 มาเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง(ซ.ม.)กับข้อมูล (Data)

จากรูปที่ 6 จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับข้อมูลเป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังนั้นจึงสามารถหาสมการสำหรับเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อเปลี่ยนข้อมูลที่อ่านได้เป็นระยะทางดังนี้ จากสมการความชัน

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = m \quad (1)$$

ดังนั้นจะได้ค่าความชันดังนี้

$$\frac{y_2 - 5}{x_2 - 636} = m$$

$$\frac{75 - 5}{14325 - 636} = m$$

m = 0.00511

2.5 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค มีการทดสอบดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับสอบเทียบการทดลองวงจรเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค

2. นำเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิคไปทำการวัด โดยนำสิ่งที่ต้องการจะวัดระยะทางไว้ทางด้านหน้าของเครื่องวัดและทำการวัดเทียบกับระยะทางที่ได้กำหนดไว้

3. เก็บผลการทดลองที่ได้ บันทึกลงตารางบันทึกผลเพื่อนำค่าที่ได้ไปทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับระยะทางจริงเพื่อความน่าเชื่อถือของเครื่องวัดระยะทาง

จากการทดลองและเก็บผลสามารถสรุปได้ว่าจากการเก็บผลในระยะทางต่างๆ ทั้งหมด 20 ระยะ ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 3.5 เมตร มีค่าใกล้เคียงกับอุปกรณ์สอบเทียบ โดยมีค่าความผิดพลาดต่างกันไปตามระยะต่างๆจากการคำนวณหาค่าความผิดพลาดและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางข้อมูลและระยะทางที่ได้จากการทดลองเก็บผลเป็นจำนวน 3 ครั้งแล้วนำค่าที่ได้จากการเฉลี่ยมาใส่ตาราง

ค่าจริงด้วยตลับเมตร (เซนติเมตร)	ข้อมูล (ไมโครวินาที)	ค่าที่วัดได้ Ultrasonic (เซนติเมตร)	ค่าความผิดพลาด	
			(เซนติเมตร)	(%)
2	636	2.06	0.06	3
5	1209	5.1	0.1	2
8	1786	8.1	0.1	1.25
10	2369	10.1	0.1	1
15	2920	15.1	0.1	0.6
25	3458	25.2	0.2	0.8
35	4069	35.2	0.2	0.5
40	11026	40.1	0.1	0.2
45	11450	45.2	0.2	0.2
50	12199	50.99	0.99	0.99
ค่าเฉลี่ย			0.3825	0.707

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการวัดระยะทางจะในช่วงที่ค่าน้อยจะมีค่าความผิดพลาดสูง แต่มีทำการวัดระยะทางในช่วงที่ค่ามากจะค่าความผิดพลาดน้อยลง เนื่องจากค่าของเศษส่วนที่ได้มีค่ามากขึ้น จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับระยะทางจริง

3. สรุป

จากการที่ได้ทำการทดสอบเครื่องการวัดระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอลไปทดลองใช้งานมีผลการทดสอบดังนี้ เครื่องทำการวัดระยะห่างของลูกเปตองกับลูกแก่นในระยะต่างๆกันทั้งหมด 14 ครั้ง ในทุกครั้งที่ทำการวัดจะนำค่าที่ได้ไปทำการเก็บผลการทดลอง เพื่อนำมาหาค่าความผิดพลาดของเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค โดยเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค นี้มีระยะทำการวัดได้สูงสุด 3 เมตร โดยสามารถอธิบายถึงการส่งผ่านคลื่นอัลตราโซนิคจะอาศัยการหักเหของคลื่น เมื่อคลื่นแผ่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแล้วอัตราเร็วในการแผ่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน จึงทำให้แนวการแผ่ของคลื่นเปลี่ยนไปการเลี้ยวเบนของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง คลื่นที่กระทบสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อน แต่จะมีคลื่นอีกส่วนหนึ่งที่เคลื่อนที่แผ่อ้อมสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังได้ เรียกว่า การเลี้ยวเบนของคลื่น ถ้าสิ่งกีดขวางนั้น มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น คลื่นนั้นจะเคลื่อนที่กระจายออกจากสิ่งกีดขวางไม่เกิดการเลี้ยวเบน ดังนั้นการเลี้ยวเบนจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งกีดขวางมีขนาดโตกว่าความยาวคลื่น

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักวิจัย มหาวิทยาลัยนครพนม ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มนักกีฬาเปตองจังหวัดนครพนมที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบเครื่องตัดสินระยะลูกแก่นในการแข่งขันกีฬาเปตองแสดงผลดิจิตอล ที่พัฒนานี้

เอกสารอ้างอิง

[1] วรากร ศรีสัมพันธ์ และอานนท์ กอกกระโทก, 2552, เครื่องช่วยเหลือในการเดินทางสำหรับผู้พิการทางสายตา, แหล่งที่มา : http://www.te.kmutnb.ac.th/msn/blinds.pdf, 13 กันยายน2557.

[2] ชุติพงษ์ หมั่นสระเกษ และอนุรักษ์ ศรประสิทธิ์, 2554, อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่สาหรับผู้พิการทางสายตาโดย PSoC, แหล่งที่มา : https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc_upload/20120305112357.pdf.

[3] สุรพล วรภัทราทร, 2557, ไอโซนาร์, เอกสารประกอบการแสดงผลงานประดิษฐ์คิดค้นประจำปี 2555, สำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

[4] Donlagic, D., Zavrsnik, M. and Sirotic,I. (2000). “The use of one-dimensional acoustical gas resonator For fluid level measurements”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 49. 1095-1100.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาเครื่องเพาะปลูกอัจฉริยะร่วมกับระบบผู้ช่วย และแอปพลิเคชันที่เชื่อมโยงความรู้สึกจำลองของพืชและมนุษย์

The Development of Intelligent Planter with Assistance System and Mobile Application to Connect Simulated Plant's Felling with Human

ณัชพล สุขประสิทธิ์ปรีดี [1] บารมี บุญยืน [1] ยศพล อ่อนดี [1] พรพงษ์ เอ้สมนึก [1] นฤเทพ สุวรรณธาดา [1]
[1] สาขาวิศวกรรมมัลติมีเดียและระบบอินเทอร์เน็ต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
9/1 หมู่ 5 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2902-0299 ต่อ 2620 E-mail: nutchapon.sukp@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการพัฒนาเครื่องเพาะปลูกอัจฉริยะร่วมกับระบบผู้ช่วยและแอปพลิเคชันที่เชื่อมโยงความรู้สึกจำลองของพืชและมนุษย์ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และธรรมชาติ โดยใช้เซนเซอร์วัดค่าต่าง ๆ เพื่อนำไปคำนวณเป็นความรู้สึกจำลองของพืชด้วยการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของต้นไม้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะความต้องการของต้นไม้จากความรู้สึกของต้นไม้ในขณะนั้น โดยเครื่องเพาะปลูกอัจฉริยะและระบบผู้ช่วยจะทำงานเสมือนเป็นสื่อกลางระหว่างพืชและผู้ใช้ โดยสามารถอำนวยความสะดวกด้วยระบบคำสั่งเสียงให้กับผู้คนในยุคดิจิทัล ในการทำให้ผู้ใช้สามารถพูดคุยกับต้นไม้ที่ปลูก ดูแลพืชที่ปลูกได้อย่างถูกต้องตามคำแนะนำของระบบปัญญาประดิษฐ์ และช่วยจัดการเรื่องต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่ผู้ใช้ต้องการได้ ซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าทางจิตใจให้กับผู้ปลูกต้นไม้ ทำให้มีความตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลต้นไม้ สร้างความรู้สึกใกล้ชิดกับธรรมชาติอันเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างจิตสำนึกต่อธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: เครื่องเพาะปลูก, ความรู้สึกจำลองของพืช, ระบบผู้ช่วย, ปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This article describes a development of intelligent planter with assistance system and mobile application to connect simulated plant's feeling with human. The simulation is done by using environmental variable data collected by sensors to calculate felling level by compare to stored reference feeling data. The assistance system acts as an intermediary between plant and human which allow users to talk with their plan. To facilitate life in the digital age, the system will guide a user how to take care plant and assist user's daily life with voice commands. So, the plant will gain mental value from user that is the key to create a sense of responsibility to nature in a sustainable way.

Keywords: Planter, Simulated Plant's Feeling, Assistance System, Artificial Intelligent

1. บทนำ

ปัจจุบันจำนวนป่าไม้ที่ถูกตัดมีจำนวนมากขึ้น ทำให้ต้นไม้ซึ่งเป็นส่วนช่วยลดมลภาวะลดจำนวนลงไป [1] การปลูกต้นไม้แต่ละต้นให้เจริญเติบโต ผู้ปลูกต้องดูแลต้นไม้ไม่ต่างไปจากสัตว์เลี้ยงประเภทอื่น ต้นไม้แต่ละต้นมีความต้องการที่ต่างกัน [2] การที่ผู้ปลูกสามารถจะเข้าใจว่าต้นไม้ต้องการอะไร จะทำให้ดูแลต้นไม้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการเชื่อมโยงความรู้สึกระหว่างผู้ปลูกกับต้นไม้ เป็นการจำลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจในต้นไม้มากขึ้น ทำให้สามารถบำรุงรักษาต้นไม้ได้ตามความต้องการจริง

เนื่องจากเทคโนโลยีได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันผ่านทางอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Device) ส่งผลให้ผู้คนห่างไกลจากธรรมชาติมากขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผนวกธรรมชาติและเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้คนรู้ถึงคุณค่า และปลูกฝังจิตสำนึกอนุรักษ์ธรรมชาติไปพร้อม ๆ กับการสร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความต้องการขั้นพื้นฐานของต้นไม้

ต้นไม้ทุกต้นมีความต้องการขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วย 1) น้ำ ซึ่งมีความต้องการในแต่ละฤดูไม่เท่ากัน และต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอในช่วงกำลังเจริญเติบโต 2) ความอบอุ่น โดยพันธุ์ไม้ในร่มส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีระหว่าง 17 – 21 องศาเซลเซียส ซึ่งต้นไม้แต่ละชนิดก็จะมีความทนทานต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงต่างกันไป 3) แสง

สว่าง ต้นไม้ทุกต้นต้องการแสงสว่างในกระบวนการสร้างอาหาร ต้นไม้ส่วนใหญ่ต้องการแสงโดยตรงเพียง 2 – 3 ชั่วโมงต่อวัน 4) อากาศ ในช่วงกลางวันต้นไม้จะดูดกลืนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และคายก๊าซออกซิเจน ส่วนในเวลากลางคืนทำกลับกัน 5) ความชื้น ต้นไม้ส่วนมากต้องการอากาศที่มีความชื้น การเพิ่มความชื้นจะทำให้ต้นไม้สดชื่น [2]

2.2 การรู้จำ และการสังเคราะห์เสียงพูด

การรู้จำคำพูดเป็นการใช้ศาสตร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับหลักการออกเสียง เพื่อให้ระบบทำการเรียนรู้โดยการจดจำรูปแบบเสียงนั้น ๆ โดยเมื่อได้รับเสียงเข้ามาก็จะนำไปเปรียบเทียบ และแสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรโดย Pocket Sphinx พัฒนาขึ้นโดย Carnegie Mellon University (CMU) ซึ่งเป็นระบบการรู้จำเสียงพูดต่อเนื่องสำหรับอุปกรณ์ขนาดเล็ก [3] มีอัลกอริทึมที่มีขนาดเล็ก และรวดเร็ว

การสังเคราะห์เสียงพูดทำหน้าที่แปลงข้อความเป็นเสียงพูดโดยประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การวิเคราะห์ข้อความและภาษา และการกำเนิดคลื่นเสียง การสร้างเสียงพูดสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อชิ้นส่วนของเสียงพูดที่บันทึก และเก็บไว้ในฐานข้อมูล ในปัจจุบันมีบริการสังเคราะห์เสียงพูดจำนวนมาก [4]

2.3 ภาษากำกับปัญญาประดิษฐ์

ภาษากำกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Markup Language) หรือ AIML เป็นภาษาที่ใช้สร้างระบบปัญญาประดิษฐ์ซึ่งอยู่ในรูปแบบ XML ใช้สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ภาษาธรรมชาติ (Natural Language) พัฒนาขึ้นโดย Richard Wallace ซึ่งจะมีตัวแปล (Interpreter) สำหรับค้นหาการตอบสนองของข้อความที่ป้อนเข้ามา มีข้อดี คือ สะดวกในการเรียนรู้ และเพิ่มคำใหม่, เข้ารหัส และถอดรหัสได้ง่าย และไม่ขึ้นกับภาษาใดภาษาหนึ่ง [5]

2.4 การเขียนโปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

การเขียนโปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบัน มีระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ ไอโอเอส, แอนดรอยด์ และ วินโดวส์โฟน ซึ่งสามารถแบ่งประเภทเป็น 3 รูปแบบคือ 1) การเขียนแบบเฉพาะระบบ ซึ่งเขียนเพื่อให้เข้ากับหน่วยประมวลผลกลางของระบบนั้น ๆ 2) การเขียนแบบข้ามระบบ ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาหนึ่ง แต่สามารถนำไปใช้กับระบบอื่น ๆ ได้ 3) การเขียนโปรแกรมเว็บ ซึ่งเป็นวิธีการที่อาศัยเว็บบราวเซอร์เป็นหลัก [6]

2.5 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นรูปแบบของตรรกศาสตร์ที่ค่าความจริงอาจจะอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ในปัจจุบันถูกนำมาประยุกต์ใช้กับหลายสาขาวิชา โดยการเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ เข้ากับฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ซึ่งกำหนดความเป็นจริงให้กับตัวแปรต่าง ๆ [7]

2.6 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทำโครงงานนี้นั้น ในอดีตที่ผ่านมามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

Anthony Trewavas. (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Plant intelligence โดยงานวิจัยนี้กล่าวเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงให้เห็นว่า พืชมีพฤติกรรมที่ฉลาด เช่น การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมคล้ายกับสัตว์, การส่งสัญญาณในเซลล์พืช และแสดงให้เห็นถึงประเด็นทางชีววิทยาที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาด [8]

ทิวาพร หงษ์ร่อน. (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ประสบการณ์ทางจิตใจของผู้สูงอายุที่มีศักยภาพในการดำเนินชีวิตและมีความเชื่อมโยงกับธรรมชาติผ่านการทำสวน โดยกล่าวถึงทฤษฎีความสุนทรียะทางอารมณ์ (Aesthetic Affective Theory) ที่เชื่อว่ามนุษย์มีสัญชาตญาณที่จะโน้มเอียงเข้าหาธรรมชาติ และรู้สึกมั่นคงและปลอดภัยในระดับจิตใต้สำนึก เพราะมนุษย์นั้น พร้อมสำหรับการตอบสนองต่อคุณสมบัติทางธรรมชาติผ่านความรู้สึกพื้นฐาน ซึ่งมีผลทำให้ความเครียดลดลง [9]

สมนึก เครือสอน, ปิยชาติ ชาญช่างเหล็ก และสถาพร คีรีต๊ะ. (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เครื่องดูแลต้นไม้กระถางควบคุมด้วยสมองกลฝังตัว โดยทำการประยุกต์สร้างเครื่องให้น้ำและปุ๋ยต้นไม้อัตโนมัติ ซึ่งใช้การตรวจจับความชื้นด้วยการวัดความต้านทานไฟฟ้าของดิน ในขณะที่มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระดับความชื้นในดินเป็นค่าที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตหรือไม่ [10]

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

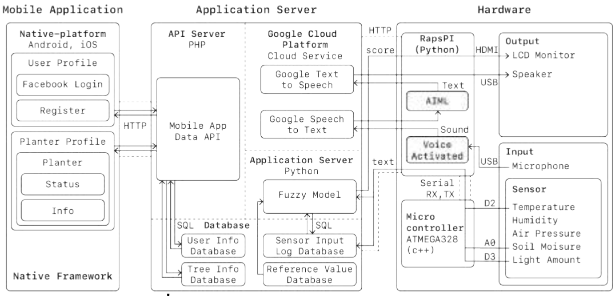
3.1 สถาปัตยกรรมระบบ

สถาปัตยกรรมของระบบ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2) ระบบเซิร์ฟเวอร์ให้บริการ และ 3) ระบบภายในกระถางต้นไม้ ดังรูปที่ 1

การจำลองความรู้สึกของต้นไม้ที่ปลูกในกระถาง จะนำข้อมูลที่วัดโดยเซนเซอร์ส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการคำนวณค่าต่าง ๆ จากนั้นส่งกลับมาเพื่อทำการแสดงผลความรู้สึกทางหน้าจอ และนำไปสร้างเป็นผลตอบรับคำสั่งเสียงของผู้ใช้ที่สอดคล้องกับความรู้สึกของต้นไม้ ไมโครโฟนภายในกระถางต้นไม้จะรับคำเปิดใช้งาน (Activation Phrase) ที่ถอดรหัสบนราสเบอร์รี่พายโดยการรู้จำเสียงของ Pocket Sphinx เมื่อผู้ใช้พูดคำเปิดใช้งาน ระบบจะทำการอัดเสียงข้อความส่วนที่เหลือ เพื่อนำไปเข้ากระบวนการรู้จำเสียงด้วย Google Speech to Text จากนั้นนำข้อความไปค้นหาการตอบรับที่ระบุไว้ใน AIML เพื่อนำไปสังเคราะห์

เป็นเสียงพูดด้วย Google Text to Speech โดยนำมาแสดงผลออกทางลำโพงในกระถางต้นไม้ต่อไป

ระบบเซิร์ฟเวอร์จะให้บริการกระถางต้นไม้และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ โดยแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์จะทำการดึงข้อมูลต่าง ๆ จากฐานข้อมูล เพื่อไปแสดงให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของกระถาง



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมระบบกระถางต้นไม้

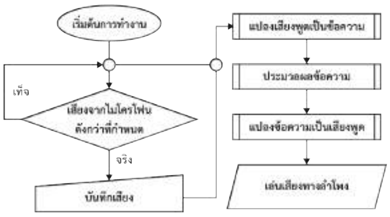
3.2 การออกแบบระบบกระถางต้นไม้

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโมเดล 3 มิติของกระถางต้นไม้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) เพื่อนำไปจัดทำเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) ด้วยการพิมพ์ 3 มิติ ภายในกระถางจะประกอบไปด้วยกลุ่มชิ้นส่วนหลัก 5 ส่วนคือ 1) กระถางสำหรับใส่ดินและตัววัดความชื้นในดิน 2) หน้าจอ LCD และราสเบอร์รี่พาย 3) ลำโพงและไมโครโฟน 3) บริหารจัดการพลังงาน และ 4) กลุ่มแผงวงจรพิมพ์และเซนเซอร์อื่น ๆ

รูปที่ 2 แบบจำลอง 3 มิติที่ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน เมื่อนำไปพิมพ์

3.3 การทำงานของระบบผู้ช่วย

ระบบผู้ช่วยจะเป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานอยู่บนกระถางต้นไม้ พัฒนาด้วยภาษาไพทอน (Python) เป็นระบบที่ทำหน้าที่รับคำสั่งเสียงจากผู้ใช้ สร้างผลตอบรับเพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นเสียงพูด และทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในกระถางต้นไม้ เพื่อนำข้อมูลส่งไปทำการจำลองความรู้สึกของต้นไม้ที่เซิร์ฟเวอร์



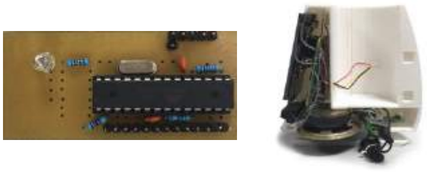
รูปที่ 3 ขั้นตอนการรับคำสั่งเสียง และตอบสนองของระบบผู้ช่วย

3.4 การทำงานของแอปพลิเคชัน

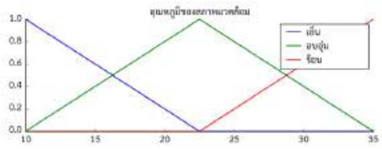
การออกแบบแอปพลิเคชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ผู้ใช้กระถางต้นไม้สามารถทราบถึงสถานะของกระถางได้ตลอดเวลา และยังสามารถแนะนำขั้นตอนหรือวิธีการปลูกต้นไม้ให้กับผู้ใช้ได้ การทำงานจึงแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) ระบบสมาชิกและบัญชีผู้ใช้ 2) การจัดการกระถางต้นไม้ และ 3) แหล่งความรู้และร้านค้าต้นไม้

3.5 การจำลองความรู้สึกของพืช

การจำลองความรู้สึกของพืชจะใช้เซนเซอร์สำหรับวัดค่าจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ 1) DHT22 2) Soil Moisture Sensor 3) Sharp GP2Y0A21 และ 4) LDR โดยควบคุมด้วย ATMega328P-PU สำหรับการอ่านและส่งค่าไปยังราสเบอร์รี่พาย ดังรูปที่ 4 และนำค่าที่วัดได้มาคำนวณเป็นความรู้สึกจำลองของต้นไม้โดยใช้ตรรกะศาสตร์คลุมเครือ [2]



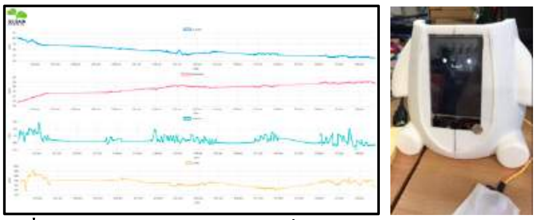
รูปที่ 4 แผงวงจรพิมพ์ และภาพตัดขวางของกระถาง



รูปที่ 5 ตัวอย่างการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอุณหภูมิ

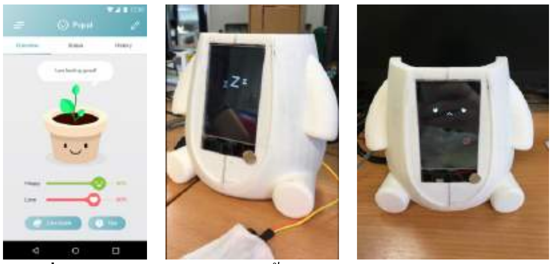
4. ผลการวิจัย

เครื่องเพาะปลูกสามารถแสดงใบหน้าบนหน้าจอของอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับความรู้สึกของต้นไม้ได้ และสามารถส่งข้อมูลที่ได้รับมาจากเซนเซอร์บนกระถางให้กับฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายได้



รูปที่ 6 ผลการทดสอบปลูกต้นไม้เพื่อการอ่านและส่งค่าเซนเซอร์

ระบบผู้ช่วยสามารถพูดคุยโต้ตอบกับผู้ใช้ผ่านทางไมโครโฟนและลำโพงภายในกระถาง สามารถปฏิบัติคำสั่งเบื้องต้นได้ เช่น สอบถามความรู้สึกของต้นไม้ สอบถามเวลา / วันที่ ส่วนแอปพลิเคชันสามารถตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของต้นไม้ผ่านเครือข่ายไร้สายได้



รูปที่ 7 การทดลองให้ค่าความชื้นที่เหมาะสมกับกระถางต้นไม้

5. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนำไปใช้งาน เพื่อการประเมิน และวัดผล สามารถแบ่งข้อจำกัดออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1) การสร้างโมเดลเสียงภาษาไทยของระบบสังเคราะห์เสียงและระบบรู้จำคำพูด จำเป็นต้องใช้เสียงพูดที่มีความยาวรวมสะสมกันหลายชั่วโมง จึงจะมีความแม่นยำโดยการใช้ Cloud Service จะช่วยลดขั้นตอนการสร้างโมเดลลงได้

2) ขั้นตอนการผลิตแผงวงจรพิมพ์ที่มีขนาดเล็กมีความซับซ้อน เมื่ออุปกรณ์ต้นแบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีแล้วควรวางแผนให้ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการ จึงจะได้งานที่มีคุณภาพ และมีขนาดเล็กลงตามที่ออกแบบไว้ได้

6. อภิปรายผล

จากการประเมิน และการทดสอบการใช้งาน พบว่ามีงานวิจัยที่ใกล้เคียงคือ เครื่องดูแลต้นไม้กระถางควบคุมด้วยสมองกลฝังตัว [10] โดยงานวิจัยดังกล่าวได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อม และมอเตอร์สำหรับปั๊มน้ำไว้รดน้ำต้นไม้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีการนำระบบผู้ช่วยอัจฉริยะเข้ามารวมไว้กับกระถางต้นไม้ และมีการดูแลรักษาต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมที่ต้นไม้ต้องการจริง ถือเป็นการดูแลต้นไม้ที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ และจากงานวิจัยเรื่อง Plant intelligence [11] ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของต้นไม้ ที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดทางชีววิทยาไม่ต่างไปจากสัตว์ ทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะจำลองความรู้สึกของต้นไม้บนพื้นฐานความฉลาดทางชีววิทยาของต้นไม้ โดยการใช้เซนเซอร์และอุปกรณ์ในการตรวจวัดค่าจากต้นไม้ เพื่อนำไปจำลองเป็นความรู้สึก

7. สรุป

งานวิจัยนี้ นำเสนอการพัฒนาเครื่องเพาะปลูกอัจฉริยะโดยมีเป้าหมายที่จะทำให้การปลูกต้นไม้เป็นเรื่องง่าย โดยการเชื่อมโยงผู้ปลูกเข้ากับต้นไม้ โดยระบบกระถางต้นไม้จะทำงานแบ่ง 3 ส่วนหลักคือ กระถางต้นไม้ เซิร์ฟเวอร์ และแอปพลิเคชัน โดยการนำข้อมูลจากเซนเซอร์มาคำนวณด้วยการนำไปเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของต้นไม้เพื่อจำลองเป็นอารมณ์ความรู้สึกของต้นไม้ และแสดงผลเป็นใบหน้าที่สื่อถึงความรู้สึก ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายว่าต้นไม้กำลังต้องการอะไร และมีแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบสถานะของต้นไม้ที่ปลูก และสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่เตรียมไว้ได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถดูแลต้นไม้ได้อย่างดี ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์แก่ทั้งต้นไม้และผู้ปลูก ช่วยสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

[1] อินทร์จันทร์, เดือนทะเล. **ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติในทัศนะของกลุ่มเกษตรกรรมยั่งยืน.** ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สำนักหอสมุด, 2552.

[2] **บ้านรักต้นไม้.** กรุงเทพฯ : บริษัท สารสาร มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, 2542.

[3] Keld Helsgaun. **Ten Project Proposals in Artificial Intelligence.** s.l. : Roskilde University.

[4] Allen, Jonathan, Hunnicutt, M. Sharon and Klatt, Dennis. **From Text to Speech** : The MITalk system. s.l. : Cambridge University Press, 1987. 0-521-30641-8

[5] **AIML Based Voice Enabled Artificial Intelligent Chatterbot.** Ahmed, Imran and Singh, Shikha. 2015, International Journal of u- and e- Service, Science and Technology, p. 377.

[6] Hock-Chuan, Chua. **C++ Programming Language Object-Oriented Programming (OOP) in C++.** Programming notes. [Online]https://www3. ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/cp3_OOP.html.

[7] Novák, V., Perfilieva, I. and Močkoř, J. (1999) Mathematical principles of fuzzy logic Dodrecht: Kluwer Academic. ISBN 0-7923-8595-0

[8] **Plant intelligence.** Anthony Trewavas, Sep 2, 2005, Naturwissenschaften (2005) 92: 401–413.

[9] ทิวาพร หงส์ร่อน. **ประสบการณ์ทางจิตใจของผู้สูงอายุที่มีศักยภาพในการดำเนินชีวิตและมีความเชื่อมโยงกับธรรมชาติ ผ่านการทำสวน.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557.

[10] สมนึก เครือสอน, ปิยชาติ ชาญช่างเหล็ก, สถาพร ศีรีต๊ะ. **เครื่องดูแลต้นไม้กระถางควบคุมด้วยสมองกลฝังตัว.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก. ตาก : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก, 2553.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ชุดอุปกรณ์ช่วยติดตั้งเสาสัญญาณเครือข่ายไร้สายระยะไกล
Portable Long-Range Wireless Endpoint Installation Kit

ณัฐชนน รูปสูง อนันต์ ผลเพิ่ม อภิรักษ์ จันทร์สร้าง ชัยพร ใจแก้ว*
ห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: nutchanon.r@ku.th, {anan.p, aphirak.j, chaiporn.j}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในการติดตั้งเสาสัญญาณสื่อสารระยะไกลนั้นต้องใช้อุปกรณ์หลากหลายประเภท และผู้ติดตั้งจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการหาตำแหน่ง การปรับทิศทางจานรับสัญญาณ การกำหนดค่าอุปกรณ์ และมีความเข้าใจในพฤติกรรมของคลื่นสัญญาณพอสมควร ทำให้ใช้เวลาในการติดตั้งเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายคือจัดทำชุดอุปกรณ์พกพาเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการติดตั้งให้กับผู้ต้องการติดตั้งเสาสัญญาณที่ไม่มีความชำนาญมากนัก โดยชุดอุปกรณ์จะประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับติดตั้งบนจานรับสัญญาณ โดยอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะสามารถวัดค่าตำแหน่งบนพื้นโลก ค่าตำแหน่งของอุปกรณ์และความกดอากาศ แล้วส่งค่าผ่านทางเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำมาให้อุปกรณ์แอนดรอยด์สำหรับผู้ติดตั้งเพื่อแสดงผลตำแหน่ง และทิศทางของจานรับสัญญาณที่สมควรติดตั้งเพื่อให้มีคุณภาพสัญญาณที่ดีที่สุด เมื่อทำการทดสอบใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้ง ผลปรากฏว่าชุดอุปกรณ์สามารถช่วยให้ได้ความแรงสัญญาณเพิ่มขึ้น 2 dBm

คำสำคัญ: เครือข่ายแลนไร้สาย, ระบบสังเกตการณ์, โปรแกรมประยุกต์, วายฟายระยะไกล, ระบบช่วยการติดตั้ง, บลูทูธพลังงานต่ำ

Abstract

Installation of long-range wireless endpoints requires both time and understanding of how wireless communication performs in an outdoor environment. Certain installation sites not visible from each other due to a long distance or some obstacles between both endpoints make it even more difficult to properly align the antennae, especially when other forms of communication are not available. This article proposes a development of a portable installation kit that bundle a sensing device to collect location, altitude, and orientation information to an Android tablet via Bluetooth Low Energy. Antenna alignment guidance, as well as wireless signal strength, are displayed on the screen so that the installation team can adjust the antenna to an optimal orientation with the best reception quality. Experimental results show that this system increase signal strength to 2 dBm.

Keywords: Long range Wi-Fi, Assisting system, Monitoring System, Bluetooth Low Energy

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เพราะเครือข่ายไร้สายเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนของการวางโครงสร้างการเชื่อมต่อได้เป็นอย่างมาก แต่การส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สายนั้นมีข้อจำกัดที่ขึ้นอยู่กับกำลังส่ง ชนิดของเสาสัญญาณ สถานที่ติดตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบ เมื่อมีความจำเป็นจะต้องติดตั้งเครือข่ายในพื้นที่ที่ไม่เหมาะแก่การใช้เทคโนโลยีเครือข่ายแบบมีสายหรือเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ ยกตัวอย่างเช่น บริเวณป่าทึบ ริมลำน้ำ หรือพื้นที่นอกเขตชุมชน การเลือกใช้เสาสัญญาณเครือข่ายวายฟายระยะไกลที่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นได้ และมีค่าใช้จ่ายต่ำจึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่าเทคโนโลยีไร้สายอื่นๆ แต่ปัญหาในการติดตั้งเสาสัญญาณวายฟายระยะไกลนั้นคือ การติดตั้งเสาต้องเป็นแนวตรงและไม่มีสิ่งกีดขวาง ดังนั้นผู้ติดตั้งจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการหาตำแหน่ง การปรับทิศทางจานรับสัญญาณ การกำหนดค่าอุปกรณ์ และมีความเข้าใจในพฤติกรรมของคลื่นสัญญาณพอสมควร จึงจะทำให้ระบบเครือข่ายสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อจำกัดข้างต้นจึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องมาจากงานวิจัยเรื่องระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง [1] และระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล [2] ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบสังเกตการณ์คุณภาพสัญญาณ และใช้เซ็นเซอร์ในสมาร์ทโฟนและระบบจีพีเอส (GPS) มาช่วยคำนวณหาทิศทางกับองศาของเสาสัญญาณที่เหมะสมในการติดตั้ง ซึ่งการพัฒนานั้นเป็นการพัฒนาระบบแยกส่วนกัน ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการนำไปใช้งาน งานวิจัยนี้จึงจะจัดทำชุดอุปกรณ์พกพา ที่สามารถช่วยวางแผนในการติดตั้ง ช่วยคำนวณหาทิศทางกับองศาของเสาสัญญาณที่เหมาะสม สังเกตการณ์คุณภาพสัญญาณ พร้อมบันทึกข้อมูลการติดตั้งได้

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมามีงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสำรวจและติดตั้งสัญญาณไร้สายคือการสำรวจสัญญาณสื่อสารไร้สายภายนอกอาคาร [4] แบ่งเป็น 2 แบบคือ 1) การสำรวจแบบใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผนและจำลองการติดตั้ง 2) การสำรวจแบบลงพื้นที่ ซึ่งการสำรวจประเภทนี้

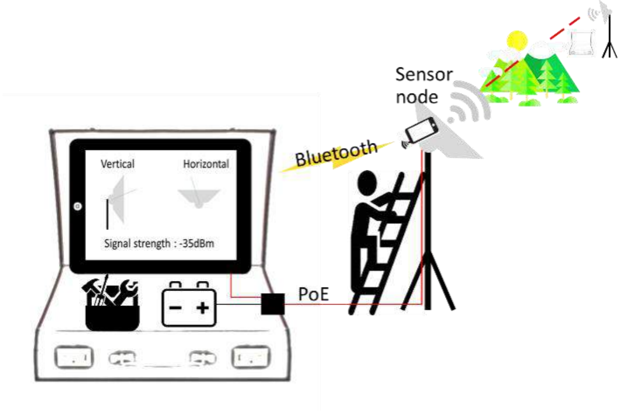
ได้มีการนำระบบจีพีเอสมาช่วยผู้ทำการสำรวจ [5] ในการระบุตำแหน่ง ซึ่งคล้ายกับงานวิจัยนี้ในการประยุกต์ใช้หลักตรีโกณมิติผกผัน โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งจากระบบจีพีเอสและข้อมูลระยะทางระหว่างจุดติดตั้งจากสูตรคำนวณแฮพเวอร์ไซน์ [6] เพื่อคำนวณหาทิศทางและตำแหน่งในการติดตั้งเสาสัญญาณเทคโนโลยีวายฟายระยะไกล ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายทางเลือกแบบหนึ่ง โดยเป็นเทคโนโลยีวายฟายในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 a, b, g, n ที่ใช้เสาอากาศแบบมีทิศทางและจานรับสัญญาณเพื่อขยายสัญญาณวายฟายให้เดินทางได้ไกลยิ่งขึ้น (2.5-304 กิโลเมตร)

ในส่วนเทคโนโลยีที่ใช้ในงานวิจัยนี้การส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์โหนดคือเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำ [3] (บลูทูธเวอร์ชัน 4.0) คือบลูทูธที่เปลี่ยนรูปแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ จากการเชื่อมต่อแบบจับคู่อุปกรณ์ เป็นการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายกับเครื่องแม่ข่าย และไม่ได้ทำงานตลอดเวลาที่เชื่อมต่อเหมือนเวอร์ชันอื่น แต่จะส่งข้อมูลเป็นช่วงๆแทน ทำให้การเชื่อมต่อเร็วขึ้นและประหยัดพลังงานมากขึ้น

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

ชุดอุปกรณ์จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเสาสัญญาณสื่อสาร เช่น แบตเตอรี่ เซ็นเซอร์โหนด และแท็บเล็ตดังรูปที่ 1 ส่วนการพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยเหลือในการติดตั้งจะพัฒนาเป็นโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยจะมีการรับค่ามาจาก 2 ส่วน คือ 1) ค่าตำแหน่งบนพื้นโลก ตำแหน่งของอุปกรณ์และความกดอากาศจากเซ็นเซอร์โหนดที่นำไปติดบนจานรับสัญญาณผ่านทางเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำเพื่อคำนวณหาทิศทางกับองศาของเสาสัญญาณที่เหมาะสม 2) รับข้อมูลคุณภาพสัญญาณจากแอคเซสพอยต์ไร้สายบนจานรับสัญญาณมาแสดงผล



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

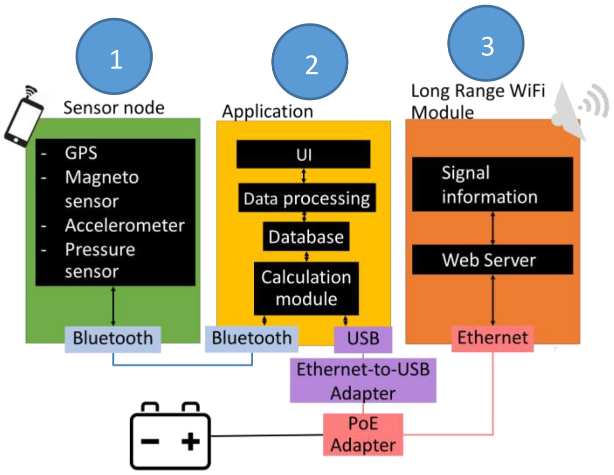
3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบจะแบ่งโครงสร้างเป็น 3 ส่วนตามรูปที่ 2 คือ

1) ส่วนของเซ็นเซอร์โหนด (Sensor node) ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ทั้งหมด 3 ตัว คือ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก เซ็นเซอร์วัดค่าความกดอากาศสำหรับนำมาคำนวณหาความสูงและเซ็นเซอร์บอกตำแหน่งของอุปกรณ์เซ็นเซอร์โหนด พร้อมส่วนส่งสัญญาณเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำ

2) ส่วนแอปพลิเคชัน (Application) บนแท็บเล็ตแอนดรอยด์ ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อ 2 ส่วนคือ 1) รับค่าจากเซ็นเซอร์โหนดผ่านทางเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำ เพื่อนำมาคำนวณหามุมองศาที่ควรติดตั้งจานรับสัญญาณ และแสดงค่าตำแหน่งของจานรับสัญญาณในขณะนั้น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้ง 2) รับค่าข้อมูลคุณภาพสัญญาณจากแอคเซสพอยต์ไร้สายมาแสดงผล เพื่อการสังเกตการณ์และปรับแต่งการติดตั้งให้ได้คุณภาพสัญญาณที่ดีที่สุด

3) ส่วนของตัวแอคเซสพอยต์ไร้สายระยะไกล (Long-range Wi-Fi module) ที่จะทำการติดตั้ง เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลสัญญาณต่างๆ เช่น ความเข้มสัญญาณและค่ารบกวน



รูปที่ 2 โครงสร้างระบบ

3.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของระบบ

3.3.1 สามารถรองรับการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารแบบมีทิศทาง เช่น จานรับสัญญาณที่สามารถปรับองศาการหมุนแนวตั้งและแนวนอนได้ เป็นต้น

3.3.2 ระบบรองรับการติดตั้งการสื่อสารแบบ line of sight หรือ near line of sight เท่านั้น

3.3.3 ต้องทราบข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งเสาสัญญาณปลายทาง

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 วิธีทดสอบ

ทำการทดสอบด้วยการนำค่าสัญญาณที่ได้จากการติดตั้งโดยใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้งมาเปรียบเทียบกับค่าสัญญาณที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ในการติดตั้งในจุดติดตั้งนั้น

ขั้นตอนการทดสอบจะติดตั้งเสาสัญญาณที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายไว้ก่อนในจุดติดตั้งที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่าจุดติดตั้งเครื่องลูกข่ายทั้งสามจุดประมาณ 20 เมตร แล้วจึงทำการติดตั้งเสาสัญญาณเครื่องลูกข่ายเพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย จากตำแหน่งที่แตกต่างกัน 3 ตำแหน่งโดยมีระยะห่างระหว่างเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายที่จุดติดตั้งที่ 1, 2 และ 3 เป็นระยะทาง 100, 230 และ 410 เมตร ตามลำดับ โดยจุดติดตั้งแต่ละจุดเป็นไปตามรูปที่ 3 ซึ่งในแต่ละจุดติดตั้งเครื่องลูกข่ายจะทำการหาค่าสัญญาณที่ดีที่สุดจากการปรับแต่งตำแหน่งจานรับสัญญาณเมื่อใช้อุปกรณ์ช่วยและไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย

รูปที่ 3 แผนที่จุดติดตั้งเสาสัญญาณ

วิธีปรับแต่งจนรับสัญญาณเมื่อไม่ใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยคือจะใช้คอมพิวเตอร์พกพาเชื่อมต่อกับแอกเซสพอยต์ไร้สายระยะไกลเพื่ออ่านค่าความเข้มสัญญาณและใช้อุปกรณ์วัดทิศทางและมุมทางกายภาพมาช่วยวัดตำแหน่งของจานในการปรับองศาของจาน แล้วทำการปรับองศาทีละ 5 องศาในแนวนอนเพื่อหาจุดที่มีสัญญาณสูงสุดแล้วจึงปรับองศาแนวตั้งทีละ 5 องศาเพื่อหาจุดที่มีสัญญาณสูงสุดต่อไป ส่วนวิธีการติดตั้งเมื่อใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้ง จะใช้เซ็นเซอร์โหนดช่วยในวัดตำแหน่งและทิศทางของจานรับสัญญาณ เชื่อมต่ออุปกรณ์แท็บเล็ตกับแอกเซสพอยต์ไร้สายระยะไกล แล้วปรับตำแหน่งของจานรับสัญญาณตามค่าที่แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นแนะนำ

ก) เสาสัญญาณ ข) ชุดอุปกณ์ช่วยติดตั้ง

รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

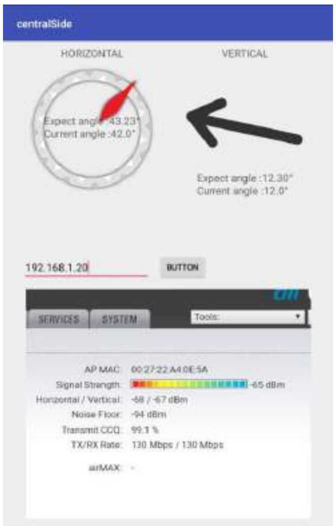
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วย 1) ชุดอุปกรณ์ช่วยติดตั้ง รูปที่ 4 (ข) ซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟ สายแลน แอคเซสพอยต์ไร้สาย เข็มทิศ อะแดปเตอร์OTG USB-to-Ethernet และ PoE โทรศัพท์และแท็บเล็ตแอนดรอยด์ 2) เสาสัญญาณสำหรับการติดตั้ง รูปที่ 4 (ก)

4.3 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ในการทดสอบมีปัญหาเข็มทิศดิจิตัลอ่านค่าไม่ถูกต้องเมื่อนำไปติดบนจานรับสัญญาณซึ่งผลิตจากวัสดุโลหะทำให้ต้องนำเซ็นเซอร์โหนดออกห่างจากจานรับสัญญาณเล็กน้อยในขั้นตอนการหันทิศทางจานรับสัญญาณในแนวระนาบ

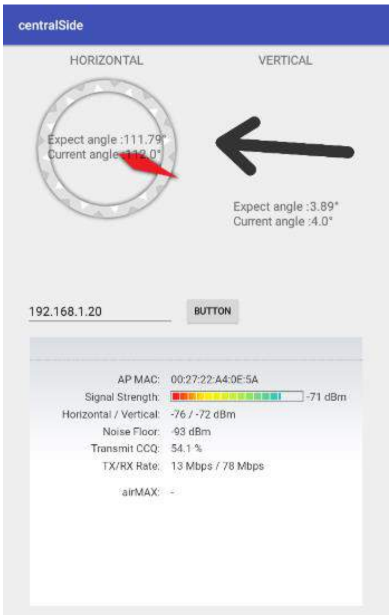
จากผลการทดสอบที่แสดงในตารางที่ 1 ผลปรากฏว่าในจุดติดตั้งที่ 1 และ 2 ค่าความเข้มสัญญาณที่ดีที่สุดเมื่อปรับแต่งตำแหน่งจานรับสัญญาณโดยไม่ใช้ชุดอุปกรณ์ มีค่าเท่ากับเมื่อใช้ชุดอุปกรณ์ช่วย โดยมีตำแหน่งของจานรับสัญญาณเพียงต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งการปรับตำแหน่งของจานรับสัญญาณในจุดติดตั้งที่ 1 และ 2 หน้าจอแสดงผลสุดท้ายของโปรแกรมเป็นไปดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ แต่ในจุดติดตั้งที่ 3 ตำแหน่งของจานหลังการปรับแต่งทั้งสองแบบที่มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย ทำให้ค่าสัญญาณสูงสุดที่ได้มีค่าต่างกัน



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงผลหลังติดตั้งจานรับสัญญาณที่จุดติดตั้ง 1

เนื่องจากวิธีการทดสอบเมื่อไม่ใช้ชุดอุปกรณ์จะบันทึกค่าสัญญาณทุกทุกการหมุน 5 องศาทั้งในแนวราบและแนวระดับ ทำให้ตำแหน่งสุดท้ายของจานหลังปรับแต่งตำแหน่งโดยใช้และไม่ใช้ชุดอุปกรณ์มีค่าต่างกันเล็กน้อยเหมือนกันหมดทุกจุดติดตั้ง แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายมีระยะไม่เท่ากัน ทำให้ในจุดติดตั้งที่ 3 ที่มี

ระยะห่างระหว่างเครื่องแม่ข่ายและลูกข่ายมากที่สุดและตำแหน่งจานที่ต่างกัน 7 องศาในแนวราบทำให้ค่าสัญญาณที่ได้รับมีค่าต่างกัน 2 dBm ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้น่าจะเกิดจากความผิดพลาดของผู้วัดและความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจีพีเอสที่นำมาใช้คำนวณ



รูปที่ 6 หน้าจอแสดงผลหลังติดตั้งจานรับสัญญาณที่จุดติดตั้ง 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเมื่อใช้ชุดอุปกรณ์ช่วย

จุดติดตั้ง	ชุดอุปกรณ์ติดตั้ง	Azimuth	Elevation	Signal strength
1	ใช้	42.45°	12.3°	-65 dBm
	ไม่ใช้	40°	10°	-65 dBm
2	ใช้	111.79°	3.89°	-71 dBm
	ไม่ใช้	110°	5°	-71 dBm
3	ใช้	97.39°	1.48°	-73 dBm
	ไม่ใช้	90°	0°	-75 dBm

เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณเพื่อหาค่าความแม่นยำ จะพบว่าเมื่อใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้งจะมีค่าความแรงของสัญญาณสูงสุดที่ได้มากขึ้น 0.89 เปอร์เซ็นโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับการติดตั้งแบบเดิม ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการปรับตำแหน่งนั้นจะได้คุณภาพสัญญาณที่เท่าๆกัน แต่ชุดอุปกรณ์สามารถช่วยลดโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนจากความผิดพลาดของผู้ติดตั้งได้

5. บทสรุป

ชุดอุปกรณ์สามารถแสดงข้อมูลสัญญาณ เช่น ความเข้มสัญญาณพร้อมทิศทางกับมุมองศาของจานรับสัญญาณได้แบบเรียลไทม์ รวมถึงสามารถคำนวณทิศทางและมุมการติดตั้งจานรับสัญญาณที่ควรติดตั้งได้ เมื่อนำชุดอุปกรณ์ไปทดสอบใช้ในการติดตั้งเสาสัญญาณ ผลปรากฏว่าการใช้ชุดอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้ง ทำให้ได้ความแรงของสัญญาณเพิ่มขึ้น 2 dBm โดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับการติดตั้งแบบเดิม แต่ยังมีปัญหาเข็มทิศดิจิตัลที่ไม่สามารถอ่านค่าได้แม่นยำเมื่อนำไปติดตั้งบนจานรับสัญญาณที่ทำจากเหล็ก จึงต้องนำเซ็นเซอร์โหนดออกมาให้ห่างจากจานรับสัญญาณเล็กน้อยเพื่อให้เข็มทิศดิจิตัลแสดงค่าได้อย่างแม่นยำ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วนจาก JICA-JST Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development ประเทศญี่ปุ่น ภายใต้โครงการ Advancing Co-Design of Integrated Strategies with Adaptation to Climate Change in Thailand (ADAPT-T) และโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://ecourse.cpe.ku.ac.th/projar/project/details/1205/ (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

[2] ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://iwing.cpe.ku.ac.th/?page_id=870 (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

[3] Bluetooth Vs. Bluetooth Low Energy: What's The Difference? [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://www.link-labs.com/blog/bluetooth-vs-bluetooth-low-energy (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

[4] Wireless Network Design and Outdoor Wireless Site Surveys. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://www.securedgenetworks.com/blog/Wireless-Network-Design-and-Outdoor-Wireless-Site-Surveys-FAQ (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

[5] How to do a GPS assisted outdoor site survey. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://www.ekahau.com/blog/2014/10/08/video-how-to-do-a-gps-assisted-outdoor-site-survey/ (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

[6] Haversine formula. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://en.wikipedia.org/wiki/Haversine_formula (วันที่สืบค้น 7 กันยายน 2560).

วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่ควบคุมได้ด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ VDTA

Current-mode Sinusoidal Quadrature Oscillator electronically controlled based on VDTA

วรชัย ศรีสมุดคำ[1] ณัฐพล ภู่ระหงษ์[1] กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตนชัย[2] โกศล พิทักษ์สัตยาพรต[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 ม.11 ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000โทรศัพท์ 056-717100 E-mail: hs5xij@hotmail.com, nuttapon_sam@hotmail.com
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 ม.11 ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000โทรศัพท์ 056-717100 E-mail: kritphon.p@pcru.ac.th, koson@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแส ซึ่งเอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูง โดยใช้ Voltage Differencing Transconductance Amplifiers (VDTA) 2 ตัว ตัวต้านทานต่อลงกราวด์ 1 ตัว และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์ 2 ตัว เงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณ สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์อิสระจากกัน ผลการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE สอดคล้องกับทฤษฎีที่คาดการณ์ไว้อัตราบริโภคกำลังงานมีค่าเท่ากับ540 μW.

คำสำคัญ: วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์, VDTA, โหมดกระแส

Abstract

This research proposed an implementation of high-impedance current-mode sinusoidal quadrature oscillator by employing voltage differencing transconductance amplifiers (VDTA). The circuit is composed of two VDTAs, one resistor connected to ground and two capacitors connected to ground. Independently, the circuit can be electronically controlled conditions and frequency. The result simulated with PSPICE are agreed with the theoretical prediction. The energy consumed rate are 540 μW.

Keywords: oscillator, VDTA, current-mode

1. บทนำ

สัญญาณรูปคลื่นไซน์ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ ระบบสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัด และระบบประมวลสัญญาณ เป็นต้น โดยวงจรที่ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณไซน์ได้แก่วงจรกำเนิดสัญญาณ (Oscillator) ลักษณะเด่นของวงจรกำเนิดสัญญาณนิยมพัฒนาให้สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ได้สองสัญญาณที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา หรือที่เรียกว่าสัญญาณควอเดรเจอร์ ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในระบบสื่อสาร เช่น ในการมอดูเลตสัญญาณซิงเกิลไซด์แบนด์ เป็นต้น [1] และในทศวรรษที่ผ่านมา มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรแอนะลอก เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคการทำงานในโหมดกระแสมาใช้ ทั้งนี้วงจรที่ใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส ยังมีข้อดีอีกหลายอย่าง เช่น มีช่วงพิสัยพลวัติกว้าง มีแบนด์วิธกว้าง ทำงานที่แรงดันต่ำได้ดีและบริโภคกำลังงานต่ำ [2]

จากการศึกษาพบว่าได้มีผู้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์โดยใช้อุปกรณ์แอกทีฟที่แตกต่างกันไป เช่น OTAs [3-4] current conveyors [5], current follower [6-7], fullydifferential second generation current conveyor (FDCCII) [8] และ differencing voltage current conveyor (DVCCs) [9] เป็นต้น แต่วงจรเหล่านั้นยังมีข้อด้อยดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ไม่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ [5-7, 9]
- เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าไม่สูง [5-9]
- ใช้ตัวเก็บประจุแบบลอยซึ่งไม่เหมาะสมที่จะสร้างเป็นวงจรรวม [9]
- ไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณได้อย่างอิสระจากกัน [3, 6-7]

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแสโดยใช้ VDTA [10] ซึ่งเงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณสามารถควบคุมได้อย่างอิสระจากกัน วงจรประกอบไปด้วย VDTA 2 ตัว ตัวต้านทานต่อลงกราวด์ 1 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวด์อีก 2 ตัว นอกจากนี้วงจรที่นำเสนอมีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์สูงจึงง่ายต่อการต่อคาสเคด

2. หลักการทำงานของวงจร

2.1 หลักการของ VDTA

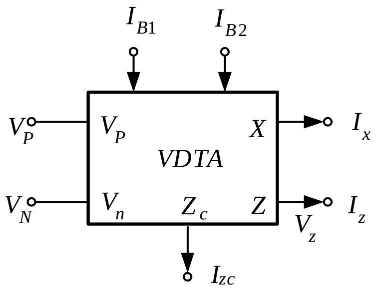
$$\begin{bmatrix} I_Z, -I_{Zc} \\ I_{X+} \\ I_{X-} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{m1} & -g_{m1} & 0 \\ 0 & 0 & g_{m2} \\ 0 & 0 & -g_{m2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_P \\ V_N \\ V_Z \end{bmatrix} \tag{1}$$

โดย VDTA ที่มีโครงสร้างเป็นเทคโนโลยีซีมอส (CMOS Technology) สามารถปรับค่าขยายความนำถ่ายโอน g_m ได้ โดยค่ากระแสไบแอสจากภายนอก ค่าขยายความนำถ่ายโอนสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2)-(3)

$$g_{m1} = \sqrt{k_1 I_{B1}} \tag{2}$$

$$g_{m2} = \sqrt{k_2 I_{B2}} \tag{3}$$

เมื่อ k_1 และ k_2 เป็นค่าพารามิเตอร์ทรานคอนดักแตนซ์ของทรานซิสเตอร์ โดยมี I_{B1} และ I_{B2} เป็นกระแสไบอัสภายนอก สัญลักษณ์ของ VDTA แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สัญลักษณ์ของ VDTA

2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ที่นำเสนอ

วงจรที่นำเสนอเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่เอาต์พุตอิมพีแดนท์มีค่าสูง ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อทำการวิเคราะห์วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่นำเสนอจะได้สมการคุณลักษณะดังนี้

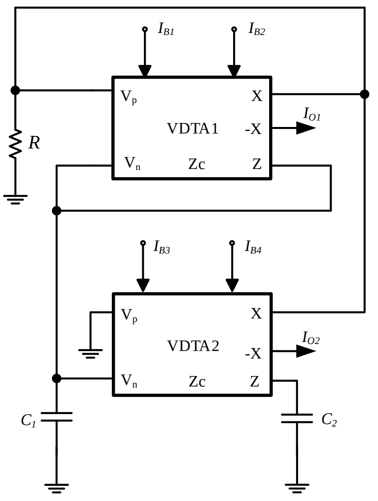
$$s^2 + \frac{g_{m1}}{C_1}\left(1 - g_{m2}R\right)s + \frac{g_{m1}g_{m3}g_{m4}R}{C_1C_2} = 0 \tag{4}$$

ซึ่งเงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณสามารถแสดงได้เป็น

$$g_{m2} = \frac{1}{R} \tag{5}$$

และ

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g_{m1}g_{m3}g_{m4}R}{C_1C_2}} \tag{6}$$



รูปที่ 2 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ที่นำเสนอ

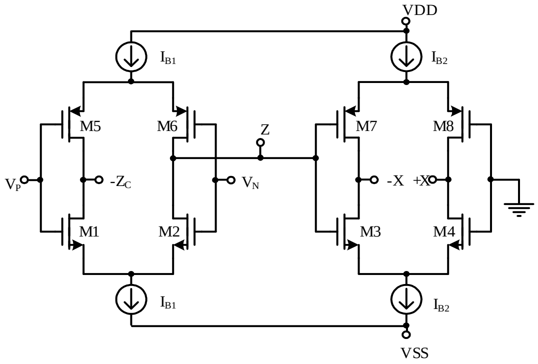
จาก (5) และ (6) เมื่อกำหนดให้ $C_1 = C_2 = C$ สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$\sqrt{k_2 I_{B2}} = \frac{1}{R} \tag{7}$$

และ

$$\omega_0 = \frac{1}{C}\sqrt{\left(k_1k_3k_4I_{B1}I_{B3}I_{B4}R\right)^{\frac{1}{2}}} \tag{8}$$

จากสมการที่ (7) และ (8) พบว่าความถี่การกำเนิดสัญญาณสามารถควบคุมได้จากค่ากระแสไบแอส I_{B1}, I_{B3} และ I_{B4} ซึ่งเงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณสามารถควบคุมได้อย่างอิสระจากกัน



รูปที่ 3 โครงสร้างภายในของ VDTA

2.3 ความไวของวงจรที่นำเสนอ

ความไวของความถี่การกำเนิดสัญญาณของวงจรที่นำเสนอหาได้ดังนี้

$$S^{\omega_0}_{g_{m1}} = S^{\omega_0}_{g_{m3}} = S^{\omega_0}_{g_{m4}} = S^{\omega_0}_{R} = \frac{1}{2}; \; S^{\omega_0}_{C_1} = S^{\omega_0}_{C_2} = -\frac{1}{2} \quad (9)$$

2.4 การวิเคราะห์วงจรในกรณีไม่เป็นอุดมคติ

วงจรในกรณีที่ VDTA ซึ่งใช้ในวงจรเกิดความไม่เป็นอุดมคติสามารถวิเคราะห์ได้จาก

$$I_z = \beta_p g_{m1} V_p - \beta_n g_{m1} V_n; \; I_x = \beta_z g_{m2} V_z; \quad (10)$$

โดยสมการที่ (11) แสดงถึงพารามิเตอร์ β_p , β_n ซึ่งเป็นค่าเบี่ยงเบนไปจาก 1 ที่จะทำให้เกิดค่าผิดพลาดของการส่งผ่านแรงดัน V_p และ V_n ไปเป็น I_z ส่วน β_z เป็นค่าเบี่ยงเบนไปจาก 1 ซึ่งทำให้เกิดค่าผิดพลาดของการส่งผ่านแรงดันจาก V_z ไปเป็นกระแส I_x และเมื่อมีการพิจารณากรณีที่อาจเกิดความผิดพลาดนี้แล้ว สามารถหาสมการคุณลักษณะและความถี่การกำเนิดสัญญาณใหม่ ได้ดังนี้

$$s^2 + \frac{g_{m1}}{C_1}\left(\beta_{n1} - \beta_{p1}\beta_{z1} g_{m2} R\right) s + \frac{\beta_{p1}\beta_{n2} g_{m1} g_{m3} g_{m4} R}{C_1 C_2} = 0 \quad (11)$$

และ

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\beta_{p1}\beta_{n2} g_{m1} g_{m3} g_{m4} R}{C_1 C_2}} \quad (12)$$

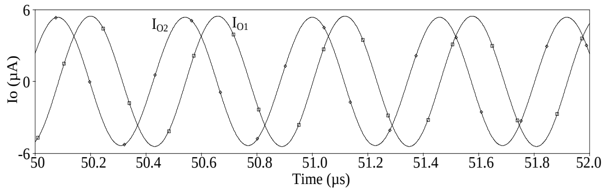
2.5 ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันและทดสอบสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรผ่านโปรแกรม PSPICE สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิด PMOS และ ชนิด NMOS ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรได้ใช้พารามิเตอร์ 0.18μm TSMC CMOS technology [11] ซึ่งโครงสร้างภายในได้แสดงในรูปที่ 3โดย VDTA ที่ใช้มีอัตราส่วนของทรานซิสเตอร์แสดงในตารางที่ 1

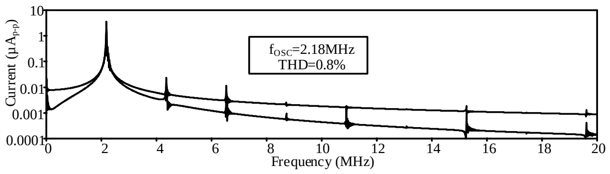
ตารางที่ 1 ขนาดอัตราส่วนของทรานส์ซิสเตอร์

Transistor	*W (μm)*	*L (μm)*
M1-M4	3.6	0.36
M5-M8	16.64	0.36

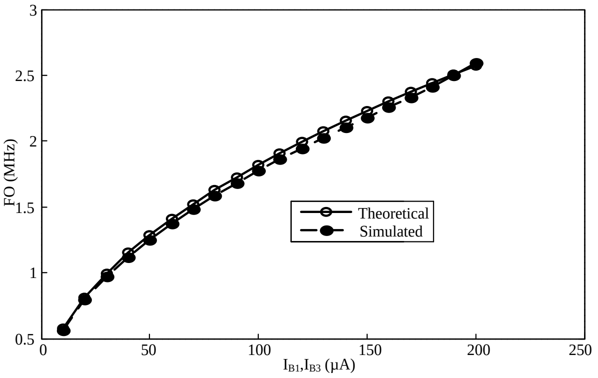
โดยกำหนดให้ VDTA ทำงานที่แรงดัน $\pm 0.9V$ ตัวต้านทาน $R = 4k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C_1 = C_2 = C = 20pF$ โดย $I_{B1} = I_{B2} = I_{B3} = I_{B4} = 150\mu A$ การจำลองพบว่ากระแสที่เอาต์พุตทั้งสองของวงจรเป็นรูปคลื่นไซน์ และมีความต่างเฟสกัน 90° ความถี่การกำเนิดสัญญาณเท่ากับ 2.18MHz แต่จากการคำนวณตามสมการที่ (6) เท่ากับ 2.52 MHz ค่าผิดเพี้ยนทางฮามอนิกส์รวม (THD) ประมาณ 0.8% ผลการจำลองแสดงดังรูปที่ 4-5



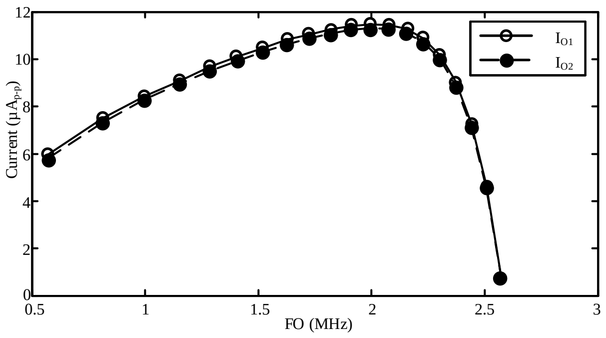
รูปที่ 4 สัญญาณเอาต์พุตในโหมดกระแส



รูปที่ 5 สเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุต



รูปที่ 6 ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต โดยการควบคุมกระแสไบอัส I_{B1} และ I_{B3} ที่ค่าต่างกัน



รูปที่ 7 ขนาดของสัญญาณเอาต์พุต ที่ค่าความถี่ต่างกัน

เมื่อปรับกระแสไบอัส $I_{B1} = I_{B3}$ ที่ค่าต่างกัน ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตของการจำลองเทียบกับการคำนวณตามสมการที่(6) จะได้ผลดังรูปที่ 6 และผลการจำลองวัดขนาดสัญญาณเอาต์พุตเมื่อปรับค่าที่ความถี่ต่างกันไปจะแสดงดังรูปที่ 7

3. สรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอ วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ชนิดควอเดรเจอร์โหมดกระแส ซึ่งเอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูง โดยใช้เพียง VDTA 2 ตัว ต่อร่วมกับตัวต้านทานต่อลงกราวด์ 1 ตัว และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์ 2 ตัว เงื่อนไขและความถี่การกำเนิดสัญญาณสามารถปรับค่าได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์และแยกอิสระจากกัน จึงเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาให้อยู่ในลักษณะวงจรรวม อัตราบริโภคกำลังงานเท่ากับ 540 μW ผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่าวงจรทำงานได้สอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] T.Maneechukate and et, al, “Wide-band amplitude control of the second-order oscillator circuit,”Int. J. Electron. Commun.(AEU),Vol.62, 666-673,2008.

[2] C. Toumazou, F.J. Lidgey and D.G. Haigh, Analogue IC design: the current-mode approach, Peter Peregrinus, London, 1990.

[3] S. Minaei and O. Cicekoglu, “New current-mode integrator, allpasssection and quadrature oscillator using only activeelements,” 1st IEEE Int’l Conf. Circuits and Systems for Communications, vol. 26-28, pp.70–73, 2002.

[4] K. Kumwachara and W. Surakampontorn, “An integrable temperature-insensitive gm–RC quadrature oscillator,” Int. J. Electronics, vol. 90, no. 1, pp.599-605, 2003.

[5] M. T. Abuelma’atti and A.A. Al-Ghumaiz, “Novel CCI-based single-element-controlled oscillators employing grounded resistors and capacitors,” IEEE Trans. on Circuits and Systems-I: Fundamental Theory and Applications, vol. 43, pp. 153-155, 1996.

[6] J. J. Chen, C.C. Chen, H.W. Tsao, and S.I. Liu, “Current-mode oscillators using single current follower,” Electronics Letters, vol. 27, pp. 2056-2059, 1991.

[7] M.T. Abuelma’atti, “Grounded capacitor current-mode oscillator using single current follower,” IEEE Trans. Circuits and Systems-I: Fundamental Theory and Applications, vol. 39, pp. 1018-1020, 1992.

[8] J. W. Horng, C. L. Hou, C. M. Chang, H. P. Chou, C. T. Lin and Y. H. Wen, “Quadrature oscillators with grounded capacitors and resistors using FDCCIIs,” ETRI Journal, vol. 28, pp. 486-494, 2006.

[9] J. W. Horng, “Current-mode quadrature oscillator with grounded capacitors and resistors using two DVCCs,” IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E86-A, pp. 2152-2154, 2003.

[10] A. Yesil, F. Kacar and H. Kuntman, “New Simple CMOS Realization of Voltage Differencing Transconductance Amplifier and Its RF Filter Application,” *Radioengineering*, Vol. 20, No. 3, 2011, pp. 632-637

[11] D. Prasad, D. R. Bhaskar and M. Srivastava, “Universal Current-Mode Biquad Filter Using a VDTA,” *Circuits and Systems*, 2013, vol. 4, pp 29-33.

ระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัติ

Location-Based Disaster Notification System

ปัญจพร แก้ววิเศษกุล[1] อนันต์ ผลเพิ่ม[1] อภิรักษ์ จันทร์สร้าง[1] สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์[2] วรวัชร์ ตอวิวัฒน์[2] ชัยพร ใจแก้ว[1]*
[1]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
punjapon.k@ku.th {anan.p,aphirak.j}@ku.ac.th {soralump_s, w_thowiwat}@yahoo.com chaiporn.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเกิดภัยพิบัติมากมายโดยที่เราไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน บทความนี้นำเสนอระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัติเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งานที่อยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติผ่านทางโมบายแอปพลิเคชั่น โดยอาศัยข้อมูลจากการใช้งาน API เพื่อรับจากหน่วยงานที่เฝ้าระวังภัยพิบัติ ซึ่งเบื้องต้นได้ใช้งานข้อมูลจากเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา และเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝน นำมาคำนวณเพื่อหาความเสี่ยงในการภัยพิบัติ โดยได้ทำการทดลองในสถานการณ์เสมือนจริง จากการเก็บค่าผ่านเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝนเพื่อเฝ้าระวังความเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติ และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานแอปพลิเคชั่นเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือน จากผลการทดสอบพบว่าผู้ใช้งานที่ทำการติดตั้งแอปพลิเคชั่นและอยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติได้รับการแจ้งเตือนทุกครั้ง โดยเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้งานได้รับการแจ้งเตือนอยู่ที่ 3.11 วินาที

Abstract

Disasters often strike without preparation or warning, causing death and property damage. This paper presents Location-Based Disaster Notification System, a mobile application that notifies the user of potential risks in the current area. It provides an API that takes notifications from disaster-monitoring organizations. The preliminary version demonstrates warnings generated using data from the Thai Meteorological Department's weather API, as well as rainfall data simulated by a physical rain gauge. Experiments were conducted in a hypothetical scenario using rainfall measurement to evaluate risk and send notification to the mobile application. The result shows that the application displays a warning message every time there is a risk and the user is inside the affected region.

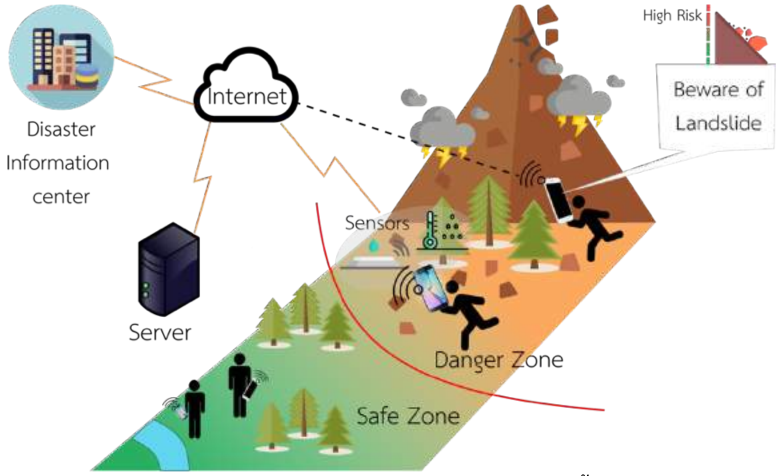
1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันเกิดภัยพิบัติมากมายโดยที่เราไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ ทำให้ไม่สามารถรับมือกับภัยพิบัติได้ทันท่วงที ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อชีวิตและทรัพย์สิน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเช้าวันที่ 23 ก.ค. 60 ในจังหวัดเชียงใหม่ประสบภัยน้ำป่าทะลักลงมาจากเทือกเขา หลังฝนตกหนัก ทำให้น้ำหลากเข้าท่วมบ้านเรือนของชาวบ้าน ดินไหลถล่มลงมาพร้อมกับต้นไม้ขนาดใหญ่ และเสาไฟฟ้าโค่นล้ม จึงทำให้ต้องปิดการใช้งานถนนหลายแห่ง [1] หรือวันที่ 9 ม.ค. 60 ในจังหวัดระนอง ช่วงเวลา 3.00 น. น้ำป่าจากแนวเทือกเขาส่งผลให้น้ำหลากเข้าท่วมเมืองเกิดผลเสียหายมากกว่า 500 หลังคาเรือน ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่ผู้คนไม่คาดคิด และไม่ได้รับการแจ้งเตือนมาก่อน จึงทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินเป็นอย่างมาก [2] ทางผู้พัฒนาตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว หากคนในพื้นที่ได้รับการประกาศก่อนการเกิดเหตุย่อมสามารถทำการอพยพและเคลื่อนย้ายสิ่งของได้ทัน ทำให้สามารถช่วยลดความเสียหายจากเหตุภัยพิบัติ ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น

บทความนี้นำเสนอระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติ ที่แจ้งเตือนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชั่น สำหรับผู้ใช้งานที่อาศัยภายในพื้นที่ นักท่องเที่ยว และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน ซึ่งเชื่อมโยงข้อมูลกับอุปกรณ์และระบบประเมินความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อาทิ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ แล้วส่งสัญญาณเตือนภัยมาทางโมบายแอปพลิเคชั่น เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายและสามารถอพยพได้ทันท่วงที

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Firebase Cloud Messaging (FCM) [3] คือ บริการส่งข้อความแจ้งเตือนแบบข้ามแพลตฟอร์ม ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และไอโอเอส และเป็นหนึ่งในบริการที่ถูกรวมใน Firebase ของ Google ซึ่ง



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัติ

ได้เปิดตัวเมื่อ Google I/O 2016 โดยไม่เสียค่าบริการในการใช้งาน นำมาใช้งานในส่วนส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

Web API (Application Programming Interface) [4] ทำหน้าที่ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ หรือจะเป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ออกจากเว็บไซต์ หรือจะเป็นการส่งข้อมูลเข้าไปก็ โดยเจ้าของเว็บไซต์ที่มี API จะกำหนดขอบเขตในการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของทางเว็บไซต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้นำ REST API มาใช้งานในการจัดเก็บข้อมูลจากส่วนกลางที่จำลองการแจ้งสถานะการเกิดภัยพิบัติ

GeoJson [5] รูปแบบที่ใช้จัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ งานวิจัยนี้นำ GeoJson มาจัดเก็บบริเวณการเกิดภัยพิบัติเพื่อให้ผู้ใช้งานอัพโหลดพื้นที่ดังกล่าวส่งมาที่เซิร์ฟเวอร์

3. รายละเอียดของการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัตินี้เป็นระบบที่แจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อเข้าสู่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติผ่านทางโมบายแอปพลิเคชั่นทั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส ซึ่งมีระบบคำนวณถึงความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติ โดยอาศัยข้อมูลจากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา [6] เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนซึ่งรับค่าผ่านทาง REST API และเว็บไซต์ซึ่งใช้กรอกข้อมูลภัยพิบัติ ดังรูปที่ 1

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

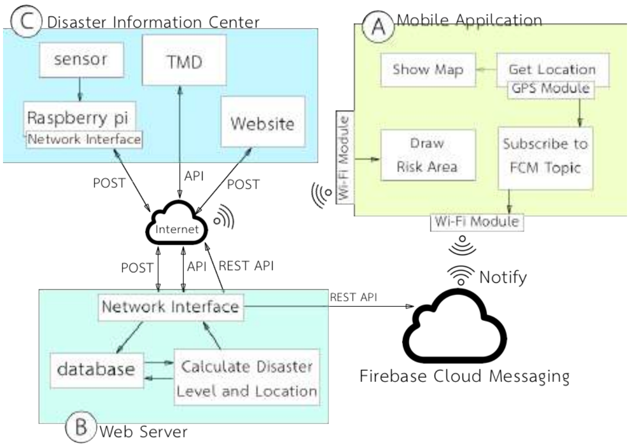
การพัฒนาโครงงานนี้ได้ใช้ภาษา HTML, CSS, TypeScript ในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชั่นทั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส และ ใช้ภาษาไพทอนในการพัฒนาบนโหนดตรวจสอบ และใช้ภาษาจาวาสคริปต์ในการพัฒนา เว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้ การพัฒนาระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักดังรูปที่ 2 คือ

ส่วนที่ 1 โมบายแอปพลิเคชั่นทั้งบนระบบปฏิบัติการแอน-ดรอยด์และไอโอเอส (A) ซึ่งใช้งาน Ionic Framework ในการพัฒนา โดยโมบายแอปพลิเคชั่นในส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

1. Get Location เป็นส่วนระบุตำแหน่งเป็นส่วนที่ใช้ในการหาตำแหน่งจากระบบ GPS โดยค่าที่ออกมาได้จะเป็นค่า ละติจูด และ ลองจิจูด เพื่อในการในติดตามหัวข้อการแจ้งเตือน

2. Subscribe to FCM Topic เป็นส่วนติดตามหัวข้อของ FCM เพื่อสมัครรับการแจ้งเตือนตามหัวข้อที่ผู้ใช้งานติดตาม

3. Show map เป็นส่วนแสดงแผนที่โดยใช้งานแผนที่ของกูเกิ้ล ซึ่งพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติจะรูปล้อมด้วยกรอบสีแดง (Draw Risk Area)



รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบแจ้งเตือนขณะอยู่ภายในพื้นที่ภัยพิบัติ

ส่วนที่ 2 ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (B) ซึ่งใช้งาน Node.js โดยส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

1. Calculate Disaster Level and Location เป็นส่วนรับข้อมูลจากเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา เซ็นเซอร์ปริมาณน้ำฝนผ่านทาง REST API และ ข้อมูลจากเว็บไซต์ซึ่งใช้กรอกข้อมูลภัยพิบัติ และใช้ข้อมูลที่เรียกมาคำนวณเพื่อหาความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติ

2. ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ทำการจัดเก็บค่าปริมาณน้ำฝน ละติจูด ลองจิจูด ประเภทของภัยพิบัติ ความรุนแรงของภัยพิบัติ

และเวลา โดยฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วย 4 ตาราง คือ ตารางข้อมูลจากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา ตารางข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝน ตารางข้อมูลซึ่งเก็บตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติเพื่อใช้ในการวาดตำแหน่งบนแผนที่ และ ตารางข้อมูลภัยพิบัติที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

3. ส่วนส่งการแจ้งเตือนไปที่ FCM ผ่านทาง REST API หากค่าที่รับมาถูกวิเคราะห์ว่าอาจก่อให้เกิดภัยพิบัติ เพื่อส่งการแจ้งเตือนไปยังโมบายแอปพลิเคชั่น โดยจะส่งข้อมูลระดับความรุนแรง และประเภทของภัยพิบัติในรูปแบบ JSON โดยรูปแบบเป็นดังนี้ `{'level':level, 'type':type}`

ส่วนที่ 3 ส่วนกลางที่จำลองการแจ้งสถานะการเกิดภัยพิบัติ (C) โดยส่วนนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

1. ข้อมูลที่ดึงจากเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) โดยใช้ REST API ในการส่งข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ JSON

2. ข้อมูลที่ดึงจากส่วนเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน (Sensor) โดยใช้ REST API ในการส่งข้อมูลจากโหนดวัดไร้สาย (Raspberry Pi) ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ JSON โดยรูปแบบเป็นดังนี้ `{'rain':x, 'lat':lat, 'lon':lon,'type':type,'level':level,'sendTime': datetime, 'sensorID':id}`

3. เว็บไซต์ (Website) ซึ่งเปิดให้กรอกข้อมูลภัยพิบัติ โดยสามารถกรอกประเภทของภัยพิบัติ ความรุนแรงของภัยพิบัติ และอัพโหลดไฟล์ .geojson เพื่อใช้ในการวาดบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติภายในแผนที่ในโมบายแอปพลิเคชั่น

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

โมบายแอปพลิเคชั่นสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.1 และ ระบบปฏิบัติการไอโอเอส 8.0 ขึ้นไป [7] โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อได้รับการแจ้งที่ทันท่วงที และต้องมีระบบ GPS จึงต่อสามารถใช้ระบบระบุตำแหน่งเพื่อใช้ในการติดตามหัวข้อของ FCM ซึ่งระบบปฏิบัติการไอโอเอสยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา

รูปที่ 3 โหนดวัดไร้สายที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำฝน

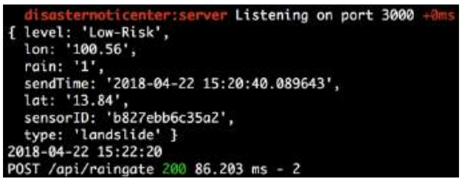
4. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการใช้งาน โดยการติดตั้งโหนดวัดไร้สายที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำฝนดังรูปที่ 3 หรือส่งข้อมูลภัยพิบัติผ่านทางเว็บไซต์ที่เปิดให้กรอกข้อมูลภัยพิบัติดังรูปที่ 4 ซึ่งในการทดลองนี้เป็นการจำลองการใช้งานโมบายแอปพลิเคชั่นในการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานที่อยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติ

รูปที่ 4 เว็บไซต์ซึ่งเปิดให้กรอกข้อมูลภัยพิบัติ

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทำการทดสอบโดยใช้โหนดวัดไร้สายที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝน และส่งค่าปริมาณน้ำฝนตามรูปแบบที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.2 ที่ส่งมาที่เซิร์ฟเวอร์โดยใช้ REST API ดังรูปที่ 5 หรือส่งข้อมูลภัยพิบัติผ่านทางเว็บไซต์ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ค่าที่ได้รับจากโหนดวัดไร้สาย

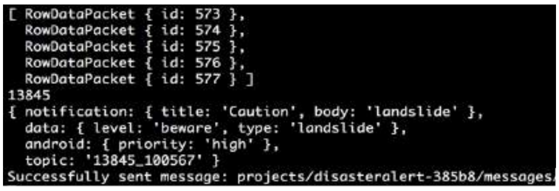
รูปที่ 6 ค่าที่ได้รับจากเว็บไซต์

โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ปริมาณน้ำฝนจะถูกจัดเก็บเข้าไปในตารางข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝน โดยที่เซิร์ฟเวอร์ตั้งเงื่อนไขไว้ว่าหากได้รับค่าจากโหนดวัดไร้สายติดต่อกันเกินค่าที่กำหนดภายในเวลาที่กำหนดให้เก็บข้อมูลดังกล่าวในตารางข้อมูลภัยพิบัติและตารางข้อมูลตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติ ส่วนข้อมูลภัยพิบัติที่ส่งจากเว็บไซต์จะถูกเก็บในตารางข้อมูลภัยพิบัติ และตารางข้อมูลตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติ และส่งการแจ้งเตือนไปที่ผู้ใช้งานซึ่งอยู่ภายในพื้นที่ที่อยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติที่ถูกเก็บไว้ในตารางข้อมูลซึ่งเก็บตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติอยู่ดังรูปที่ 7 หากผู้ใช้งานไม่ได้เปิดใช้งานโมบายแอปพลิเคชั่นในขณะนั้นการแจ้งเตือนจะแจ้งเตือนในแถบการแจ้งเตือนหรือหากผู้ใช้งานเปิดใช้งานโมบายแอปพลิเคชั่นในขณะนั้นการแจ้งเตือนจะปรากฏดังรูปที่ 8

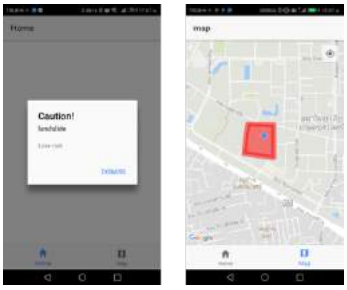
4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดลองแล้วสังเกตพบว่าหลังจากที่เซิร์ฟเวอร์ได้รับค่าจากโหนดตรวจวัดไร้สายแล้วเกินค่าที่กำหนด หรือจากเว็บไซต์ซึ่งเปิดให้กรอกข้อมูลภัยพิบัติ จึงทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานที่อยู่ภายในบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติซึ่งถูกเก็บในตารางข้อมูลตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติ หากผู้ใช้งานเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตจะได้รับการแจ้งเตือน และหากไม่ได้เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตจะได้รับรับการแจ้งเตือนภายหลังจากที่ได้เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตแล้ว

โดยเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้งานจะได้รับการเตือนอยู่ที่ประมาณ 3.11 วินาทีจากการทดลองโดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการทดลอง 2 เครื่อง แต่ละเครื่องทดลอง 20 ครั้ง ดังรูปที่ 9 และเนื่องจากใช้วิธีการแจ้งเตือนตามกลุ่มของผู้ใช้งานที่อยู่ภายในพื้นที่นั้น ๆ ทำให้ไม่เกิดปัญหาที่ผู้ใช้งานได้รับการแจ้งเตือนที่ผู้ใช้งานไม่ต้องการได้รับ จากการทดลองโดยใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการทดลอง 2 เครื่อง แต่ละเครื่องทดลอง 50 ครั้ง เครื่องที่ที่อยู่ภายนอกพื้นที่ไม่มีเครื่องใดได้รับการแจ้งเตือนจึงได้ค่าของ False Alert Rate เป็น 0 และเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อยู่ภายในพื้นที่ได้รับการแจ้งเตือน 79 ครั้งจาก 100 ครั้ง จึงได้ค่าของ Miss Alert Rate เป็น 0.21 เนื่องจากผลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการเชื่อมต่อที่ขาดหายขณะการส่งการแจ้งเตือน แต่หากระบบระบุตำแหน่งภายในเครื่องโทรศัพท์ไม่แม่นยำอาจมีผลต่อการรับการแจ้งเตือนเนื่องจากไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนจึงทำให้การแจ้งเตือนมีการคลาดเคลื่อน หรืออาจไม่ได้รับการแจ้งเตือน หรือบุคคลที่อยู่ระหว่างขอบของแผนที่ที่ไม่ใช่รูปทรงสี่เหลี่ยมอาจได้รับการแจ้งเตือนเกินเนื่องจากส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานในรูปแบบสี่เหลี่ยม



รูปที่ 7 ส่งการแจ้งเตือนไปยังโมบายแอปพลิเคชั่น



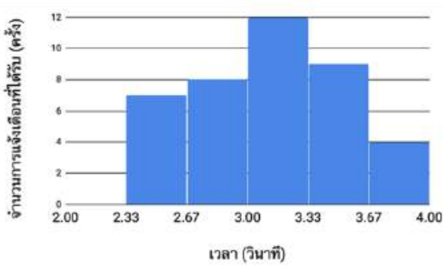
(ก) การแจ้งเตือน **(ข)** บริเวณที่เสี่ยงภัย

รูปที่ 8 การใช้งานแอปพลิเคชั่นแจ้งเตือนภัย

5. บทสรุป

ระแบบแจ้งเตือนขณะอยู่ในพื้นที่ภัยพิบัติสามารถช่วยผู้ใช้งานที่ต้องการที่จะทราบเหตุการณ์ไม่คาดฝันรอบตัวได้ โดยจากการทดสอบพบว่าผู้ใช้งานที่ทำการติดตั้งแอปพลิเคชั่นและอยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติได้รับการแจ้งเตือนทุกครั้ง อีกทั้งใช้เวลาในการรับข่าวสารเพียงเล็กน้อย และเป็นแอปพลิเคชั่นที่ง่ายต่อการใช้งานเนื่องจากระบบจะทราบตำแหน่งที่ตั้งของผู้ใช้งาน แล้วส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานที่อยู่ภายในพื้นที่ที่อยู่ภายในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติ ทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องตั้งค่าต่าง ๆ ด้วยตัวเอง

รูปที่ 9 เวลาเฉลี่ยที่ได้รับการแจ้งเตือนโดยใช้กราฟฮิสโตแกรม



สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อสามารถเพิ่มในส่วนประวัติการเกิดภัยพิบัติสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการจะทราบถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์ภัยพิบัติในอดีต และเหตุการณ์ที่ผู้ใช้งานไม่ได้อยู่ภายในพื้นที่ และสามารถกำหนดตำแหน่งที่ผู้ใช้งานต้องการจะทราบถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ภายในพื้นที่นั้น ทั้งที่ผู้ใช้งานอาจไม่ได้อยู่ภายในพื้นที่ดังกล่าว

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เชียงรายอ่วม ฝนตกหนัก น้ำป่าทะลัก ดินถล่ม ปิดถนนขึ้นพระธาตุดอยตุง. (2560). [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 3 ตุลาคม 2560, จาก https://www.thairath.co.th/content/1013634

[2] น้ำป่าหลากท่วมระนองกว่า 500 หลังคาเรือนช่วงตีสาม ชาวบ้านหลับไม่ทันรู้ตัว.(2560). [ออนไลน์] เข้าถึง 3 ตุลาคม 2560, จาก https://www.khaosod.co.th/breaking-news/ news_175581

[3] Kitisak Phetrungnapha. ลองเล่น Firebase Cloud Messaging (FCM) กับ IOS. (2559). [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 15 กันยายน 2560, จาก https://itopstory.com/introducing-fcm-for-ios- ecfa3b29b3c5

[4] API คืออะไร ทำหน้าที่อะไร ประโยชน์ของ API มีอะไรบ้าง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 15 กันยายน 2560, จาก http://www.เกร็ดความรู้.net/api/

[5] GeoJson. [ออนไลร์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 เมษายน 2561, จาก https://geojson.org

[6] TMD Weather ForecastAPI. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 15 กันยายน 2560, จาก http://data.tmd.go.th/nwpapi/doc/

[7] Platform Guide. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 15 กันยายน 2560, จากhttps://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/platforms

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Growth Chamber Monitoring System

ปูรณสิทธิ์ ปิยวัชรวิจิตร[1] ชัยพร ใจแก้ว[1] อภิรักษ์ จันทร์สร้าง[1] วรรณรัตน์ ผลเพิ่ม[2] อนันต์ ผลเพิ่ม[1]*

[1]ห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 02-7970999

E-mail: booranasit.p@ku.th, {chaiporn.j, aphirak.j, wannarat.p, anan.p*}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของระบบตู้เพาะเลี้ยงผ่านรูปแบบของการทำงานโดยระบบอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง ระบบการจัดเก็บข้อมูลปัจจุบันผู้ทำการวิจัยมีการจัดเก็บข้อมูลด้วยการจดบันทึกใส่กระดาษ และบันทึกลงในคอมพิวเตอร์จากข้อมูลที่บันทึกมา โดยมีการบันทึกค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่าง ในระบบที่จัดทำขึ้นมีการพัฒนาระบบบันทึกค่าโดยหน่วยตรวจวัดที่เก็บค่าทุกช่วงเวลาที่กำหนด โดยระบบจะแสดงค่าในรูปแบบกราฟ และข้อมูลรูปแบบตาราง ทำให้จัดเก็บข้อมูลได้ตามช่วงเวลาที่กำหนด ในการทดสอบระบบจัดเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่าง ภายในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ระบบทำงานได้ต่อเนื่อง 14 วัน ค่าที่จัดเก็บแสดงผลได้ต่อเนื่องและแสดงผลในรูปแบบกราฟและตารางข้อมูลได้

คำสำคัญ: ตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ตรวจวัดอุณหภูมิ ตรวจวัดความชื้น ตรวจวัดความสว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Abstract

This article discusses the design and design of storage systems for the aquarium environment through the use of the IoT (Internet of Things) data storage system. Make a note of the paper. And save it to the computer from the recorded data. Temperature, humidity and brightness are recorded. In the system developed, the system records the value of each measurement period. The system will display values in graph format. And table format information. Store data at any time. To test the storage system, temperature, humidity and brightness values. Inside the tissue culture room. The system runs continuously for 14 days. The stored values are displayed continuously and displayed in graph and grid format.

Keywords: Growth Chamber, Temperature measurement, Humidity measurement, Brightness measurement, Microcontrollers, MQTT

1. บทนำ

รูปแบบการทำงานผ่านระบบ IoT ปัจจุบันมีการนำมาใช้ เพื่อจัดการกับงานในหลายรูปแบบ อย่างเช่น การนำมาใช้ในระบบการทำการเกษตร การนำมาใช้ในรูปแบบบ้านอัจฉริยะทำให้อุปกรณ์หลายอย่างทำงานในรูปแบบที่กำหนดได้ เช่น การสั่งเปิดปิดไฟ และเครื่องปรับอากาศ [1]โดยจะมีการทำงานในส่วนของระบบจัดเก็บค่าตรวจวัดเพื่อนำไปใช้งาน เช่น ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น จากนั้นการสั่งงานอุปกรณ์ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยการทำการจัดเก็บค่าจะใช้ในส่วนของตัวอุปกรณ์ตรวจวัด และมีตัวจัดการรูปแบบข้อมูลที่ต้องการทำการส่ง หลังจากนั้นก็ส่งไปยังระบบเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งรูปแบบการจัดการการส่งข้อมูลของระบบ IoT นั้นก็มีการจัดการในหลายรูปแบบ โดยใช้ MQTT เป็นโปรโตคอลในการติดต่อกันระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับหน่วยวัดค่า เมื่อผู้ใช้ต้องการนำข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์และนำเสนอผ่านรูปแบบอื่นๆ เช่น เว็บแอพพลิเคชั่น หรือ โมบายแอพพลิเคชั่น เป็นต้น

การทำการทดลองโดยใช้งานตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น เป็นการทดลองที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ เพื่อพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นผู้ทดลองจึงทำการบันทึกค่าด้วยตนเองโดยรูปแบบของการจดบันทึกในกระดาษ ดังนั้นระบบการจัดเก็บค่าอัตโนมัติ จะมาช่วยในการบันทึกค่าตามเวลาที่ต้องการ รวมถึงสามารถบันทึกค่าในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งไม่สามารถจดบันทึกได้เนื่องจากไม่มีผู้จดบันทึกในช่วงเวลาดังกล่าว

บทความนี้จะเสนอรูปแบบการนำอุปกรณ์มาใช้งานผ่านตัววัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่าง ที่ตำแหน่งวางหน่วยวัดค่าสภาพแวดล้อม โดยใช้ วายฟาย เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลมายังเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ โดยตัวเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ทำการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลของ

ระบบเอง และส่งไปยังระบบอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นทำการแสดงค่าผ่านระบบเว็บแอพพลิเคชั่น โดยการจัดการแสดงในรูปแบบรายการข้อมูลที่จัดเก็บได้ การทำกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่กำหนด เมื่อจัดเก็บแล้วในการทำการทดลองนี้มีการนำผลที่วัดผ่านระบบที่จัดทำขึ้นมา ไปเทียบกับผลการวัดจากอุปกรณ์วัดค่าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการนำไปใช้งานในสถานที่จริงสามารถทำงานได้ในพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเวลาที่ทำการติดตั้งและแสดงผลที่ทำการจัดเก็บ จะเห็นว่าสามารถดูรูปแบบของค่าที่จัดเก็บมาได้การปรับค่าสภาพแวดล้อมเกิดขึ้นตอนเวลาเท่าไร

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในส่วนของค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าความสว่าง มีอยู่หลายผลิตภัณฑ์ด้วยกัน ดังจะนำตัวอย่างอุปกรณ์ Sonoff TH10/TH16: Temperature And Humidity Monitoring Wi-Fi Smart Switch [2] เป็นอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ต แสดงผลการรับค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นผ่านระบบมือถืออัจฉริยะ สามารถกำหนดเวลาและเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ได้ สามารถตั้งเวลาเปิดปิด และมีระบบแจ้งเตือน ในส่วนของงานที่จัดทำขึ้นมีจุดเด่นที่ต่างกันคือความสามารถในการเก็บข้อมูลเมื่อระบบไม่สามารถส่งข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ตได้

นอกจากนี้จะมีระบบสมาร์ทฟาร์มที่มีการนำระบบไปติดตั้งพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อตรวจวัดค่า และควบคุมปริมาณปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นของดิน งานที่เกี่ยวข้องได้แก่ ดีแทค ฟาร์มแม่นยำ [3] และ Farmshelf [4] โดยงานส่วนนี้นำมาประยุกต์ใช้กับห้องทดลองจึงมีการปรับรูปแบบให้เป็นหน่วยตรวจวัดที่สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก

การทำการจัดเก็บข้อมูลมีรูปแบบการพัฒนาใช้งานระบบ IoT ในการใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่ได้จากหน่วยรับค่าสภาพแวดล้อม และส่งไปยังระบบของเซิร์ฟเวอร์

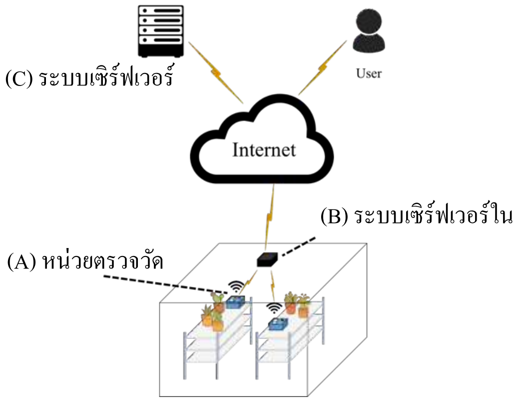
รูปแบบการส่งมีการใช้งานการส่งข้อมูลแบบไร้สาย ผ่านระบบวายฟาย เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรองรับระบบวายฟายได้ ในส่วนรูปแบบการส่งข้อมูล ของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ เซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ ใช้งานระบบ MQTT โดยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวส่งข้อมูล (MQTT Publisher) และเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดการรับข้อมูล (MQTT Subscriber) โดยรูปแบบการจัดการข้อมูลใช้การส่งแบบข้อความผ่านโมดูลวายฟาย

ระบบการแสดงผลในรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูล อาทิเช่น การสร้างกราฟ ผ่านะบบ เซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลคลาวด์ แล้วทำการแสดงผลในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น

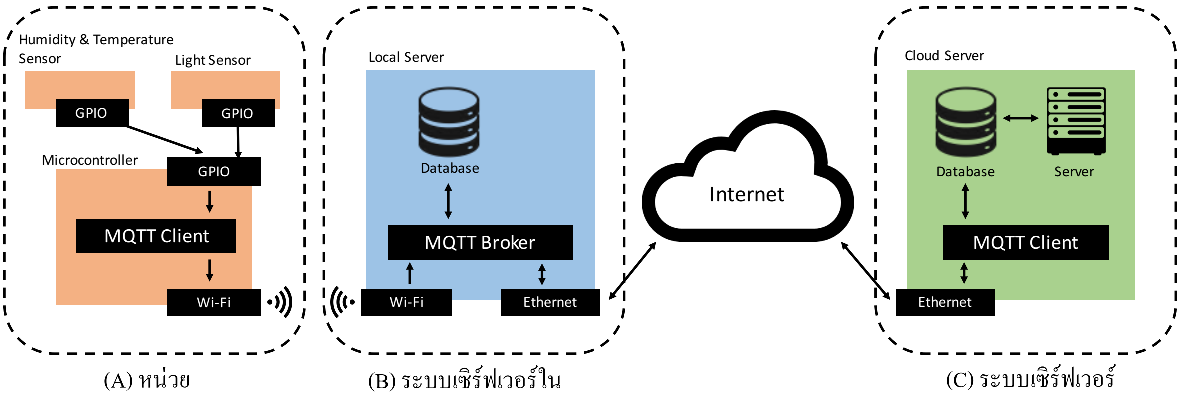
3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

การออกแบบการทำงานของหน่วยตรวจวัดในการทำงานรูปแบบการรับค่าสภาพแวดล้อมระบบการออกแบบการพัฒนาจะเป็นตามรูปที่ 1 เป็นการจัดทำตัวหน่วยตรวจวัดไปไว้ในสภาพแวดล้อมตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อจัดเก็บค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่าง โดยตัวระบบจะมีการจัดทำ เซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ไว้เก็บข้อมูลด้วยก่อนส่งข้อมูลไปยังระบบ เซิร์ฟเวอร์คลาวด์ แล้วทำการแสดงผลผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ



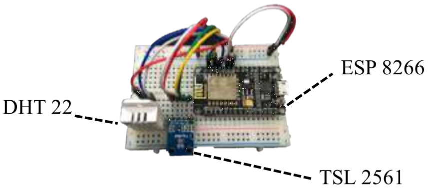
รูปที่ 2 แผนภาพบล็อก

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในตู้เพาะเลี้ยงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย (A) หน่วยตรวจวัด (B) ระบบเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ และ (C) ระบบเซิร์ฟเวอร์คลาวด์

3.2.1 หน่วยตรวจวัด (A)

เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดค่าที่จะทำการบันทึก ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่าง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เป็นตัวรองรับการส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล MQTT ไปยังเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้และหน่วยที่ใช้ในหน่วยตรวจวัด แสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 3 หน่วยตรวจวัด

ตารางที่ 1 อุปกรณ์ในหน่วยตรวจวัด

ลำดับที่	ชื่ออุปกรณ์	หน้าที่
1	ESP8266 [5]	ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากอุปกรณ์วัดตรวจค่า
2	DHT 22 [6]	วัดค่าอุณหภูมิ (เซลเซียส) ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
3	TSL 2561 [7]	วัดค่าความสว่าง (ลักซ์)

3.2.2 ระบบเซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ (B)

ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลจากหน่วยตรวจวัดภายในห้องทดลอง และทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังระบบเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ การทดลองใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi 3 Model B [8] เป็นการตั้งค่าในรูปแบบการใช้งาน MQTT โดยมี เซิร์ฟเวอร์ในพื้นที่ทำหน้าที่ Subscriber รับค่าจากหน่วยตรวจวัด และทำหน้าที่ Publisher เมื่อส่งค่าไปยังเซิร์ฟเวอร์คลาวด์

3.2.3 ระบบเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ (C)

จะเป็นเซิร์ฟเวอร์หลักในการจัดเก็บข้อมูลจากหน่วยตรวจวัดจากหลายห้องทดลอง ซึ่งจะมีความสามารถในการจัดการกับข้อมูล ประมวลผลข้อมูล แสดงกราฟ และส่งข้อมูลออกเพื่อให้นักวิจัยนำข้อมูลไปประมวลผลต่อ

4. การทดสอบการใช้งาน

การทดการใช้งานระบบจะมีการทดสอบด้วยกันสองส่วนคือ 4.1การทดสอบการใช้งานหน่วยตรวจวัด และ 4.2 การทดสอบการทำงานของระบบการใช้งาน

4.1 การทดสอบการใช้งานหน่วยตรวจวัด

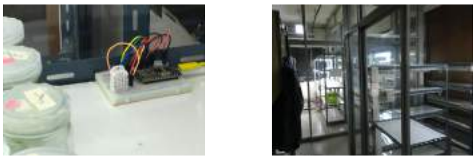
การทดสอบในการใช้งานหน่วยตรวจวัดจะทดสอบความสามารถในการใช้งานและทดสอบข้อมูลที่ได้

4.1.1 ทดสอบความสามารถในการใช้งานภายในตู้เพาะเลี้ยง

ระบบได้มีการทดสอบติดตั้งในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นเวลา 14 วัน รูปแบบการติดตั้งดังรูปที่ 4(ก) หน่วยตรวจวัดมีการบันทึกค่าทุกครึ่งชั่วโมง และมีการบันทึกค่าโดยผู้บันทึกผลวันละสองครั้ง อุปกรณ์ที่ผู้บันทึกใช้ในการวัดค่า แสดงในรูปที่ 5 สภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงมีสภาพแวดล้อมตามรูปที่ 4(ข) ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น และค่าความสว่างตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ค่าที่วัด	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
อุณหภูมิ (เซลเซียส)	25.1	20.9	24.3
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	92.6	55.2	65.3
ความสว่าง (ลักซ์)	1670	0	1500



(ก) ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ (ข) ตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

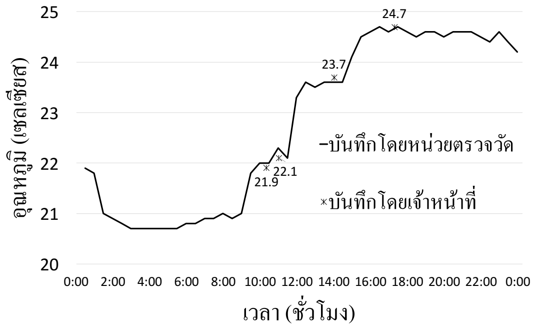
รูปที่ 4 การจัดวางในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

(ก) Extech HD450 (ข) CEM DT-172

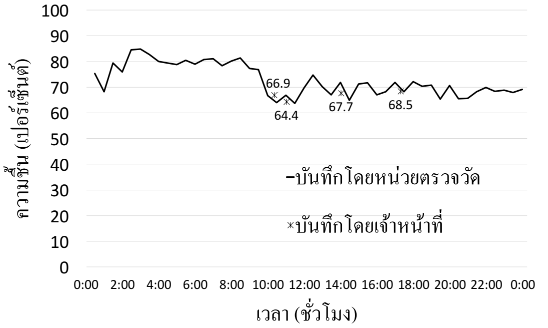
รูปที่ 5 อุปกรณ์วัดค่าที่ใช้โดยผู้บันทึกข้อมูล

4.1.2 ทดสอบค่าที่บันทึกจากหน่วยตรวจวัด

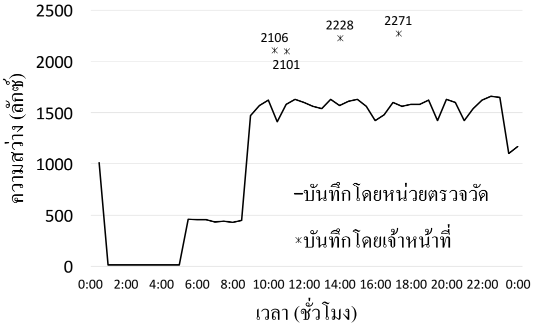
การจัดเก็บค่าผลการทดลองนั้นมีการจดบันทึกโดยผู้ทดลองใช้อุปกรณ์วัดค่าความสว่างใช้อุปกรณ์ Extech HD450 (รูปที่ 5(ก)) และอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นใช้อุปกรณ์ CEM DT-172 (รูปที่ 5(ข)) จากรูปที่ 6(ก) 6(ข) และ 6(ค) เปรียบเทียบข้อมูลที่บันทึกด้วยหน่วยตรวจวัดกับการเก็บค่าจาก การใช้อุปกรณ์วัดค่าของห้องทดลอง



(ก)อุณหภูมิ



(ข) ความชื้น



(ค) ความสว่าง

รูปที่ 6 เปรียบเทียบการบันทึกค่าสภาพแวดล้อมโดยเจ้าหน้าที่กับการบันทึกโดยหน่วยตรวจวัด วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561

จากผลการทดสอบค่าที่วัดโดยเจ้าหน้าที่จำนวน 4 ครั้ง มีค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นที่ใกล้เคียงกับค่าที่วัดโดยหน่วยตรวจวัด ส่วนค่าความสว่างมีความแตกต่างกันโดยค่าที่วัดโดยเจ้าหน้าที่นั้นมีค่าที่บันทึกได้มากกว่าค่าที่วัดโดยหน่วยตรวจวัด ซึ่งมาจากการตั้งค่าตัวอุปกรณ์หน่วยตรวจวัดในการใช้งานตัวรับค่าสว่าง

4.2 การทดสอบการใช้งานระบบ

ระบบเมื่อทดสอบการใช้งานจากการนำค่าจริงที่เก็บไว้ที่ฐานข้อมูลคลาวด์ สามารถนำมาใช้งานได้จริง การแสดงผลในรูปแบบกราฟ หรือแสดงค่า สามารถแสดงผลได้

5. สรุป

การจัดทำอุปกรณ์ ในระบบวัดสภาพแวดล้อมในตู้เพาะเลี้ยงนั้นเป็นการเสนอแนวทางการจัดเก็บค่าจากหน่วยตรวจวัด ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้งานการส่งข้อมูล ด้วยรูปแบบ MQTT และทำการส่งต่อไปยังระบบออนไลน์ให้สามารถใช้งานได้ โดยปัจจัยเสริมของการทำงานรูปแบบนี้คือความสามารถในการใช้งานในสถานที่จริง โดยจากการทดลองสามารถใช้งานได้จริง ในส่วนของค่าที่วัดได้นั้นมีความผิดพลาดแต่สามารถปรับแก้ได้เนื่องจากค่าที่ได้มีแนวโน้มในรูปแบบเดียวกัน

แนวทางการพัฒนาต่อเป็นการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์กับการวางระบบ รวมถึงการปรับค่าหน่วยตรวจวัด โดยเปลี่ยนอุปกรณ์หรือการตั้งค่าให้มีความเสถียรสูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจาก การแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20

เอกสารอ้างอิง

[1] “10 อันดับการประยุกต์ใช้ Internet of Things” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 24 เมษายน 2561: http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/system_file/-t1439539799.pdf

[2] “Sonoff TH10/TH16: Temperature And Humidity Monitoring WiFi Smart Switch” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://www.itead.cc/sonoff-th.html

[3] “ดีแทค ฟาร์มแม่นยำ” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://brandinside.asia/dtac-smart-farmer-iots/

[4] “Farmshelf” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: http://www.farmshelf.com/

[5] “NodeMCU V3 ESP8266 Development Kit” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://www.arduinoall.com/product/871/บอร์ดทดลอง-nodemcu-v3-esp8266-development-kit

[6] “DHT22” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://server.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf

[7] “TSL2561” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TSL2561.pdf

[8] “INTRODUCING THE RASPBERRY PI 3” [ออนไลน์] เข้าได้ถึง ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561: https://hackaday.com/2016/02/28/introducing-the-raspberry-pi-3/

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

บล็อกเชนสำหรับหลักฐานสื่อผสมแบบกระจาย

Blockchain for distributed multimedia evidences

พิทยุตม์ ชาญเศรษฐิกุล ชัยพร ใจแก้ว อภิรักษ์ จันสร้าง อนันต์ ผลเพิ่ม*
ห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: pithayuth.c@ku.th, {chaiporn.j, aphirak.j, anan.p}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้ไม่หวังดีและต้องการข้อมูลหรือหลักฐานในโลกดิจิทัลที่เราถือครองไปใช้เพื่อผลประโยชน์ของตนเองหรือใช้เพื่อโจมตีผู้เป็นเจ้าของข้อมูล จึงเป็นที่มาของงานวิจัยบล็อกเชนสำหรับหลักฐานสื่อผสมแบบกระจาย ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรับประกันความมั่นคง และถูกต้องของข้อมูลและหลักฐานในโลกดิจิทัล รวมถึงให้ความเชื่อมั่นกับข้อมูลและหลักฐานในการนำไปใช้ยืนยัน และใช้งานผ่านกระบวนการทางกฎหมาย ภาพรวมระบบของงานวิจัยจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ เซิร์ฟเวอร์ บล็อกเชน (Blockchain) และ ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะสามารถเก็บข้อมูลและหลักฐานในโลกดิจิทัลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ยิ่งไปกว่านั้นการมีบล็อกเชนในระบบซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Ethereum บล็อกเชนแพลตฟอร์ม จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและมั่นคงให้กับข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลและหลักฐานในโลกดิจิทัลไปใช้งานในทางกฎหมายต่อไปอย่างน่าเชื่อถือ หลังจากผ่านการออกแบบและพัฒนาระบบตามลำดับ ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผ่านการทดสอบเป็นจำนวน 5 ครั้ง และบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งผลที่ได้คือระบบสามารถอัปโหลด (Upload) ไฟล์ได้สำเร็จสมบูรณ์ที่ขนาดไฟล์มากที่สุดคือประมาณ 100 MB มากไปกว่านั้นระบบยังสามารถตรวจสอบ (Verify) ความเป็นต้นฉบับของไฟล์ได้อย่างแม่นยำ และไม่อนุญาติให้ดาวน์โหลด (Download) ไฟล์จากระบบหากไฟล์ดังกล่าวมีการถูกแก้ไข

คำสำคัญ: บล็อกเชน, หลักฐานสื่อผสมแบบกระจาย, Ethereum

Abstract

Nowadays, as more digital contents are used as evidences, there are increasing threats to access and alter the contents for personal benefit. This article presents Blockchain for Distributed Multimedia Evidence, which aims to provide confidence and integrity of the data stored locally in a digital format so that they can be reliably used in legal processes. The system is composed of a secure server, a Blockchain, and user devices. Users upload digital evidence from their devices to the secure server. A hash is then computed and stored in the Blockchain. The evidence can then be retrieved later while its integrity is maintained by the Blockchain, allowing it to be reliably used in a legal process. The proposed system is shown to handle files with size of at most 100 MB. Moreover, the system can verify the original ,so files that have been modified are successfully prevented from being downloaded.

Keywords: Blockchain, Distributed Multimedia Evidence, Ethereum

1. บทนำ

การนำข้อมูลและหลักฐานในโลกดิจิทัลไปใช้งานในทางกฎหมาย จะสร้างความเชื่อมั่นได้อย่างไรว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลต้นฉบับจริงและไม่ถูกเปลี่ยนแปลงแก้ไข แม้ข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลที่ปลอดภัยสูง แต่เนื่องด้วยการโจมตีทางโลกไซเบอร์ที่มีความหลากหลายมากขึ้นทุกวัน ทำให้ไม่สามารถสร้างความเชื่อมั่นได้ว่าข้อมูลดังกล่าวจะไม่ถูกแก้ไขและเป็นต้นฉบับจริง นำพามาซึ่งกระบวนการที่ซับซ้อนในการพิสูจน์ยืนยันว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นต้นฉบับจริงเช่น การตรวจสอบด้วยเทคนิคและวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยการตรวจสอบดังกล่าวนอกจากเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนแล้ว ยังขาดความน่าเชื่อถือเช่นกัน ดังนั้นแนวทางในการการแก้ปัญหากระบวนการที่ซับซ้อนและขาดความน่าเชื่อถือนี้ คือการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีบล็อกเชน ซึ่งมีความน่าเชื่อถือมากและยังสามารถลดความซับซ้อนของระบบลง ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้คือระบบที่ข้อมูลมีความมั่นคงและน่าเชื่อถือ รวมถึงเข้าถึงข้อมูลได้อย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทความนี้มีทั้งหมด 3 ทฤษฎีได้แก่

2.1 บล็อกเชน

บล็อกเชน [1] เป็นฐานข้อมูลชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่จัดการกับชุดข้อมูลที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการตรวจสอบความถูกต้องและความปลอดภัยของข้อมูล โดยในแต่ละบล็อกของชุดข้อมูลมีการเก็บข้อมูลการดำเนินการหรือทรานแซคชั่นไว้และในแต่ละบล็อกจะมีการเก็บข้อมูลการลงเวลาและการเชื่อมโยงกับบล็อกก่อนหน้า

บล็อกเชนเริ่มมีการนำมาใช้งานอย่างเป็นที่ยอมรับในช่วงปี พ.ศ. 2552 โดยในช่วงดังกล่าวบล็อกเชนเริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายจากระบบสกุลเงินออนไลน์บิทคอยน์ มากไปกว่านั้นยังมีการนำบล็อกเชนมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่นการเลือกตั้ง การเก็บข้อมูลแบบไร้กระดาษ และการทำแอพพลิเคชั่นแบบกระจาย

2.2 Etheruem

Ethereum [2] คือบล็อกเชนแพลตฟอร์มชนิดหนึ่ง มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับบิทคอยน์ โดย Ethereum นั้นเปิดใช้งานให้ผู้ใช้งานทุกคนสามารถใช้งานบล็อกเชนได้โดยไม่ต้องใช้เป็นแค่สกุลเงิน

Ethereum แตกต่างจากบล็อกเชนที่ใช้งานเป็นสกุลเงินคือการทำสมาร์ทคอนแทรค(smart contract) [3] ซึ่งเป็นการตั้งเงื่อนไขเช่น สัญญา เงื่อนไขการตกลงกันระหว่างผู้ใช้งาน และนำไปประกาศอยู่บนบล็อกเชนแพลตฟอร์ม Ethereum โดยเงื่อนไขทั้งหมดจะถูกเปิดเผยและโปร่งใสในการตรวจสอบ โดยใช้ความสามารถของบล็อกเชน

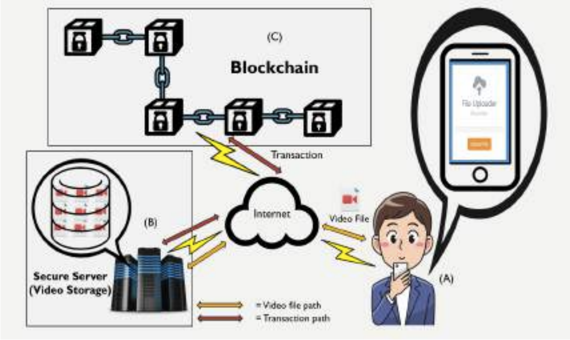
2.3 แฮชฟังก์ชัน (Hash function)

แฮชฟังก์ชัน คือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้ข้อมูลกลายเป็นจำนวนหนึ่งที่มีขนาดคงที่อย่างมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเปรียบเสมือนลายนิ้วมือของข้อมูลนั้น ๆ กระบวนการของแฮชฟังก์ชันจะเป็นการแบ่งย่อยข้อมูลและการผสมข้อมูลดังกล่าวเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่ซับซ้อน และยากที่จะแปลงผลลัพธ์สุดท้ายดังกล่าวกลับไปเป็นค่าตั้งต้นของข้อมูล โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแฮชฟังก์ชันจะเรียกว่าค่าแฮช (hash value) ซึ่งบล็อกเชนได้นำคุณสมบัติและความสามารถของแฮชฟังก์ชัน มาใช้เพื่อยืนยันความถูกต้อง และความครบถ้วนของข้อมูล รวมถึงเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับระบบ

3. รายละเอียดการพัฒนา

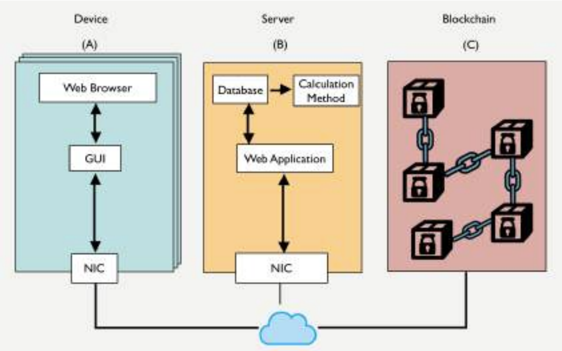
3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบจะได้รับคำสั่งจากผู้ใช้งานเสมอ ซึ่งหมายความว่าคำสั่งทั้งหมดจะเกิดมาจากผู้ใช้งาน ในขณะที่เซิร์ฟเวอร์และบล็อกเชนมีหน้าที่รอรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน คำสั่งจะถูกส่งไปที่เซิร์ฟเวอร์เป็นลำดับแรกเสมอ เช่นคำสั่งต้องการหน้าเว็บ คำสั่งขออัปโหลดข้อมูล คำสั่งขอตรวจสอบข้อมูล และคำสั่งขอดาวน์โหลดข้อมูล เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำสั่งจากผู้ใช้งาน เซิร์ฟเวอร์ถึงจะทำการประมวลผลและกระทำตามคำสั่งจากผู้ใช้งาน โดยทุกครั้งที่มีคำสั่งขออัปโหลดข้อมูลเข้าสู่ระบบ เซิร์ฟเวอร์จะสร้างข้อมูลความเป็นต้นฉบับของไฟล์ดังกล่าวในรูปแบบทรานแซคชั่นและข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ในบล็อกเชน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

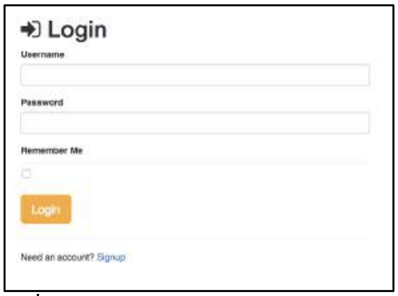
3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ



รูปที่ 2 โครงสร้างระบบ

จากรูปที่ 2 โครงสร้างระบบประกอบด้วย ผู้ใช้งาน(A) เซิร์ฟเวอร์(B) และบล็อกเชน(C)

3.2.1 ผู้ใช้งานหรือส่วนอุปกรณ์เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์ ซึ่งตรงกับส่วน A ของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 เริ่มแรกผู้ใช้งานต้องสร้างบัญชีผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบดังรูปที่ 3 เมื่อสามารถเข้าสู่ระบบได้สำเร็จผู้ใช้งานจึงจะสามารถใช้บริการต่าง ๆ ภายในระบบเช่น อัปโหลด ตรวจสอบ และดาวน์โหลด



รูปที่ 3 หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการเข้าสู่ระบบ

3.2.2 เซิร์ฟเวอร์ซึ่งตรงกับส่วน B ของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาใช้บริการ โดยเซิร์ฟเวอร์มีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลผู้ใช้งานดังรูปที่ 4 และข้อมูลการอัปโหลดไฟล์เข้าสู่ระบบในแต่ละครั้งดังรูปที่ 5 นอกจากนั้นเซิร์ฟเวอร์ยังมีการเชื่อมต่อกับบล็อกเชน ซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลความเป็นต้นฉบับของไฟล์

id	username	password
1	admin	$2a$10$jNPTkhiOHKksZOt5p7sHhejpSJ5puaTskBmiQMzQIGHL1FaCssRLG
2	pithayuth.c@ku.th	$2a$10$zrvpokKRLbL2nOLG1ml6J.1mCQ4WHwBc43JZ.fS7/TZVXB7KzBqay
3	sg8@lfc.com	$2a$10$Mkedg2iBzjCwkxYOLLMXn.tjimk4Q.L4kABK2TPZhCo.2YEUHFusa
4	zz@rm.com	$2a$10$CMFcBnjnGdGKVx/pUJlUWemTID8NXznk.T2f1LgV9uydxgRkr9/C2
5	jk@lfc.com	$2a$10$j4niyDA29XhtM85DsxVG7Od2gTrr4LB90fz/JOkTh1YCAs.pm.u0y
6	will@lfc.com	$2a$10$ctRe5/FPqXr..k39yhxWLedyh8H.2iGwcaBbEhbtPlGYaxmbSILV6
7	rl@manu.com	$2a$10$YdvzEqyEo39YVJvyL16ih.DZ.PB.HJs4UCi7sIsNNb4ZeQr.THKtC

รูปที่ 4 การเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน

id	user_id	username	file_name	transaction	blockNumber
1	1	admin	00_580_Trommelwagen_(5738).jpg	0xc80b993dea87bbdb827f7fa3e68a7a81...	17
2	1	admin	01E_May_15_2013_1750Z.jpg	0x7dd0842b0ad3b5da41deb91a08a1a64...	20
3	4	zz@rm.com	'Calypso'_Panorama_of_Spirit's_View_fr...	0x09b5e513cb0df27d2e00eb840f320f01...	21
4	3	sg8@lfc.com	world.topo.bathy.200407.3x21600x21...	0x7e0824c1f01a44fb2e1f74a04105cbd1...	28
5	1	admin	world.topo.bathy.200407.3x21600x10...	0xb02efba92c655e14b9eef427fd9a3b32...	29
6	5	jk@lfc.com	world.topo.bathy.200407.3x21600x21...	0x0040a76ea7445e29130c32d7243e9b7...	30
7	5	jk@lfc.com	'Calypso'_Panorama_of_Spirit's_View_fr...	0x6dcd70322d0c19c1eed25f5fe51ac83e...	31

รูปที่ 5 การเก็บข้อมูลการอัปโหลดไฟล์เข้าสู่ระบบในแต่ละครั้ง

3.3.3 บล็อกเชนซึ่งตรงกับส่วน C ของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ใช้แพลตฟอร์มของ Ethereum โดยข้อมูลความเป็นต้นฉบับของไฟล์ที่อัปโหลดเข้าสู่ระบบจะถูกเก็บไว้ภายในบล็อกเชน

ฟังก์ชันที่สำคัญของระบบแบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่การอัปโหลดข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล และการดาวน์โหลดข้อมูล

จากรูปที่ 6 คือหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการอัปโหลดข้อมูล โดยผู้ใช้งานจะทำการอัปโหลดไฟล์ผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น เมื่อไฟล์ถูกอัปโหลดไปถึงเซิร์ฟเวอร์ เซิร์ฟเวอร์จะทำการสร้างทรานแซคชั่นที่เก็บข้อมูลแฮชหรือความเป็นต้นฉบับของไฟล์ที่ทำการอัปโหลด โดยทรานแซคชั่นจะถูกส่งไปเก็บในบล็อกเชนของระบบ

รูปที่ 6 หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการอัปโหลด

จากรูปที่ 7 คือหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการตรวจสอบข้อมูล โดยผู้ใช้งานจะทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบความเป็นต้นฉบับผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นดังรูปที่ 7 หลังจากเลือกไฟล์ดังกล่าว ระบบจะทำการคำนวนค่าแฮชหรือความเป็นต้นฉบับของไฟล์เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ภายในบล็อกเชน และรายงานผลลัพธ์ที่ได้ผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นดังรูปที่ 8

รูปที่ 7 หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการตรวจสอบ

รูปที่ 8 หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นรายงานผลลัพธ์การตรวจสอบ

จากรูปที่ 9 คือหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการดาวน์โหลดข้อมูล โดยผู้ใช้งานจะทำการดาวน์โหลดไฟล์ผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น ระบบจะทำการตรวจสอบความเป็นต้นฉบับของไฟล์ที่ผู้ใช้งานต้องการจะดาวน์โหลด หากไฟล์ดังกล่าวเป็นต้นฉบับจริง ระบบจะยินยอมให้เกิดการส่งไฟล์ดังกล่าวกับผู้ใช้งาน แต่หากไฟล์ดังกล่าวไม่เป็นต้นฉบับจริง ระบบจะไม่ยินยอมให้เกิดการดาวน์โหลดไฟล์ดังกล่าวดังรูปที่ 10

รูปที่ 9 หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นในการดาวน์โหลด

รูปที่ 10 ผลลัพธ์เมื่อไฟล์ที่ต้องการดาวน์โหลดไม่เป็นต้นฉบับจริง

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ในการอัปโหลดไฟล์ สามารถอัปโหลดได้เพียงครั้งละหนึ่งไฟล์เท่านั้น

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 วิธีการทำการทดสอบ

การทดสอบขนาดไฟล์ที่ทำการอัปโหลด โดยในการทดสอบขนาดไฟล์ที่สามารถทำการอัปโหลด ได้มีการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง ในแต่ละครั้งนำไฟล์ที่มีขนาดแตกต่างกันอัปโหลด วัดระยะเวลาในการอัปโหลด คิดค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการอัปโหลดทั้ง 5 ครั้ง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

4.2.1 ethereum-testrpc เป็นการจำลองบัญชีผู้ใช้งาน Ethereum สำหรับการพัฒนาและทดสอบระบบ โดยจากการที่ผู้ใช้งานจะต้องมีบัญชีผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบ ซึ่งทุกบัญชีผู้ใช้งานจะผูกกับบัญชีผู้ใช้งาน Ethereum เพียงบัญชีเดียว หมายความว่าทุกการอัปโหลดของทุกบัญชีผู้ใช้งาน ทรานแซคชั่นทั้งหมดที่ถูกสร้างและนำเข้าสู่บล็อกเชนจะมาจากบัญชีผู้ใช้งาน Ethereum เพียงบัญชีเดียว

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบขนาดไฟล์ที่สามารถทำการอัปโหลด

ขนาดไฟล์ (MB)	เวลาในการอัปโหลด (s)	ผลสำเร็จ
6.1	2.23	สำเร็จ
10.6	3.11	สำเร็จ
27.2	4.37	สำเร็จ
61.6	57.07	สำเร็จ
113.4	125.11	สำเร็จ
190.2	167.52	ไม่สำเร็จ

4.2.2 ข้อมูลประเภท jpg หรือ png ที่มีขนาด 6.1 MB, 10.6 MB, 27.2MB, 61.6 MB, 113.4 MB และ 190.2 MB

4.2.3 คอมพิวเตอร์พกพา ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์และเชื่อมต่อกับ ethereum-testrpc

4.3 ผลการทดสอบและวิจารณ์

จากผลการทดสอบขนาดไฟล์ที่สามารถรองรับในการอัปโหลดเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ และเวลาที่ทำการอัปโหลดในตารางที่ 1 พบว่าขนาดไฟล์ที่มากที่สุดที่สามารถอัปโหลดเข้าสู่ระบบคือประมาณ 100 MB

เมื่อขนาดไฟล์มากกว่า 100 MB การอัปโหลดไฟล์เข้าสู่ระบบเริ่มใช้เวลามากขึ้นในการนำไฟล์เข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ แต่ปัญหาที่พบคือเมื่อไฟล์มีขนาดมาก บัฟเฟอร์ที่รองรับในขณะที่เซิร์ฟเวอร์ทำการอ่านไฟล์จะไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถคำนวณค่าแฮชหรือค่าความเป็นต้นฉบับได้สำเร็จ ซึ่งปัญหาที่พบ เกิดข้อบกพร่องมาจากการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ยังไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะรองรับภาระงานมหาศาลได้

5. สรุป

ระบบสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รวมถึงเพิ่มความมั่นใจในการเก็บข้อมูลในโลกดิจิทัล แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดไฟล์ที่สามารถอัปโหลด และความเร็วในการอัปโหลดหรือดาวน์โหลดไฟล์ที่มาขนาดใหญ่ ทั้งนี้ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจะถูกนำมาพัฒนาและต่อยอดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

[1] What is Blockchain Technology ?. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/ (สืบค้นวันที่ 9 พฤศจิกายน 2560).

[2] How does Ethereum work, anyway ?. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://medium.com/@preethikasireddy/how-does-ethereum-work-anyway-22d1df506369 (สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2560).

[3] Full Stack Hello World Voting Ethereum Dapp Tutorial—Part 1 [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://medium.com/@mvmurthy/full-stack-hello-world-voting-ethereum-dapp-tutorial-part-1-40d2d0d807c2 (สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2561).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบจัดการการทดสอบความสามารถการประสานสัมพันธ์กลไกการเคลื่อนไหวทางการกีฬา

System Management for Coordination Motor Ability Test in Sports

ภารุจ สิงหพันธุ์[1], อนันต์ ผลเพิ่ม[1], ชัยพร ใจแก้ว[1], ณัฐิกา เพ็งลี[2], นาทรพี ผลใหญ่[2], วิชาญ มะวิญธร[2], ฮาดีย์ เปาะมา[2], ศิราเมษฐ์ ม่วงสุวรรณ์[2] , อภิรักษ์ จันทร์สร้าง[1]*

[1]ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: parut.s@ku.th, { anan.p, chaiporn.j, fedunkp, fedunppy, feduwcm}@ku.ac.th, beendeepm@gmail.com, halis_ohm@hotmail.com, aphirak.j@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

ระบบจัดการการทดสอบความสามารถการประสานสัมพันธ์กลไกการเคลื่อนไหวทางการกีฬาเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ช่วยในการประเมินศักยภาพของนักกีฬาในด้านการประสานสัมพันธ์ ความแม่นยำและความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกาย โดยการนำหลักการการเคลื่อนไหวกับตารางเก้าช่องมาใช้ในการออกแบบแผ่นตารางเก้าช่องให้สามารถรับและส่งข้อมูลจากการเหยียบบนแผ่นตารางเก้าช่องไปยังโหนด และส่งต่อไปยังอินเตอร์เน็ต จากการทดสอบระบบเปรียบเทียบกับวิดีโอที่บันทึกขณะทดสอบพบว่าผลความแม่นยำคลาดเคลื่อนเพียง 3.19% ในขณะที่การนับด้วยสายตาคาดเคลื่อนถึง 10.80% อีกทั้งยังไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการเหยียบบนจุดที่กำหนดไว้อย่างแม่นยำได้

Abstract

System management for coordination motor ability test in sports is an application designed to evaluate and improve athletes' body coordination, precision, and movement. The system adopts the nine-square principle by designing an actual physical nine-square pad that senses and records an athlete's stepping movements to the data collection node, then uploads them to the Internet. The result shows that the system has the average error of 3.19% from results using video playback, while visual examination by human gives the error of 10.80%. In addition, visual examination is incapable of accurately judging the correctness of the stepping positions performed by the athlete

1. บทนำ

มนุษย์มีมิติการเคลื่อนไหวหลักๆ อยู่ 3 มิติ ได้แก่ หน้า – หลัง, ซ้าย - ขวา และ บน - ล่าง แต่จะเห็นว่าทุกคนมักเสียหลักตอนถอยหลังและด้านข้าง เป็นเพราะว่า สมองส่วนนี้ไม่ได้ถูกฝึกการใช้งานให้เกิดความเคยชินตารางเก้าช่องจึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบโจทย์ในการฝึกร่างกายให้เคยชินกับการเคลื่อนไหวในมิติต่างๆ รวมไปถึงต่อยอดสู่การพัฒนาสมอง[1]โดย รศ.เจริญ กระบวนรัตน์ ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา เป็นผู้คิดค้นในสมัยที่ดำรงตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตารางเก้าช่องจึงถูกนำมาใช้กับนักกีฬาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อพัฒนาให้นักกีฬามีศักยภาพการตอบสนองของร่างกายที่รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น แต่ในปัจจุบันวิธีการวัดผลคือการนับด้วยสายตาซึ่งมีโอกาสผิดพลาดสูงทั้งด้านการนับก้าว และการตรวจสอบตำแหน่งเท้า จึงทำให้เกิดเป็นระบบนี้ขึ้นมาเพื่อที่จะเก็บข้อมูลก้าวแบบอัตโนมัติ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำแบบอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ให้สามารถประเมินศักยภาพของนักกีฬาได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

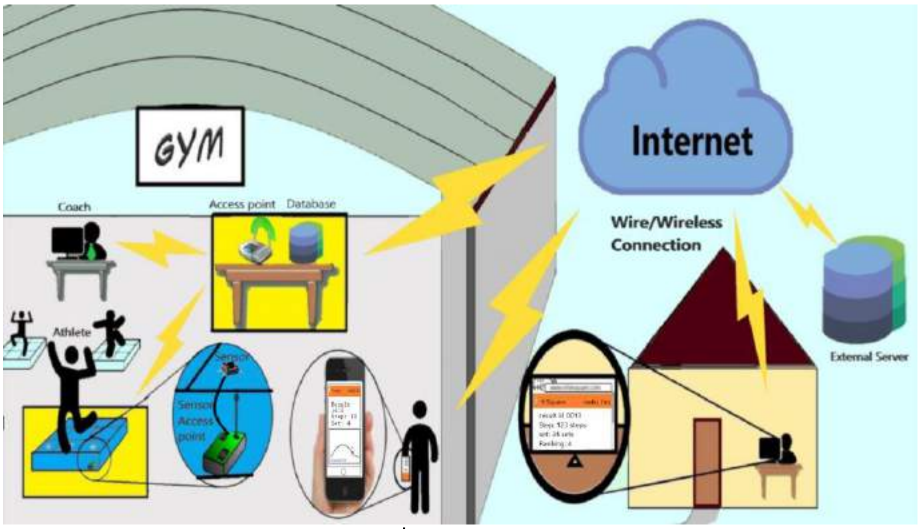
2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) การออกกำลังกายแบบตารางเก้าช่องเดิม [2] เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกร่างกาย มีข้อจำกัดในการเก็บค่าที่ยังไม่แม่นยำเนื่องจากการนับก้าวยังใช้สายตาซึ่งมีโอกาสพบข้อผิดพลาดรวมไปถึงยังไม่มีการบันทึกผลการทดลองในอุปกรณ์แผ่นเกมเต้นที่พบเห็นได้ทั่วไปตามห้างสรรพสินค้า[3] ซึ่งมีเก้าช่องเช่นเดียวกับตารางเก้าช่อง และสามารถเก็บค่าการเหยียบและส่งข้อมูลได้ แต่ยังมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถแยกแยะเท้าซ้ายและขวาได้ รวมไปถึงไม่สามารถตรวจสอบการเหยียบช่องเดิมโดยใช้เท้าทั้งสองได้

2) MQTT protocol [4] เป็นโปรโตคอลที่ใช้ TCP/IP ในการส่งข้อมูลที่มีโอเวอร์เฮดขนาดเล็กคือ 2 ไบต์เพื่อทำให้สามารถส่งข้อมูลได้โดยใช้แบนด์วิดท์ต่ำและเป็นระบบที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ one-to-many

3.รายละเอียดการพัฒนา

ชุดอุปกรณ์นี้ใช้ภาษา C++ ในการสร้างโปรแกรมบนโหนดส่งข้อมูล และใช้ภาษา JavaScript ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และมีสวิตซ์กดติดปล่อยดับติดตั้งอยู่ภายใต้ช่องแต่ละช่องของตารางโดยจะใช้ MQTT ในการส่งข้อมูลที่รับมาจากสวิตซ์ไปจัดเก็บยังฐานข้อมูลท้องถิ่นและออนไลน์เพื่อให้ผู้ใช้เรียกดูข้อมูลได้ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน



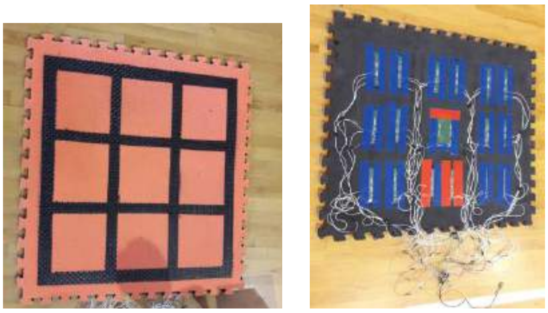
รูปที่ 1 ภาพรวมระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบนี้เป็นระบบที่สามารถตรวจสอบและวัดผลการทดสอบของนักกีฬาด้วยตารางเก้าช่องดังรูปที่ 1 รวมไปถึงการบันทึกผลและแสดงผลในรูปแบบต่างๆเช่นกราฟ และการจัดอันดับ เป็นต้นโดยข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจะออกมาในรูปแบบของการเหยียบลงตำแหน่ง (Step) และวงรอบ (Set) โดยระบบนี้จะนำอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไปติดไว้ที่ใต้แผ่นตารางเก้าช่องเพื่อให้เซ็นเซอร์ส่งข้อมูลผ่าน MQTT

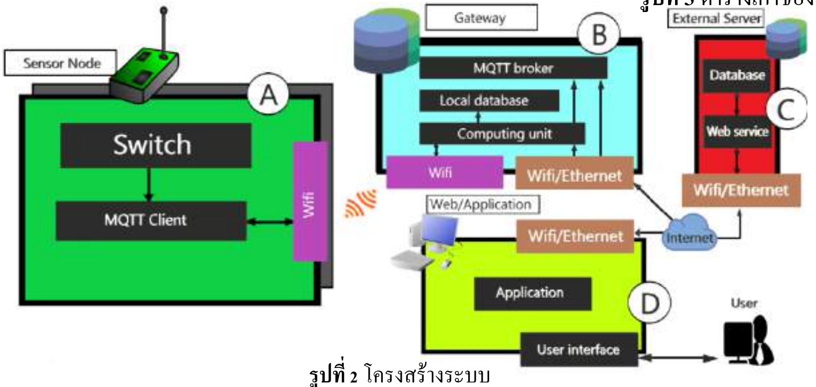
3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบนี้แบ่งออกเป็นสี่ส่วนหลักๆคือ ส่วน D ซอฟต์แวร์สำหรับผู้ใช้งานเป็นส่วนของแอปพลิเคชันการออกคำสั่งและแสดงผลต่างๆดังรูปที่ 2 ซึ่งใช้ได้ทั้งผู้คุมการฝึกและตัวนักกีฬาประกอบไปด้วย 4 ระบบย่อย1) ระบบลงทะเบียน (Authentication module) 2) ระบบทดสอบ (Test module) 3) ระบบเก็บประวัติ (History module) 4) ระบบเปรียบเทียบและแสดงผลการทดสอบ (Ranking module) ส่วน B ซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์บริเวณตำแหน่งทดสอบเป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ทำการลงโปรแกรมเอาไว้ ดังรูปที่ 2 ประกอบไปด้วย 3 ระบบย่อย 1) ระบบส่งข้อมูลตำแหน่งการเหยียบ (Positioning module) 2) ระบบประมวลผล (Processing module) 3) ระบบจัดเก็บข้อมูล (Storage module) เป็นระบบที่ใช้จัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแล้วจัดเก็บไว้บนฐานข้อมูลทั้งแบบภายในจะใช้ MongoDB ส่วน C ฐานข้อมูลออนไลน์ที่ไว้ใช้เก็บข้อมูลแบบออนไลน์และทำการส่งข้อมูลกลับมายังผู้ใช้งานหากมีการเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งจะใช้ Firebase ส่วน A แผ่นตารางเก้าช่องในรูปที่ 3(ก) ทำการออกแบบโดยนำสวิตซ์กดติดปล่อยดับติดตั้งไว้ใต้ช่องแต่ละช่องของแผ่นตารางดังรูปที่ 3(ข) แล้วทำการโยงสายออกมายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการส่งข้อมูลผ่านวายฟายไปยังเกตเวย์ดังรูปที่ 2 เพื่อให้เกตเวย์ประมวลผล เก็บข้อมูล และส่งข้อมูลต่อไป



(ก) ตารางเก้าช่องด้านหน้า (ข) ตารางเก้าช่องด้านหลัง

รูปที่ 3 ตารางเก้าช่อง



รูปที่ 2 โครงสร้างระบบ

เมื่อรวมกันตามโครงสร้างระบบแล้วจะได้เป็นอุปกรณ์รวมดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบต้องสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายท้องถิ่นได้ เพื่อให้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์สามารถส่งผ่านวายฟายมายังหน่วยประมวลผล

4.การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นได้นำไปทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้จริงโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบระบบได้ทำการทดสอบที่สำนักการกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้นักกีฬา 3 คน ผู้คุมการทดสอบ 1 คน คนนับ 2 คน ผู้บันทึกวิดีโอ 1 คน

4.2 รูปแบบการทดสอบ

ในการทดสอบจะมีการแบ่งให้มีความเร็วในการทดสอบที่ต่างกัน และมีผู้ทดสอบที่ต่างกัน เพื่อทำการทดสอบข้อจำกัด และประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เทียบกับการบันทึกแบบเดิมที่ใช้คนนับโดยจะใช้ท่าการทดสอบแบบมาตราฐานแบบย่ำอยู่กับที่[5] ขณะทำการทดสอบมีการบันทึกวิดีโอเพื่อมาตรวจสอบยืนยันกับผลลัพธ์ที่ได้จากการนับด้วยคน และจากการนับด้วยระบบ

4.3 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบแบบแยกส่วนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย

1. ทดสอบการทำงานเว็บไซต์

ทดสอบโดยทั้งส่วนของผู้ใช้ทั่วไปซึ่งมีฟังก์ชันดังนี้ 1) ฟังก์ชันการลงชื่อเข้าใช้ 2) ฟังก์ชันการจองอุปกรณ์ต่างๆในแต่ละสถานที่สอบ 3) ฟังก์ชันตรวจสอบประวัติของตนเอง 4) ฟังก์ชันเปรียบเทียบ และจัดลำดับของตัวผู้ใช้เทียบกับผู้ทดสอบในสถานที่ และช่วงเวลาเดียวกันดังเช่น รูปที่ 5(ก) และ 5(ข)

(ก) ฟังก์ชันประวัติ (ข) ฟังก์ชันการจอง

รูปที่ 5 การทดสอบการทำงานเว็บไซต์ของผู้ใช้ทั่วไป

และส่วนของผู้คุมการทดสอบซึ่งมีฟังก์ชันดังนี้ 1) ฟังก์ชันเพิ่มลดจำนวนสถานที่ทดสอบ อุปกรณ์ 2) ฟังก์ชันการออกแบบรูปแบบการเล่น 3) ฟังก์ชันการจองอุปกรณ์ให้ผู้ใช้โดยตรง 4) ฟังก์ชันการควมคุมการทำงานของสถานที่ทดสอบ 5) ฟังก์ชันตรวจสอบประวัติผู้ทดสอบทุกคนในแต่ละครั้งการทดสอบ ดังเช่นในรูปที่ 6(ก) และ 6(ข) ซึ่งผลการทดสอบทั้งหมดเป็นไปได้อย่างถูกต้อง

(ก) ฟังก์ชันรูปแบบ (ข) ฟังก์ชันควบคุมการทำงาน

รูปที่ 6 การทดสอบการทำงานเว็บไซต์ของผู้คุมการทดสอบ

2. การทดสอบเสมือนการทดสอบจริง

ทดสอบโดยเสมือนเริ่มการทดสอบจริงๆโดยให้ผู้นับรอคำสั่งผู้คุมการทดสอบทำการสั่งเริ่มจากทางเว็บไซต์ในโทรศัพท์ และเมื่อผู้คุมการทดสอบสั่งเริ่มให้ผู้วัดการทดสอบด้วยสายตาเริ่มนับแล้วให้กลุ่มเป้าหมายทำการทดสอบด้วยท่าพื้นฐานท่าย่ำอยู่กับที่ ภายใน 10 วินาทีและเมื่อการทดสอบเสร็จสิ้นจึงตรวจสอบผลลัพธ์โดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากคนนับ และผลลัพธ์ที่ได้จากระบบมาทำการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการบันทึกวิดีโอแล้วทำการตรวจสอบภาพช้าอย่างละเอียดแบบก้าวต่อก้าวเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดซึ่งในการทดสอบเป็นการทดสอบท่าพื้นฐานท่าย่ำอยู่กับที่ดังรูปที่ 7 โดยทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ถึง 5 จะให้ผู้ทดสอบคนที่หนึ่ง

รูปที่ 7 การทดสอบท่าย่ำอยู่กับที่

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์การทดสอบ

ครั้งที่ทดสอบ	จาก VDO (ก้าว)	คนนับ คนที่ 1 (ก้าว)	คนนับ คนที่ 2 (ก้าว)	นับด้วยระบบ (ก้าว)
1	70	57	63	76
2	64	62	62	68
3	72	64	71	82
4	77	71	77	77
5	62	72	69	60
6	53	54	45	53
7	63	53	58	63
8	79	71	57	79
9	81	67	55	81
10	76	72	76	76
ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)	-	10.71	10.87	3.19

ครั้งที่ 6 และ 7 ใช้ผู้ทดสอบคนที่สอง ครั้งที่ 8 9 และ 10 ใช้ผู้ทดสอบคนที่สามโดยจะได้ผลลัพธ์การทดสอบดังตารางที่ 1 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากคนนับนั้นจะนับทุกก้าวที่เหยียบโดยไม่สามารถแยกแยะได้ว่าเหยียบตรงช่องหรือไม่ซึ่งอาจส่งผลให้นับได้ใกล้เคียงมากขึ้นหรือน้อยลงกับความถูกต้องได้เช่น ในครั้งที่ 6 ผู้นับคนที่ 2 นับได้ 45 ก้าวซึ่งการนับด้วยตานี้ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าเหยียบตรงหรือไม่จึงเทียบกับจำนวนก้าวที่นับจากวิดีโอโดยไม่ตัดครั้งที่ผิดออกซึ่งควรจะนับได้ 59 ก้าวคือผิดพลาด 23.73 % แต่เมื่อตัดครั้งที่ผิดแล้วเทียบกับจำนวนครั้งที่ถูกคือ 53 ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดกลับลดลงเหลือ 15.09% และอย่างเช่นในครั้งที่ 9 ซึ่งไม่เกิดการเหยียบผิดเลยจำนวนก้าวที่ถูกต้องคือ 81 ก้าวแต่ผู้นับคนที่สองนับได้ 55 ก้าวเมื่อไม่มีความผิดพลาดทำให้ความผิดพลาดเมื่อเทียบกับวิดีโอและความผิดพลาดจริงไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งอยู่ที่ 31.25 % และจากการทดลองทั้งหมดให้ผลสุดท้ายว่าการนับด้วยคน คนที่ 1 ให้ความผิดพลาดเฉลี่ย 10.71% คนที่ 2ให้ความผิดพลาดเฉลี่ย 10.87% และการนับด้วยระบบให้ความผิดพลาดเฉลี่ย 3.19%

5. บทสรุป

จากการทดลองให้ผลสรุปได้ว่าการนับด้วยสายตาแบบเดิมให้ข้อผิดพลาดที่สูงกว่า และไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องในการก้าวได้เนื่องจากทำได้เพียงนับครั้งการก้าวซึ่งการนับด้วยระบบสามารถทำได้ดีกว่าและให้ข้อผิดพลาดที่ต่ำกว่าคือ จากการนับด้วยคนให้ข้อผิดพลาดเฉลี่ย 10.80% ซึ่งการนับด้วยระบบให้ข้อผิดพลาดอยู่ที่ 3.19 % และจากการทดสอบจากผู้ทดสอบมากกว่าหนึ่งคนให้ผลลัพธ์จากระบบมีความถูกต้องที่ไม่แตกต่างกันมากนักถึงแม้แต่ละคนจะมีความเร็วช้าต่างกันก็ตามซึ่งต่างจากการนับด้วยสายตาที่ยิ่งผู้ทดสอบมีความเร็วมากอัตราความผิดพลาดจะสูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร. เจริญ กระบวนรัตน์ ศูนย์พัฒนาสุขภาพและทักษะกลไกการเคลื่อนไหว คณะศึกษาศาสตร์ บุคลากรประจำ ศูนย์ นิสิตปริญญาโท และนักกีฬาของภาควิชา พละศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งโครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี และการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20: NSC 2018ที่สนับสนุนด้านงบประมาณ รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำสั่งสอนเสมอมา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] "ม.เกษตร คิดค้น "ตารางเก้าช่อง" ฝึกทักษะสมอง" [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 23 เมษายน 2561 http://www.ku.ac.th/kunews/box9.html

[2] "ตารางเก้าช่อง" [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561 https://research.rdi.ku.ac.th/forest/Person.aspx?id=240482

[3] "แผ่นเกมเต้น Dance pad" [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561 https://en.wikipedia.org/wiki/Dance_pad

[4] "MQTT protocol" [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 23 เมษายน 2561 https://www.ibm.com/developerworks/library/ws-mqtt/

[5] "รายละเอียดในการฝึกท่าพื้นฐานของตาราง 9 ช่อง" [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 23 เมษายน 2561 http://www.thaihealth.or.th

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ควอเดรเจอร์ 4 เฟส โดยใช้ CDCTAs ที่ควบคุมด้วยกระแส
Four-Phase Sinusoidal Quadrature Oscillator Using CDCTAs with Current Control

จรินทร์ศักดิ์ แซ่เตียว[1], ศักดิ์สิทธิ์ สุ่มมาตย์[2] และ จักรวัฒน์ บุตรบุญชู[3]
[1,2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-336371 E-mail: charinsak.sa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ควอเดรเจอร์โหมดกระแส 4 เฟส โดยใช้ CDCTA วงจรที่นำเสนอประกอบด้วยอุปกรณ์แอกทีฟ 2 ตัวต่อร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์อีก 2 ตัว ซึ่งเงื่อนไขและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณสามารถปรับด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยปราศจากผลกระทบต่อกัน นอกจากนี้การใช้ขาเอาต์พุตของ CDCTA ยังส่งผลให้อิมพีแดนซ์ทางเอาต์พุตของวงจรกำเนิดสัญญาณมีค่าสูงเหมาะที่จะนำไปต่อใช้งานในโหมดกระแส รวมทั้งวงจรที่นำเสนอใช้เพียงตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์จึงเหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นวงจรรวม จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่า ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับที่วิเคราะห์ไว้ในทางทฤษฎี

คำสำคัญ: โหมดกระแส, วงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอเดรเจอร์, CDCTA

Abstract

This article presents a four-phase current-mode quadrature oscillator based on current differencing cascaded transconductance amplifier (CDCTA). The oscillator consists of 2 CDCTAs and 2 grounded capacitors. In addition, the condition and frequency of oscillation can be adjusted by electronic method with non-interactive dual current control. The circuit used output ports of CDCTAs, then the circuit have high output impedance appropriate for cascade connection in current mode. Moreover, the proposed circuit uses only grounded capacitor which is appropriate for further developing into an integrated circuit. The results of PSPICE simulation program are corresponding to the theoretical analysis.

Keywords: Current-mode, Quadrature Oscillator, CDCTA

1. บทนำ

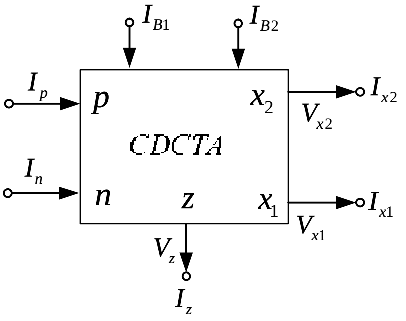
วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ เป็นวงจรที่มีความสำคัญในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้นำไปใช้งานในด้านต่างๆ เช่น ในระบบสื่อสาร การประมวลผลสัญญาณ และระบบเครื่องมือวัด เป็นต้น วงจรกำเนิดสัญญาณอีกประเภทหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งาน ก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์แบบควอเดรเจอร์ วงจรกำเนิดสัญญาณประเภทนี้ จะสามารถให้สัญญาณทางด้านเอาต์พุตที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา ซึ่งจะเรียกสัญญาณดังกล่าวว่า สัญญาณควอเดรเจอร์ (Quadrature Signal) ตัวอย่างการนำไปใช้งาน เช่น การมอดูเลตสัญญาณแบบไซด์แบนด์เดี่ยว (single side band; SSB) และการผสมสัญญาณแบบควอเดรเจอร์ [1] ดังนั้นในช่วงที่ผ่านมา จึงมีผู้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณควอเดรเจอร์ออกมาเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เทคนิคที่นิยมใช้ คือ การสังเคราะห์และออกแบบวงจรในโหมดกระแส เนื่องจากทำให้ได้ข้อดีหลายประการ เช่น มีแบนด์วิธต์กว้าง มีความเป็นเชิงเส้นสูง มีค่าพิสัยพลวัตกว้าง และวงจรไม่ซับซ้อนเมื่อเทียบกับวงจรที่ทำงานในโหมดแรงดัน [2]

จากการสำรวจผลงานวิจัยในช่วงที่ผ่านมาเกี่ยวกับการสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์โดยการใช้อุปกรณ์แอกทีฟ (Active Building Block) พบว่า วงจรที่นำเสนอยังมีข้อด้อยหลายประการ ตัวอย่าง เช่น มีการต่อตัวต้านทานภายนอก [3-5] วงจรมีการต่อตัวเก็บประจุแบบลอย [4] ซึ่งทำให้วงจรที่ออกแบบไม่เหมาะในการนำมาสร้างเป็นวงจรรวม รวมทั้งวงจรที่นำเสนอมีเงื่อนไขและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณที่ไม่สามารถควบคุมด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ [4] นอกจากนี้การปรับเงื่อนไขเพื่อให้วงจรสามารถกำเนิดสัญญาณไซน์ทางเอาต์พุตยังไม่อิสระปราศจากผลกระทบต่อความถี่ในการกำเนิดสัญญาณ [4-9] ส่งผลให้การกำหนดความถี่ของวงจรทำได้ยาก บางวงจรที่นำเสนอ มีอิมพีแดนซ์ทางด้านเอาต์พุตต่ำ [9]

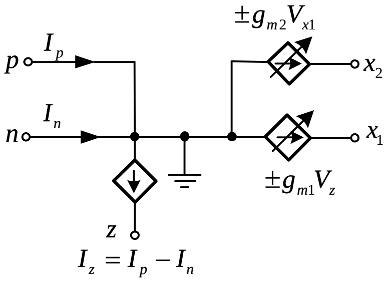
2. หลักการทำงานของ CDCTA

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง CDCTA (Current Differencing Cascaded Transconductance Amplifier) พอสังเขป เนื่องด้วยเป็นอุปกรณ์แอกทีฟหลักที่นำมาใช้ในวงจร CDCTA ถูกนำเสนอในปี ค.ศ. 2013 [8] เป็นอุปกรณ์แอกทีฟสมัยใหม่ที่ นิยมนำมาใช้เพื่อออกแบบวงจรในโหมดกระแส สัญลักษณ์และวงจรสมมูลแสดงได้ดังรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ส่วนรูปที่ 3 จะเป็นวงจรภายในที่ออกแบบด้วยมอสทรานซิสเตอร์ ความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันแสดงได้ดังสมการที่ (1)



รูปที่ 1 สัญลักษณ์ของ CDCTA



รูปที่ 2 วงจรสมมูลของ CDCTA

$$\begin{bmatrix} I_z \\ I_{x1}, I_{x1c} \\ I_{x2}, I_{x2c} \\ V_{x2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{m1} & 0 \\ 1 & 0 & 0 & g_{m2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ I_n \\ V_z \\ V_{x1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

g_{m1} และ g_{m2} คือ ค่าความนำถ่ายโอน (Transconductance) สามารถปรับค่าได้ด้วยกระแสไบแอสภายนอก I_{B1} และ I_{B2} ตามลำดับ ค่าความนำถ่ายโอนของ CDCTA ที่สร้างจากมอสทรานซิสเตอร์หาได้ดังนี้

$$g_{m1} = \sqrt{m_n C_{ox} \left[\frac{W}{L}\right]_{11,12} I_{B1}} \quad (2)$$

และ

$$g_{m2} = \sqrt{m_n C_{ox} \left[\frac{W}{L}\right]_{23,24} I_{B2}} \quad (3)$$

เมื่อ m_n คือ ค่าความคล่องผิว (Channel Mobility), C_{ox} คือ ค่าประจุที่เกิดจากความหนาของออกไซด์ที่แชนแนล (Oxide Capacitance), W คือ ความกว้างของแชนแนล (Effective Channel Width) และ L คือ ความยาวของแชนแนล (Effective Channel Length)

3. วงจรกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอ

วงจรกำเนิดสัญญาณควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่ได้นำเสนอจะใช้ CDCTA จำนวน 2 ตัว และ ตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวน์ด์อีก 2 ตัว แสดงดังรูปที่ 4 จากวงจรในรูปที่ 4 สามารถเขียนสมการคุณลักษณะสมบัติ (Characteristic Equation) ได้เป็น

$$s^2 + s g_{m1} \frac{g_{m3} - g_{m4}}{g_{m3} C_1} + \frac{g_{m1} g_{m2}}{C_1 C_2} = 0 \quad (4)$$

จากสมการที่ (4) จะเขียนสมการเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้ดังสมการที่ (5) และ (6) ตามลำดับ

$$g_{m3} = g_{m4} \quad (5)$$

และ

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g_{m1} g_{m2}}{C_1 C_2}} \quad (6)$$

แทนค่า g_{m1} และ g_{m2} จากสมการ (1) และ (2) ลงสมการที่ (5) และ (6) จะได้สมการเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณดังสมการที่ (7) และ (8) ตามลำดับ

$$I_{B3} = I_{B4} \quad (7)$$

และ

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\mu_n C_{ox} \left[\frac{W}{L}\right] \left(\frac{I_{B1} I_{B2}}{C_1 C_2}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (8)$$

ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนกระแสทางด้านเอาต์พุต สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (9) ถึง (12) ตามลำดับ

$$\frac{i_{o3}(s)}{i_{o1}(s)} = -\frac{g_{m2}}{sC_2} \quad (9)$$

$$\frac{i_{o4}(s)}{i_{o1}(s)} = \frac{g_{m2}}{sC_2} \quad (10)$$

$$\frac{i_{o3}(s)}{i_{o2}(s)} = \frac{g_{m2}}{sC_2} \quad (11)$$

และ

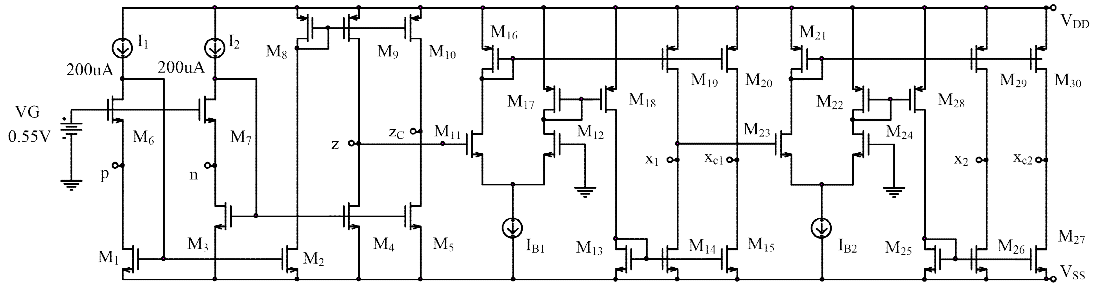
$$\frac{i_{o4}(s)}{i_{o2}(s)} = -\frac{g_{m2}}{sC_2} \quad (12)$$

ในสภาวะคงตัวของสัญญาณไซน์สมการที่ (9) ถึง (12) สามารถเขียนได้ใหม่ดังนี้

$$\frac{i_{o3}(j\omega)}{i_{o1}(j\omega)} = j\frac{g_{m2}}{\omega_{osc} C_2} \quad (13)$$

$$\frac{i_{o4}(j\omega)}{i_{o1}(j\omega)} = -j\frac{g_{m2}}{\omega_{osc} C_2} \quad (14)$$

$$\frac{i_{o3}(j\omega)}{i_{o2}(j\omega)} = -j\frac{g_{m2}}{\omega_{osc} C_2} \quad (15)$$

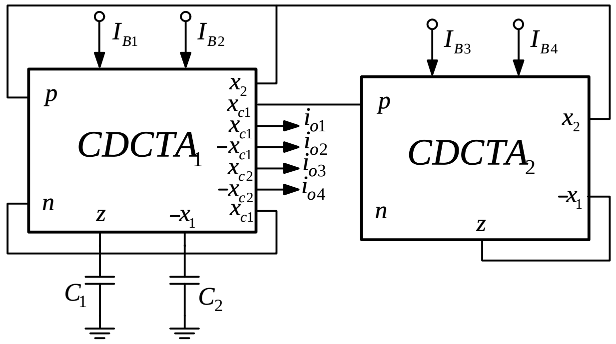


รูปที่ 3 วงจรภายในของ CDCTA

และ

$$\frac{i_{o4}(j\omega)}{i_{o2}(j\omega)} = j\frac{g_{m2}}{\omega_{osc}C_2} \quad (16)$$

จากสมการที่ (13) ถึง (16) จะเห็นได้ว่าวงจรที่นำเสนอสามารถกำเนิดสัญญาณไซน์แบบควอเดรเจอร์โหมดกระแส 4 เฟสทางด้านเอาต์พุตได้



รูปที่ 4 วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์โหมดกระแส 4 เฟส

ตารางที่ 1 อัตราส่วน W/L ของทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในการจำลอง

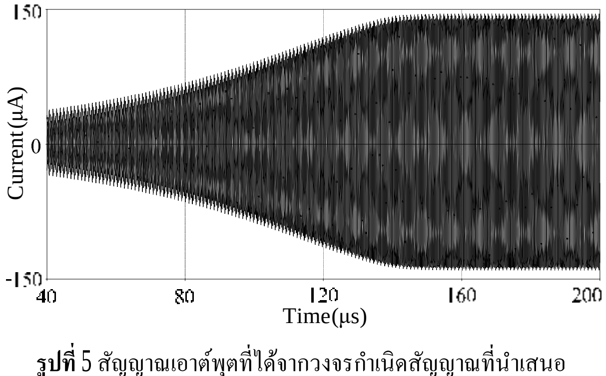
ทรานซิสเตอร์	W (μm)	L (μm)
M1-M10	20	1
M11-M12, M23-M24	40	1
M16, M21	5	1
M17, M22	5.35	1
M13-M15, M18-M20, M25-M30	6	1

4. ผลจำลองการทำงาน

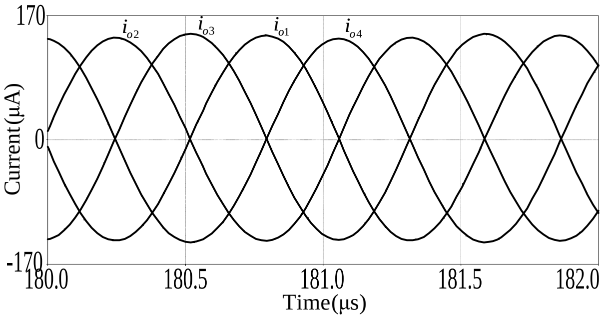
ในหัวข้อนี้จะเป็นการทดสอบสมรรถนะของวงจรกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอในรูปที่ 4 ด้วยโปรแกรม PSPICE ซึ่งจะใช้โครงสร้างภายในของ CDCTA ดังรูปที่ 3 ส่วนทรานซิสเตอร์จะใช้เทคโนโลยี 0.35μm TSMC [10] ค่าอัตราส่วน W/L ของทรานซิสเตอร์แสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยแรงดันที่จ่ายให้กับวงจรจะมีค่า ±1.5V ตัวเก็บประจุ $C_1 = C_2 = 0.2nF$ ใช้กระแสไบอัส $I_{B1} = I_{B2} = I_{B3} = 200mA$, และ $I_{B4} = 210mA$ ผลการจำลองในรูปที่ 5 และ 6 แสดงสัญญาณเอาต์พุตในสภาวะชั่วขณะ และสภาวะอยู่ตัวตามลำดับ ส่วนรูปที่ 7 จะเป็นสเปกตรัมความถี่ของสัญญาณ ค่าที่ได้จากการจำลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลจำลองการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอ

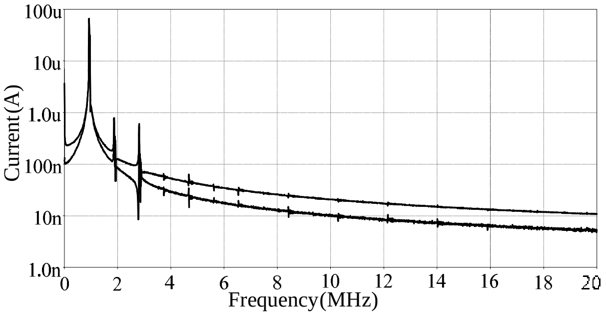
พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการจำลอง
ความถี่ในการกำเนิดสัญญาณ	1.0203 MHz
THD ของสัญญาณ i_{o1}	5.431%
THD ของสัญญาณ i_{o2}	5.289%
THD ของสัญญาณ i_{o3}	1.386%
THD ของสัญญาณ i_{o4}	1.386%
เฟสของสัญญาณ i_{o1}	89.28 องศา
เฟสของสัญญาณ i_{o2}	-90.80 องศา
เฟสของสัญญาณ i_{o3}	179.8 องศา
เฟสของสัญญาณ i_{o4}	-21.53 องศา



รูปที่ 5 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอ



รูปที่ 6 สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะอยู่ตัว



รูปที่ 7 สเปกตรัมของสัญญาณ

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ควอเดรเจอร์โหมดกระแสโดยใช้ CDCTA จำนวน 2 ตัว เป็นอุปกรณ์แอกทีฟหลักร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวด์ วงจรที่นำเสนอมีจุดเด่น คือ สามารถปรับเงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณได้อิสระปราศจากผลกระทบต่อความถี่ในการกำเนิดสัญญาณด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้กำหนดความถี่ของวงจรได้ง่าย รวมทั้งวงจรที่นำเสนอยังสามารถให้สัญญาณควอเดรเจอร์ทางเอาต์พุต 4 เฟส นอกจากนี้การออกแบบวงจรจะหลีกเลี่ยงการต่อตัวเก็บประจุแบบลอย และตัวต้านทาน การทดสอบสมรรถนะของวงจรกำเนิดสัญญาณด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่าวงจรที่สังเคราะห์ขึ้นสามารถกำเนิดสัญญาณไซน์ควอเดรเจอร์โหมดกระแสทางเอาต์พุต 4 เฟส ซึ่งสอดคล้องกับที่วิเคราะห์ด้วยทฤษฎี

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] I.A. Khan, and S. Khawaja, “An integrable gm-C quadrature oscillator,” International Journal of Electronics, vol. 87, no.11, 2000, pp. 1353-1357.

[2] C. Toumazou, F.J. Lidgey, and D.G. Haigh, “Analogue IC design: the current-mode approach”, London: Peter Peregrinus, 1990.

[3] A. Jantakun, “Current-mode quadrature oscillator using CCCCTAs with non-interactive current control for CO, FO and amplitude,” Journal of Microelectronics, Electronic Components and Materials, vol. 45, no. 11, 2015, pp. 47-56.

[4] H.C. Chien, “CDTA and CCCDTA-based mixed-mode single-resistance-controlled sinusoidal oscillators,” Journal of Applied Science and Engineering, vol. 17, no. 4, 2014, pp. 437-446.

[5] H.P. Chen, “Electronically tunable quadrature oscillator using grounded components with current and voltage outputs,” The Scientific World Journal, vol. 2014, 2014, pp. 1-8.

[6] J. Jin, “Resistorless active SIMO universal filter and four-phase quadrature oscillator,” Arabian Journal for Science and Engineering, vol. 39, no. 5, 2014, pp. 3887-3894.

[7] S. Chen, and J. Wang, “Current-mode current-tunable four-phase quadrature oscillator,” Optik - International Journal for Light and Electron Optics, vol. 125, no, 20, 2014, pp. 6227-6230.

[8] J. JIN, and C. WANG, “Current-mode universal filter and quadrature oscillator using CDTAs,” Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, vol. 22, no. 2, 2014, pp. 276-286.

[9] W. Jaikla, and M. Siripruchyanan, “A versatile quadrature oscillator and universal biquad filter using dual-output current controlled current differencing transconductance amplifier,” International Symposium on Communications and Information Technologies, 2006, pp. 1072-1075.

[10] E. Yuce, “On the implementation of the floating simulators employing a single active device,” International Journal of Electronics and Communications (AEU), vol. 61, no. 2, 2007, pp. 453-458.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบการส่งวีดิทัศน์ระยะไกลผ่านช่องสัญญาณที่มีขนาดจำกัด

Bandwidth-constrained Long-Range Video Transmission

สิรภัทร สิริปทุมรัตน์ อนันต์ ผลเพิ่ม ชัยพร ใจแก้ว นนท์ เขียวหวาน อภิรักษ์ จันทร์สร้าง*

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ ฯ 10900 โทร. 0-2797-0999 ต่อ 1403-04 1450

siraphat.si@ku.th, {chaiporn.j, aphirak.j, anan.p}@ku.ac.th, nont62@gmail.com

บทคัดย่อ

การเก็บข้อมูลภาพถ่ายและภาพวีดีทัศน์จากป่ากลับมาในปัจจุบันจะเป็นการทำโดยให้เจ้าหน้าที่เดินทางเข้าไปในเขตป่า และนำข้อมูลดังกล่าวออกมาด้วยตนเอง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3-15 วัน เนื่องจากในเขตป่าไม่มีสัญญาณโทรศัพท์มือถือ รวมถึงสัญญาณอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดความล่าช้าของข้อมูล และเจ้าหน้าที่อาจเกิดความเสี่ยงในการเดินทางเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นจากสัตว์ป่า หรือผู้ที่บุกรุกเข้ามาในป่าที่ต้องการจะเข้ามาล่าสัตว์ป่า หรือตัดไม้ทำลายป่า งานวิจัย นี้ขอเสนอระบบการส่งวีดีทัศน์ระยะไกลผ่านช่องสัญญาณที่มีขนาดจำกัด ซึ่งประกอบด้วยโหนดส่งข้อมูล, อุปกรณ์เกตเวย์ และระบบแจ้งเตือนเมื่อมีภาพถ่ายถูกส่งเข้ามา โหนดส่งข้อมูลจะถูกติดตั้งอยู่กับกล้องแต่ละตัว ในบริเวณเขตป่า เพื่อทำการส่งข้อมูลกลับมาผ่านคลื่นสัญญาณ LoRa กลับมายังศูนย์ควบคุมของเจ้าหน้าที่ โดยการทดสอบเบื้องต้นนี้เป็นการทดสอบส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณเดียว ระบบได้รับวีดีทัศน์มา จะทำการตัดเป็นภาพถ่าย แบ่งชิ้นส่วนภาพถ่ายดังกล่าว และสามารถส่งไปยังปลายทางได้

คำสำคัญ: คลื่นสัญญาณ LoRa, คลื่นสัญญาณที่มีขนาดจำกัด, ระบบสื่อสารระยะไกล, กล้องถ่ายภาพสัตว์ป่า

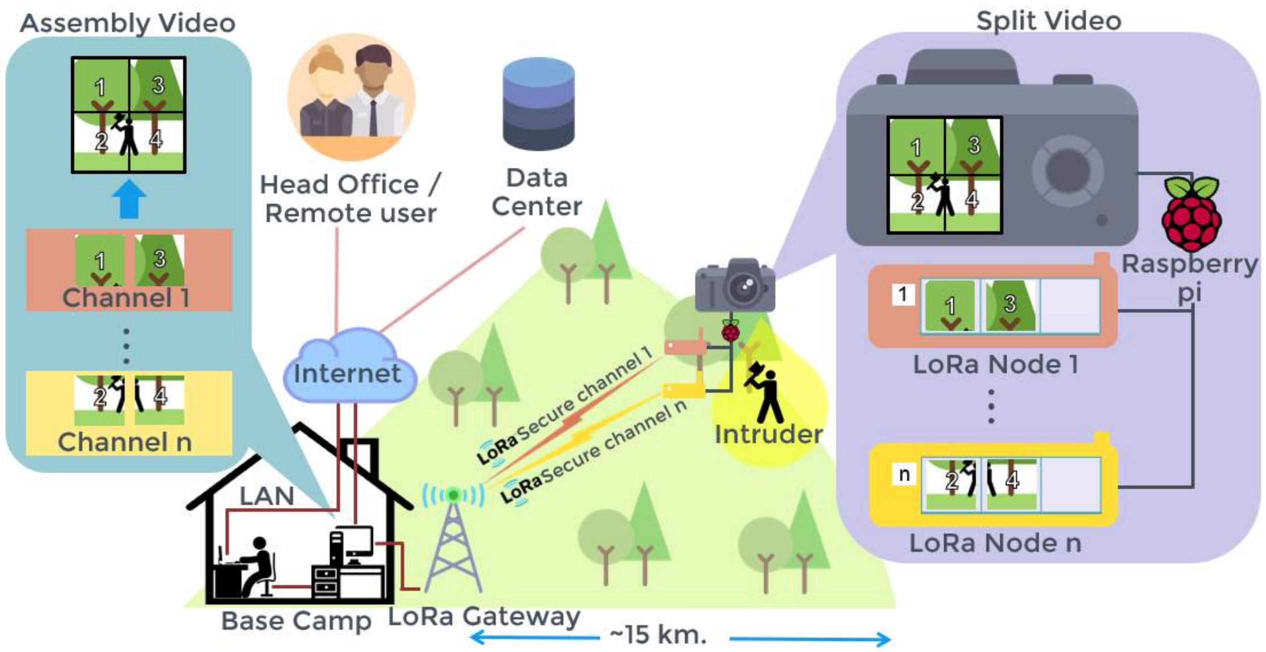
Abstract

Nowadays, the forest rangers have to walk into the forest to manually collect data such as images or video clips due to lack of cellular coverage. This method takes about 3-15 days to complete, so the data is not up-to-date enough. In addition, doing so poses a danger to the lives of the forest rangers themselves from wild animals and unlawful hunters. This research, based on LoRa technology, aims to solve the problem by collecting video or image data from distant cameras in the forest, then processing, compressing, splitting, and sending them back to the basecamp. Preliminary experimental result using a single channel shows that a sample video clip can be segmented and successfully transferred to the destination.

Keywords: LoRa, Bandwidth-constrained, Long-Range Transmission, Trail camera

1. บทนำ

ในปัจจุบันบริเวณเขตพื้นที่ป่าที่กว้างใหญ่และมีต้นไม้ทึบหนาแน่น เช่น อุทยานแห่งชาติ ประสบปัญหาการบุกรุกพื้นที่ขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการลักลอบล่าสัตว์ หรือการลักลอบตัดไม้ก็ตาม ทำให้ยากต่อการแก้ปัญหาการบุกรุก การอาศัยภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าเป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่รับทราบการบุกรุกได้ แต่การเก็บภาพถ่ายกลับมาต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ลาดตระเวนเดินทางไปเก็บมาด้วยตนเอง ข้อมูลที่ได้มาจึงเป็นข้อมูลที่ล่าช้า ส่งผลให้การแก้ปัญหาไม่อาจทำได้ทันก่อนเกิดเหตุ จากข้อจำกัดทางพื้นที่นั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับและส่งข้อมูลกลับมาควรจะมีระยะเวลาในการใช้งานได้นานและสามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกล และสามารถใช้งานตลอด จึงขอเสนอเทคโนโลยีการส่งข้อมูล LoRa ซึ่งสามารถส่งได้ระยะไกลมากถึง 15 กิโลเมตร



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

งานวิจัยนี้เสนอระบบการส่งวีดิทัศน์ระยะไกลผ่านช่องสัญญาณที่มีขนาดจำกัด ที่จะช่วยเพิ่มมาตรการการป้องกันให้กับเหล่าเจ้าหน้าที่บริเวณป่าอนุรักษ์ และเพิ่มความปลอดภัยในการออกปฏิบัติงาน โดยการนำภาพถ่ายมาจากวีดิทัศน์ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวบริเวณหน้ากล้อง ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ หรือบุคคล และส่งกลับยังศูนย์ของเจ้าหน้าที่ผ่านเทคโนโลยีการส่งข้อมูล LoRa ซึ่งเป็นระบบส่งสัญญาณไร้สายระยะไกล ภายใต้คลื่นความถี่ 920-925 MHz ที่เป็นความถี่ที่ประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ได้โดยไม่ต้องจดทะเบียน[1] และผ่านช่องสัญญาณ (Bandwidth) ต่ำ ทำให้เป็นการประหยัดพลังงานกว่าระบบส่งสัญญาณไร้สายประเภทอื่น เช่น สัญญาณ 3G/4G หรือ วายฟาย

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 LoRa [2]

LoRa เป็นมาตรฐานการสื่อสารระยะไกล พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Semtech โดย LoRa มาจากคำว่า Long Range ซึ่งมาจากการสื่อสารไร้สายที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างไกล โดยใช้พลังงานต่ำ (Low Power Wide Area Network: LPWAN) ทำให้เหมาะกับการใช้งาน IoT (Internet of Things)

2.2 เทคโนโลยีการตรวจจับข้อมูลในพื้นที่ป่า

จากระบบเฝ้าสังเกตสัตว์ป่าผ่านเครือข่ายไร้สายแบบเวลาจริง [3] และระบบควบคุมการถ่ายภาพเสือพร้อมกันจากกล้องหลายตัวแบบเวลาจริงผ่านตัวควบคุมไร้สาย[4] ซึ่งมีจุดมุ่งหมายคืออำนวยความสะดวกให้เจ้าหน้าที่ป่าไม้ในการเก็บข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ และการเก็บข้อมูลภาพถ่าย โดยอาศัยระบบเครือข่าย ไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 และ IEEE 802.11g ในการส่งข้อมูลกลับสู่ศูนย์ของเจ้าหน้าที่ แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องพลังงานที่สามารถใช้งานได้ประมาณ 2-3 วัน ทำให้ต้องมีการเข้าไปสับเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยครั้ง และระยะทางในการส่งข้อมูลที่ไม่ไกลมากพอ

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบนี้เป็นระบบที่นำภาพถ่ายจากส่วนหนึ่งของภาพวีดิทัศน์จากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าภายในป่ามาบีบอัดให้เหลือภาพที่มีขนาดเล็กลง และนำมาแบ่งออกเป็นหลายชิ้นส่วนภาพเล็ก ๆ เพื่อเตรียมส่งต่อไปยังโหนดส่งข้อมูล ผ่านทาง Serial เมื่อโหนดส่งข้อมูลได้รับข้อมูลชิ้นส่วนภาพแล้ว จะนำมาแปลงเป็นข้อมูล Binary เพื่อส่งไปยังปลายทางคืออุปกรณ์เกตเวย์ และรอสัญญาณตอบรับ (acknowledgement) จากอุปกรณ์เกตเวย์ ถ้าหากไม่ได้รับสัญญาณตอบรับดังกล่าง โหนดส่งข้อมูลก็จะทำการส่งข้อมูลออกไปอีกครั้ง

อุปกรณ์เกตเวย์รับข้อมูลมาจากโหนดส่งสัญญาณ จะทำการส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมา ทำการแปลงกลับไปเป็นชิ้นส่วนภาพถ่าย และนำมาต่อชิ้นส่วนกันกลับเป็น

ภาพถ่ายดังเดิม พร้อมทั้งทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ามีภาพถ่ายถูกส่งมาแสดงดังรูปที่ 1

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

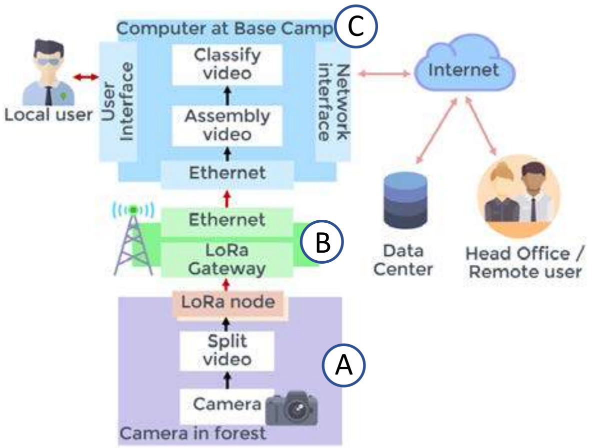
การพัฒนาโครงงานนี้ได้ใช้ภาษา Python ในการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ และระบบการจัดการภาพบนเครื่อง Raspberry pi และ C++ ในการพัฒนาโปรแกรมการสื่อสารบนโหนด LoRa โดยผู้พัฒนาได้ใช้ Arduino IDE และ Sublime Text 3 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบทั้งหมดของงานวิจัยประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 2 คือ

3.2.1 ส่วนที่จัดการเกี่ยวกับภาพจากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่า(A) ซึ่งจะทำการตัดภาพออกมาจากภาพวีดิทัศน์ บีบอัดไฟล์ดังกล่าว และแบ่งภาพที่ถูกบีบอัดออกเป็นชิ้นส่วนย่อย และทำการส่งต่อไปยังโหนดส่งข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาแปลงเป็นข้อมูล Binary เพื่อส่งไปยังปลายทางคืออุปกรณ์เกตเวย์ ผ่านทางคลื่นสัญญาณ LoRa

3.2.2 ส่วนรับข้อมูล(B) คืออุปกรณ์เกตเวย์ จะรับข้อมูลจากโหนดส่งข้อมูลผ่านทางคลื่น LoRa และส่งต่อไปยังเครื่องของผู้ใช้งาน

3.2.3 ส่วนโปรแกรมบนเครื่องของผู้ใช้งาน(C) จะนำข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์เกตเวย์ มาแปลงเป็นภาพถ่าย และนำภาพถ่ายที่ถูกแยกย่อยมารวมกลับเป็นภาพถ่ายดังเดิม และให้ผู้ใช้คัดกรองรูปภาพที่ได้รับมา



รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบ

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

3.3.1 ระบบไม่รองรับการส่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เช่น ภาพถ่ายที่ไม่ได้ถูกบีบอัดให้เล็กลง หรือ วีดิทัศน์ทั้งหมด

3.3.2 ไม่ควรใช้งานระบบนี้บริเวณที่มีการใช้งานสัญญาณในคลื่นความถี่ 900 MHz – 1 GHz เนื่องจากจะทำให้การส่งข้อมูลถูกรบกวนได้

3.3.3 ระบบนี้รองรับการส่งข้อมูลจากป่าทึบ แต่ไม่รองรับการใช้งานในบริเวณที่มีตึกสูง เนื่องจากสัญญาณอาจถูกบดบังได้

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

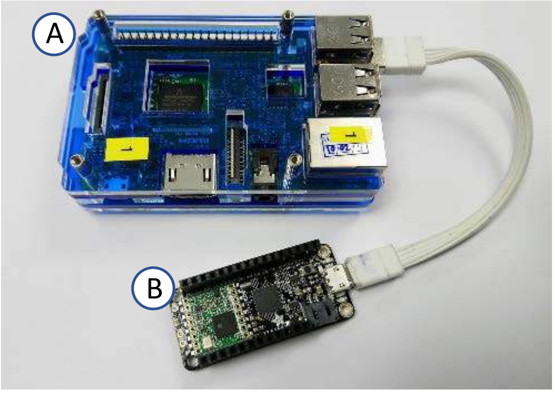
4.2.1 Raspberry Pi 3 (รูปที่ 3A) ทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนส่งข้อมูลจะรับวีดิทัศน์จากกล้อง และประมวลผลภาพเพื่อส่งต่อไปยังโหนดส่งข้อมูล และส่วนรับข้อมูล นำมาต่อกับโหนดรับข้อมูล เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์เกตเวย์

4.2.2 Adafruit Feather 32u4 RFM95 LoRa Radio - 915 MHz – RadioFruit (รูปที่ 3B) ใช้เป็นโหนดส่งข้อมูล และโหนดรับข้อมูล

4.2 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบการใช้งานนั้นเป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับระยะเวลาในการส่งข้อมูล ภายในสวนหลวง ร.9 โดยส่งข้อมูลจากโหนดส่งข้อมูลทั้งหมด 6 จุด จุดละ 2 ครั้ง ไปยังอุปกรณ์เกตเวย์ที่จุด A ดังรูปที่ 4

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเป็นภาพถ่ายจากวีดิทัศน์ขนาด 16.8 MB มาบีบอัดจนเหลือขนาด 320 * 180 pixel 7.75 kB มาแบ่งเป็นภาพขนาดเล็ก ภาพละ 32 * 18 pixel ขนาดประมาณ 700 - 900 byte จำนวน 91 ภาพ

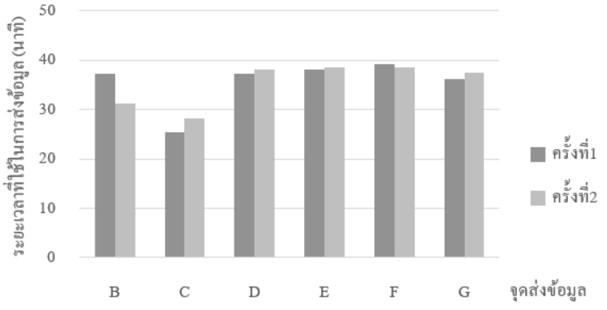


รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

รูปที่ 4 สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ

4.3 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบ อุปกรณ์เกตเวย์ทำการส่งสัญญาณพร้อมรับข้อมูลไปยังโหนดส่งข้อมูล เมื่อโหนดส่งข้อมูลได้รับสัญญาณ จะทำการส่งข้อมูลภาพไปยังอุปกรณ์เกตเวย์ หากอุปกรณ์เกตเวย์ยังไม่ได้รับข้อมูลดังกล่าว โหนดส่งข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลเดิมจนกว่าอุปกรณ์เกตเวย์จะได้รับข้อมูลเรียบร้อย จึงส่งข้อมูลชุดถัดไป ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล

5. บทสรุป

จากการทดสอบระยะทางมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล เนื่องจากยิ่งระยะทางมากขึ้น จะทำให้มีปัจจัยที่มารบกวนสัญญาณในการส่งข้อมูลมากขึ้น ทำให้ในบางครั้งโหนดส่งข้อมูลไม่สามารถส่งหาอุปกรณ์เกตเวย์ได้ จึงต้องส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกจนกว่าส่งได้ เวลาที่ใช้จึงเพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม ระยะการส่งนั้นยังไม่ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ดีนัก ซึ่งอาจเกิดจากการรบกวนหรือบังสัญญาณ ดังนั้นหากได้ไปทดสอบในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนน้อย และไม่มีอาคารสูงบดบัง เช่น บริเวณภูเขา หรือป่า จะทำให้ส่งข้อมูลได้ระยะทางที่มากขึ้น และใช้ระยะเวลาการส่งน้อยลง

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาต่อในเรื่องของการปรับปรุงวิธีการบีบอัดข้อมูล, จำนวนในการตัดแบ่งชิ้นส่วนภาพถ่าย, การทำระบบตรวจสอบเพื่อคัดกรองภาพบุคคลและสัตว์ป่า และพัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลผ่านหลายช่องสัญญาณ (Multi-channel)

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๐ จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ [ออนไลน์].สืบค้นจาก: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/289/51.PDF. (วันที่สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2560).

[2] What is LoRa? [Online]. Available from: http://www.semtech.com/wireless-rf/internet-of-things/what-is-lora/. [cited 2017Aug 24]

[3] วิชวัช ตั้งตรงไพโรจน์ อภิรักษ์ จันทร์สร้าง ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม. ระบบเฝ้าสังเกตสัตว์ป่าผ่านเครือข่ายไร้สายแบบเวลาจริง. In 3rd Conference on Application Research and Development (ECTICARD 2011), Bangkok, Thailand, May 5-6 2011

[4] ชยธร สิมะเสถียร. ระบบบันทึกภาพเสือแบบเวลาจริงผ่านตัวควบคุมไร้สาย[ออนไลน์].สืบค้นจาก:http://ecti-thailand.org/assets/papers/Proceeding_ECTI-CARD2014.pdf. (วันที่สืบค้น 24 สิงหาคม 2560).

การศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจจับการทำงานที่ผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มน้ำไร้แปรงถ่าน และ เซนเซอร์สามเฟสกระแสตรงแบบจุ่มที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร

The feasibility study of ground water level detection via 3 phase sensorless brushless DC motor back electromotive force speed detection for agriculture solar energy.

วรางคณา เหนือคูเมือง[1] อัมพวรรณ ยินดีมาก[2] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 087-1118559 E-mail: gatesakda@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินด้วยการอ่านค่าความเร็วผ่านสัญญาณ Back E lector Motive Force (BEMF) สำหรับมอเตอร์กระแสตรงสามเฟสแบบไร้แปรงถ่านและเซนเซอร์ โดยอาศัยหลักการหาตำแหน่ง zero crossing ด้วยตัวเปรียบเทียบทางดิจิตอล ซึ่งใช้ Interrupt on rising เพื่อเปรียบเทียบ BEMF เทียบกับจุด virtual neutral เมื่อ BEMF ในขดลวดที่ลอยอยู่มีสัญญาณ zero crossing ในทิศทางขอบขาขึ้น Interrupt on rising จะได้รับสภาวะลอจิกเป็น high ทำให้สามารถวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ ข้อดีของการวัดความเร็วด้วย BEMF คือมีต้นทุนที่ต่ำและบำรุงรักษาง่าย เนื่องจากไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมและวิธีการดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับมอเตอร์ชนิดอื่นได้

คำสำคัญ: ปั๊มน้ำแบบจุ่ม, มอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านและเซนเซอร์, back electromotive force, interrupt on rising

Abstract

This article describes a study of ground water level detection via 3 phase sensorless brushless DC motor (BLDC) BEMF speed detection. When the BLDC motor rotates, the floating winding is used to detect the zero crossing by using comparators. In this research, digital comparator as Interrupt on rising (transition from LOW to HIGH) is used to compare the BEMF to the virtual neutral point. When the BEMF in floating winding crosses the zero point towards positive side, the interrupt output makes a High logic. By experimental evaluation, the system show that the BLDC motor speed can detect by the digital comparator and used its interrupt on rising to makes zero crossing events interrupt to the microcontroller. The main advantage of sensorless BLDC motor speed detection using BEMF is lower system cost. Moreover, this proposed method can be applied to another type of motor and also suitable for motor safety task and minimizes the hardware needed and simplifies the circuit.

Keywords: submersible pump, sensorless brushless DC motor, back electromotive force, interrupt on rising

1. บทนำ

การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการเกษตรถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่ต้องการลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะการดึงน้ำจากใต้ดินมาใช้ในฤดูแล้งด้วยการใช้ปั๊มน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) จำเป็นจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณมากและต่อเนื่องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในปัจจุบันการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการสูบน้ำที่ต้นทุนต่ำที่สุดคือการใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน และ Hall sensor 3 เฟส (Sensorless 3 phase brushless DC motor : BLDC motor) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำงานได้ด้วยการใช้แผงโซล่าเซลไม่มาก และสามารถทำงานได้แม้ไม่มีแบตเตอร์รี่สำรองไฟ เนื่องจากใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเพียง 48V ทำให้ลดต้นทุนการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุกๆ 2-3 ปีได้ แต่อีกหนึ่งปัญหาของการใช้งานปั๊มน้ำแบบจุ่มไม่ว่าจะเป็นการใช้ปั๊มน้ำแบบไฟฟ้ากระแสสลับ หรือไฟฟ้ากระแสตรง คือ การตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน เพื่อตัดการทำงานขอปั๊มในการกรณีที่น้ำหมดนั้น จะใช้วิธีการติดสวิตซ์ตรวจจับ (สวิตซ์ลูกลอย) หรืออีกหนึ่งวิธีคือการตรวจสอบการไหลของน้ำบริเวณทางออกของท่อ ซึ่งทั้งสองวิธีจะเห็นว่ามีความยุ่งยากและจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม ทำให้ส่วนมากแล้วการใช้งานจริงจะไม่มีการติดตั้งสวิตซ์เพื่อตรวจสอบ เมื่อเกิดกรณีน้ำหมด ปั๊มจะทำงานตัวเปล่าโดยที่ไม่มีน้ำช่วยระบายความร้อนให้กับตัวปั๊ม โดย

จะส่งผลให้เกิดความความเสียหายขึ้นได้ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้คิดค้นและศึกษาความเป็นไปได้ของวิธีการตรวจจับการหมดของน้ำใต้ดินเพื่อนำไปสู่การสั่งหยุดมอเตอร์ไม่ให้เกิดความเสียหาย โดยได้นำเสนอวิธีการตรวจจับความเร็วรอบของมอเตอร์แบบ BLDC ด้วยการหาค่าความถี่สัญญาณ BEMF จากขดลวดเฟสที่ไม่มีการขับเคลื่อน ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีคือ ประหยัดต้นทุนเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม และง่ายต่อการบำรุงรักษาโดยทั่วไปแล้ว ตัวปั๊มจะติดตั้งลึกลงไปในดินมากกว่า 30 เมตรและการต่อท่อ PVC ก็ใช้วิธีการหย่อนมอเตอร์ลงในท่อและติดตั้งท่อเข้าไปทีละท่อน ซึ่งจะพบว่าการนำมอเตอร์ขึ้นหรือลงในแต่ละครั้งมีความยุ่งยากมาก

2. การวัดความเร็วรอบมอเตอร์

2.1 การควบคุม sensorless BLDC 3 phase motor

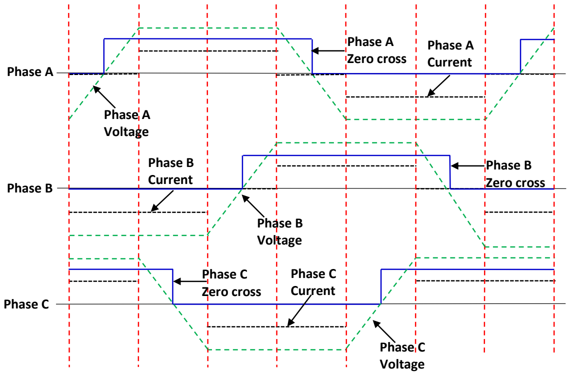
BLDC motors ที่ใช้งานทั่วไปมีสองชนิดหลักๆคือแบบที่มี Hall effect sensors และแบบที่ไม่มี hall effect sorsors [1] ซึ่งปั๊มน้ำแบบ submersible pump โดยทั่วไปจะเป็นแบบที่ไม่มี hall effect sensor เนื่องจากมอเตอร์ไม่ต้องติดตั้งเซนเซอร์ให้ยุ่งยากและประหยัดสายไฟ อีกทั้งยังบำรุงรักษาง่ายกว่า เนื่องจากปั๊มเหล่านี้จะต้องจุ่มลงในท่อลึกลงไปในดินความลึกมากกว่า 30 เมตร แต่การควบคุมปั๊มแบบที่ไม่มี hall effect sensor จะมีความซับซ้อนและยุ่งยากมากกว่า การควบคุมมอเตอร์ชนิดนี้ทำได้ด้วยการขับมอเตอร์ครั้งละ 2 เฟส โดยอีก 1 เฟสที่เหลือจะปล่อยลอยไว้ [2-4] ดังนั้นการควบคุมทั้งหมดจะประกอบไปด้วย 6 สภาวะการขับเคลื่อนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลำดับการกระตุ้นที่ MOSFET สำหรับ BLDC motor

Step No.	Phase Current		
	Phase A	Phase B	Phase C
1	High	Low	BEMF
2	High	BEMF	Low
3	BEMF	High	Low
4	Low	High	BEMF
5	Low	BEMF	High
6	BEMF	Low	High

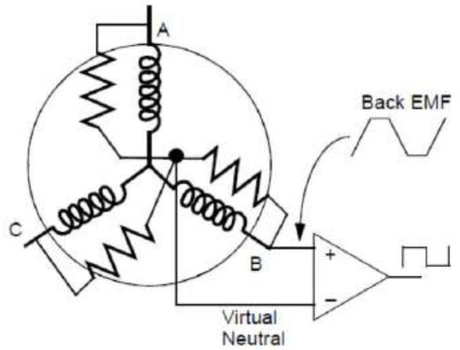
2.2 การอ่านค่าความเร็วรอบมอเตอร์ด้วย BEMF

การวัดความเร็วรอบมอเตอร์จะอาศัยการตรวจจับสัญญาณ BEMF [5-7] ที่ถูกสร้างขึ้นใน secondary ซึ่งตรงกันข้ามกับ magnetic flux ที่ขับให้มอเตอร์หมุนของ stator จากกฎของ Lenz's law ที่ไม่มีการขับเคลื่อนแทนการติดตั้ง hall effect sensor ดังตารางที่ 1 step การทำงานที่ 1 จะขับเคลื่อนโดยให้เฟส A เป็น High และ เฟส B เป็น Low โดย BEMF ที่เกิดขึ้นจะมีเฟสที่เกิดจากแต่ละขดจะต่างกันที่ 120 องศา โดยการขับเคลื่อนมอเตอร์ชนิดนี้จะใช้วิธีการปรับความกว้างสัญญาณขับเคลื่อน(duty cycles of Pulse width modulation) ให้สัมพันธ์กับสัญญาณจาก BEMF ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สัญญาณที่ได้จาก back EMF

ในแต่ละรอบของการขับมอเตอร์ จะจ่ายไฟเข้าทีละสองเฟส และจะลอยเฟสที่ 3 จากนั้นจะดึงสัญญาณจากเฟสที่ 3 ซึ่งเป็น BEMF ด้วยการทำ zero crossing ในลักษณะสัญญาณเคลื่อนที่จากลบไปบวกด้วยการใช้วงจรเปรียบเทียบดังรูปที่ 2



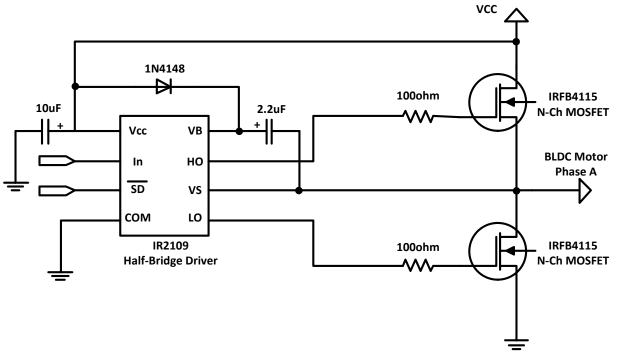
รูปที่ 2 การอ่านค่าสัญญาณจาก BEMF ด้วยการใช้ comparator [8]

โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การเปรียบเทียบในตัวโปรแกรมด้วย Interrupt on rising (transition from LOW to HIGH)

3. การออกแบบวงจรควบคุม

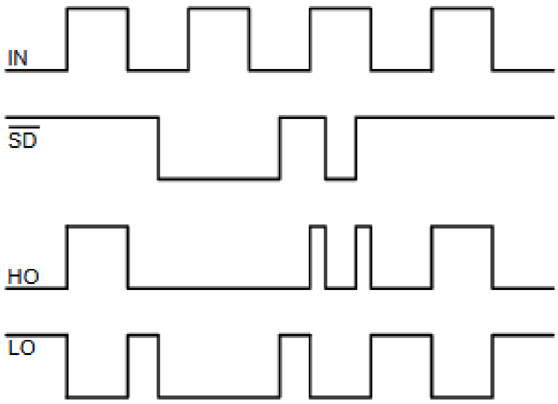
วงจรควบคุมหลักใช้ Microcontroller ตระกูล Arduino Uno ควบคุมการจุดชนวนเกตแบ่งออกเป็น 3 เฟส ใช้ MOSFET เฟสละ 2 ตัว ดังรูปที่ 3 ที่ความเร็วรอบการทำงานของมอเตอร์อยู่ที่ 3000 rpm รับ

พลังงานจากแผงโซล่าเซลชนิด mono 300W จำนวน 2 แผง แผงละ 24Vdc 300W มอเตอร์แบบ BLDC ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เลือกใช้มอเตอร์ขนาดสำหรับโดรนเพื่อจำลองการทำงานจริงเนื่องจากเป็นมอเตอร์ชนิดเดียวกัน มีหลักการขับเคลื่อนและอ่านค่า BEMF ที่เหมือนกัน ที่ขับเคลื่อนด้วย N-channel Power MOSFET เบอร์ IRFB4115 เนื่องจากมีราคาไม่สูงและสามารถทนแรงดัน VDSS ได้ถึง 150V สามารถจ่ายกระแสเดรน ID (silicon limited) สูงถึง 104A และสำหรับวงจรขับเกตผู้วิจัยเลือกใช้ IC Half-Bridge Driver IR2109 โดยการควบคุมการจ่ายกระแสในแต่ละเฟสจะเป็นดังรูปที่ 3

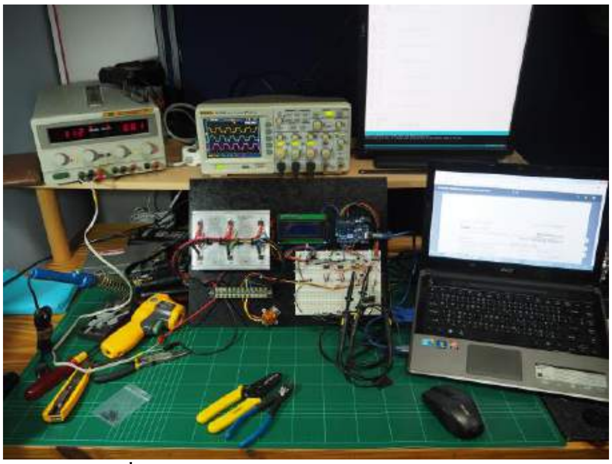


รูปที่ 3 วงจรขับมอเตอร์ด้วย N-Ch. MOSFET สำหรับหนึ่งเฟส

IR2109 นั้นมีหน้าที่ควบคุมการทำงานด้าน High และด้าน Low ของแต่ละเฟส และการสลับการทำงานของฝั่ง High และ Low จะไปเป็นตามเงื่อนไขของสัญญาณที่ขา IN และ SD ดัง timing diagram ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 Input/Output Timing Diagram

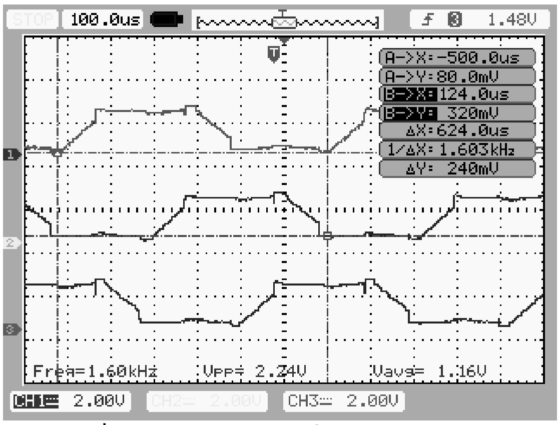


รูปที่ 5 วงจรควบคุมและวัดความเร็วรอบ sensorless BLDC

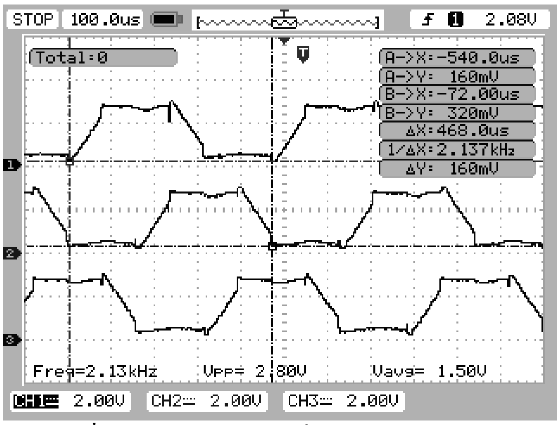
ในส่วนของการนำค่าสัญญาณที่อ่านได้จาก BEMF เข้าสู่วงจรควบคุมหลักนั้น ใช้วงจรแบ่งแรงดันให้มีขนาดของแรงดันไม่เกิน 5V ที่ microcontroller จะสามารถทำงานได้และนำสัญญาณที่ได้รวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างจุด neutral เสมือนเพื่อใช้สำหรับสร้างจุดอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบสัญญาณกับแต่ละเฟส เมื่อสามารถอ่านค่าสัญญาณจาก BEMF ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวัดค่าความเร็วรอบโดยใช้วิธี นำสัญญาณจาก BEMF เฟสใดเฟสหนึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้เฟส A ป้อนสัญญาณเข้าไปยัง interrupt ของ microcontroller และกำหนดให้เป็น Rising mode เมื่อมีสัญญาณจาก BEMF เข้ามาโปรแกรมจะเรียกไปยัง function ที่ interrupt เรียกใช้งานเพื่อนับจำนวน pulse ที่รับเข้ามา จากนั้นจะใช้ interrupt service routine (ISR) timer อีกตัวที่กำหนดให้ทำการคำนวณหาค่าความเร็วรอบ ซึ่งความเร็วในการแสดงผลความเร็ว สามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วย ISR timer

4. ผลการทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการควบคุมและตรวจวัดความเร็วที่ผิดปกติของมอเตอร์ Sensorless BLDC เพื่อใช้สำหรับการสูบน้ำด้วยปั๊ม submersible pump เพื่อการเกษตรโดยส่วนควบคุมหลักถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C บนบอร์ด Arduio UNO จากรูปที่ 6 เป็นการจำลองการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนในสภาวะการทำงานปกติที่มีภาระโหลด คือมีน้ำในระบบปั๊ม จะเห็นว่ามอเตอร์จำลองการทำงานมีความเร็วที่ต่ำกว่าในกรณีที่ไม่มีโหลดดังรูปที่ 7 ดังจะเห็นได้จากความถี่ของสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภาระโหลด



รูปที่ 6 สัญญาณ Back EMF ที่ได้จากเฟส A B และ C



รูปที่ 7 สัญญาณ Back EMF ที่ได้จากเฟส A B และ C

ให้กับมอเตอร์ จากรูปที่ 6 สัญญาณ BEMF มีความถี่อยู่ที่ 1603 Hz แต่เมื่อมอเตอร์ไม่มีภาระโหลดหรือหมุนตัวเปล่าจะเห็นว่ามีความถี่ของสัญญาณเพิ่มขึ้นเป็น 2137Hz ดังรูปที่ 7

5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ของวิธีการตรวจจับการทำงานที่ผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบ submersible pump ในกรณีที่น้ำหมด เพื่อป้องกันความเสียหายจากความร้อนอันเนื่องมาจากไม่มีน้ำคอยระบายความร้อนให้กับปั๊ม จากผลการทดสอบโดยใช้มอเตอร์ชนิดเดียวกันแต่มีขนาดที่เล็กกว่านั้นพบว่า มอเตอร์จะทำงานที่ความเร็วรอบต่างกันและความถี่ของสัญญาณป้อนกลับจาก Back EMF ก็มีความถี่ต่างกันด้วย จากผลดังกล่าว จึงสามารถทำให้สามารถนำไปตรวจจับการทำงานที่ผิดปกติของปั๊มน้ำได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2561 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรของสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลอีสานเป็นอย่างสูงต่อการสนับสนุนด้านการดำเนินงานและข้อมูลที่เป็นประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

[1] Ogasawara, S., and Akagi, H., “An approach to position sensorless drive for brushless DC motors, “ *IEEE Transactions of Industry Applications*, vol.27, no.5, pp.928-933, Sep/Oct 1991

[2] Guo Dingqing, Zhao Ximei, Theory and Technology Application of Brushless DC Motor. M. MachinePress, 1998.

[3] Yang Yan, Jing Zangrong, Sduty of Robot’s Position Detection Method for Sensorless Brishless DC Electromotor. Electrified Transmision. J. p20-22, February, 2004.

[4] Lin Gang, Control Technology and Application of Permanent Magnet Brushless DC Motor, M.Machine Press, 2008.

[5] M. A. Noroozi, J. S. Moghani, J. Mili Monfared and H. Givi, “Sensorless starting method for Brushless DC Motors using 180 degree commutation,” *2012 3nd Power Electronics and Drive Systems Technology (PEDSTC)*, Tehran, 2012, pp. 57-61.

[6] Sariyildiz E, and Ohnishi K, “Stability and robustness of disturbance observer-based motion control systems”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.62, no.1, pp.414-422, 2015.

[7] Wenzhuo Li, Jianchen Fang, Hitao Li, and Jiqiang Tang “ Position sensorless control without phase shifter for high-speed BLDC motors with low inductance and nonideal back EMF” IEEE Transactions on Power Electronics, vol.31, no.2, pp.1354-1366, 2016.

[8] S. Keeping (2013, June) Controlling Sensorless, BLDC Motors via Back EMF. [Online]. Available: https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2013/jun/controlling-sensorless-bldc-motors-via-back-emf

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

The Study of Relative Humidity Impact on Photovoltaic Current Generation

กฤษฎา พรหมพินิจ[1] อาจศึก มามีกุล[1]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 042-970053 E-mail: krisada_lek@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากการลดทอนกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์มีสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ ทางแสง และทางไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าความสว่างแสง อุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ทำให้การผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ลดทอนลง สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่น่าสนใจที่เป็นไปได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยบทความนี้ใช้หลักการออกแบบระบบไฟฟ้าทั่วไป และวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 80 วัตต์ จำนวน 2 แผง ต่อแบบอนุกรม จากผลการเปรียบเทียบระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณพื้นที่โดยรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นนี้มีประโยชน์ต่อผู้สนใจเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ และใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อลงทุนติดตั้งในอนาคต

คำสำคัญ: ความชื้นสัมพัทธ์, เซลล์แสงอาทิตย์, รังสีดวงอาทิตย์

Abstract

This paper is presenting the study of relative humidity impact on photovoltaic current generation. There are 2 main reasons for the reduction of the photovoltaic current which are optical and electrical. In addition, there are many factors involve such as an luminance, temperature under the PV panel and the relative humidity values which decrease the electricity generation of the PV panels. The relative humidity is one of key factors that affect the photovoltaic generation. This proposed research is using the general electrical designing principle and measuring the current from the 2 series connected PV panels in 80 W size each. According to the comparison between the current and the humidity in the PV surrounding area, apparently, the relative humidity does not effect on the photovoltaic current generation due to the current values do not change according to the relative humidity values. Finally, the experimental results data can be useful for solar energy researchers and can be used for guideline decision for the investment in the near future.

Keywords: relative humidity, photovoltaic, solar radiation

1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ทั่วโลก และทวีความสำคัญมากขึ้นเมื่อโลกยิ่งพัฒนามากขึ้น พลังงานที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากพลังงานสิ้นเปลืองเช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้ยังเป็นพลังงานที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และหามาทดแทนไม่ทันกับการใช้งาน [1]

แหล่งพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (renewable and alternative energy resources) จึงเป็นสิ่งที่ต้องการ โดยเฉพาะการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยลดผลกระทบที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานที่ปราศจากมลพิษ และได้มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (solar radiation) ได้นำเสนอใน [2] ซึ่งนำมาใช้เป็นพลังงานความร้อน และการสังเคราะห์แสง หรือโดยผ่านอุปกรณ์รับแสง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน สำหรับการนำไปใช้งานต่อไป

การลดทอนการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ มาจากสาเหตุหลัก 2 ประการ นั่นคือ ทางแสง (optical) และทางไฟฟ้า (electrical) สำหรับทางแสง ปัจจัยที่มีผลต่อการรับแสง ได้แก่ การสะท้อน (reflection) การบังเงา (shadowing) และไม่รับรังสี (not absorbed radiation) ซึ่งการลดการสะท้อนแสงนั้นทำโดยการเคลือบสารป้องกันการสะท้อน (antireflection coating) และและการทำเซอร์เฟซเทคเซอร์ริ่ง (surface texturing) ใน [3] แต่ยังมีปัจจัยที่จำเป็นต้องศึกษาให้ครอบคลุมเกี่ยวกับการลดทอนการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์

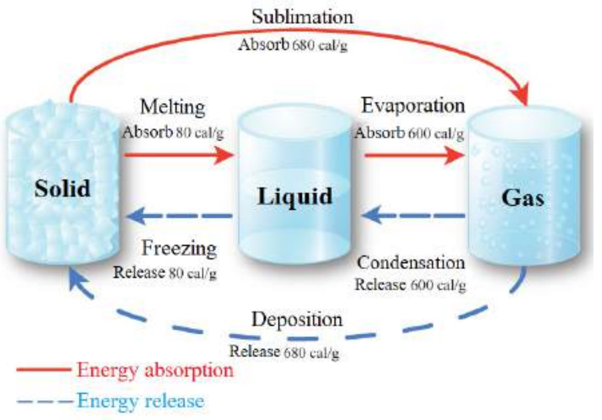
แสงอาทิตย์ เช่น อุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้การผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ลดทอนลง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อวิเคราะห์ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลกระทบต่อเซลล์แสงอาทิตย์มากน้อยเพียงใด เป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจ และแนวทางการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ความชื้นและเสถียรภาพของอากาศ

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซออกซิเจน ซึ่งก๊าซทั้งสองนั้นไม่ได้มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ แต่การเปลี่ยนแปลงของสภาพ ลม ฟ้าอากาศนั้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำที่อาศัยการดูดและการคายพลังงาน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในอากาศสามารถเปลี่ยนสถานะกลับไปกลับมาได้ทั้ง 3 สถานะ การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ [4]

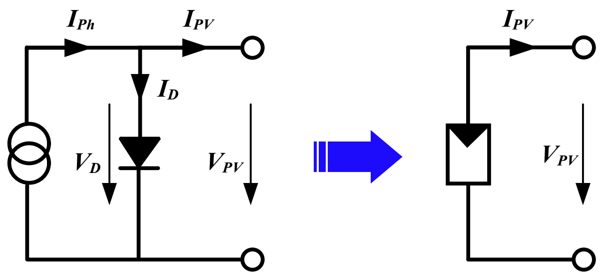
อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงตามความดันไอน้ำหรือปริมาณของไอน้ำในอากาศ ทำให้เกิดความชื้นของอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดัน และอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$RH = \frac{W}{W_s} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%)
W คือ ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ
W_s คือ ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว

2.2 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic) คือ อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรงได้ ซึ่งจะใช้ประโยชน์ได้เมื่อมีการส่องสว่างที่เพียงพอต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่ทำมาจากซิลิกอนไดโอด เมื่อมีแสงตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ประจุไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้นเนื่องจากแสงที่ตกกระทบ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เมื่อต่อโหลดทางไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นภายในเซลล์แสงอาทิตย์และเป็นสัดส่วนกับรังสีของดวงอาทิตย์ สามารถอธิบายได้จากวงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ [5]

จากวงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเขียนสมการการไหลของกระแสเซลล์แสงอาทิตย์ในอุดมคติได้ ดังสมการที่ 2

$$I_{PV} = I_{Ph} - I_D = \left(I_{ph} - I_o\right)\left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1\right) \qquad (2)$$

เมื่อ I_{PV} คือ กระแสของเซลล์แสงอาทิตย์ (A)
I_{Ph} คือ กระแสที่กำเนิดจากแสงอาทิตย์ (A)
I_o คือ กระแสอิ่มตัวขณะไม่มีแสงอาทิตย์ (A)
q คือ ค่าประจุของอิเลคตรอนส์ (e = $1.6*10^{-19}$ As)
V คือ แรงดันใช้งาน (V)
k คือ ค่าคงที่โบลท์มานต์ ($8.65 *10^{-5}$ eV/K)
T คือ อุณหภูมิของไดโอด หน่วย เคลวิน (K) [5]

2.3 ปัจจัยเบื้องต้นที่ส่งผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ความเข้มของแสง (light intensity) เซลล์รับแสงอาทิตย์จะทำงานได้ดี เมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงเต็มที่ในทิศทางตั้งฉาก กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์รับแสงอาทิตย์จะสูงขึ้น เมื่อแสงอาทิตย์ที่รับได้มีความเข้มสูง โดยความเข้มของแสงมีผลน้อยต่อแรงดันไฟฟ้าของเซลล์รับแสงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับวงจรสมมูล ดังรูปที่ 2 ของเซลล์รับแสงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

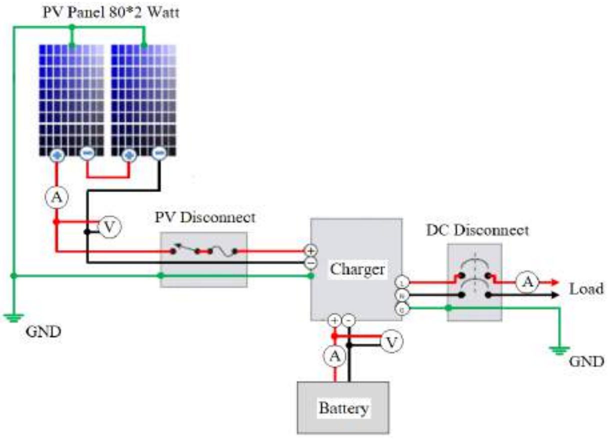
อุณหภูมิใช้งาน (operating temperature) กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์รับแสงอาทิตย์ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิใช้งาน แต่แรงดันไฟฟ้าจากเซลล์รับแสงอาทิตย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมีด้วยกัน 2 แนวทางหลักในการรับแสง

- ใช้พลังงานจากเซลล์รับแสงอาทิตย์โดยตรง ในแบบนี้จะเหมาะกับโหลดที่มีความต้องการกระแสไฟฟ้าไม่มากนัก และต้องใช้งานในพื้นที่ที่มีแสงอาทิตย์ตลอดเวลา
- เซลล์รับแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานโดยอ้อม ในลักษณะนี้จะนำพลังงานที่ได้จากเซลล์รับแสงอาทิตย์ไปเข้าวงจรประจุแบตเตอรี่ เพื่อประจุแบตเตอรี่ตลอดเวลาที่เซลล์ได้รับแสงอาทิตย์ จากนั้นนำแรงดันจากแบตเตอรี่ไปใช้งาน

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่น่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติม เช่น ความชื้นสัมพัทธ์เป็นการวัดระดับความชื้นในอากาศตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Off-grid ที่ใช้ศึกษา แสดงได้ดังรูปที่ 3 ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 2 แผง ขนาด 160 วัตต์ ชุดวงจรชาร์จแบตเตอรี่ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมป์-ชั่วโมง และโหลดทางไฟฟ้า ขนาด 12 วัตต์ หลักการทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์นี้ เป็นการใช้วิธีการควบคุมโหลดไฟฟ้ากระแสตรง โดยการประจุกระแสไฟฟ้าที่ได้รับจากเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านวงจรชาร์จแบตเตอรี่ พลังงานที่ได้จะถูกนำมาเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ แล้วจ่ายให้กับโหลดทางไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน

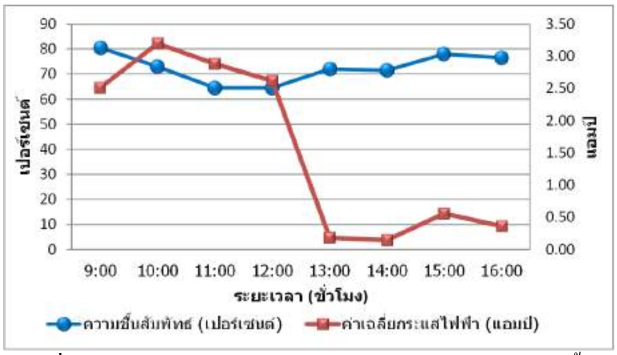


รูปที่ 3 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Off-grid ขนาด 160 วัตต์

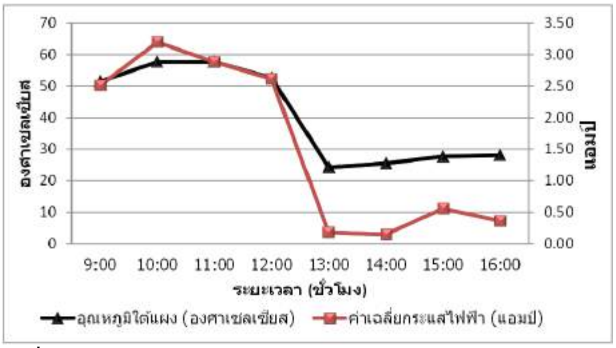
ในการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อการลดทอนประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการวิเคราะห์ควบคู่กับประสิทธิภาพด้านเทคนิค โดยการวิเคราะห์ค่าทางไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความสว่างแสง เพื่อวิเคราะห์ผล โดยบันทึกค่าทางไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความสว่างแสง สำหรับใช้ในการทดลองในลำดับต่อไป

4. ผลการทดลอง

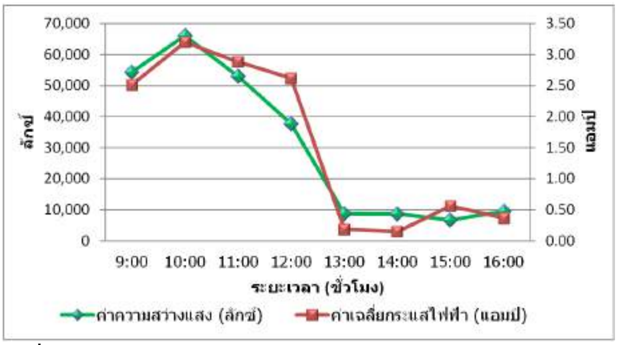
การทดลองเพื่อการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูลการทดลองจากสถานที่จริง เป็นเวลา 2 วัน ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการทดลองจะนำมาวิเคราะห์ผลและหาประสิทธิภาพด้านเทคนิคการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดจากผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ ในรูปที่ 4 จะแสดงการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด คือ 64.50 เปอร์เซ็นต์ ณ เวลา 11.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด คือ 80.50 เปอร์เซ็นต์ ณ เวลา 9.00 น. และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.15 แอมป์ ณ เวลา 14.00 น. กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.20 แอมป์ ณ เวลา 10.00 น. รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า ค่าอุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยต่ำสุด คือ 24.20 องศาเซลเซียส ณ เวลา 13.00 น. อุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยสูงสุด คือ 57.65 องศาเซลเซียส ณ เวลา 10.00 น. และรูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตไฟฟ้ากับค่าความสว่างเฉลี่ยแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ลักซ์) พบว่า ค่าความสว่างของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีเฉลี่ยค่าต่ำสุด คือ 6,750 ลักซ์ ณ เวลา 15.00 น. ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 66,100 ลักซ์ ณ เวลา 10.00 น.



รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับความชื้นสัมพัทธ์บริเวณโดยรอบ



รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับค่าความสว่างเฉลี่ยแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ลักซ์)

5. สรุป

การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อหาประสิทธิภาพด้านเทคนิคการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ จากผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลการทดลอง (Experimental Method) จากสถานที่จริง เป็นเวลา 2 วัน เปรียบเทียบระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้ากับค่าความสว่างเฉลี่ยแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ จากการทดลอง พบว่า เมื่อค่าความสว่างเฉลี่ยแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ลดลง และเมื่อค่าความสว่างเฉลี่ยแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่ามากขึ้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นตามไปด้วย จากการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์รับแสงอาทิตย์กับความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์รับแสงอาทิตย์ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ โดยการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นอาจจะนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์และใช้เป็นกรณีศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งข้อมูลด้านนี้มีส่วนสำคัญต่อผู้สนใจเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ และเป็นแนวทางการตัดสินใจ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] แหล่งพลังงาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://ict.sci.psu.ac.th/web-sciweek-57/prize/m1-3/4/Page1.html. วันที่สืบค้นข้อมูล 26 กุมภาพันธ์ 2561.

[2] H.A. Kazem, M.T. Chaichan, I.M. Al-Shezawi, H.S. Al-Saidi, H.S. Al-Rubkhi, J.K. Al-Sinani, and A.H.A. Al-Waeli, “Effect of Humidity on the PV Performance in Oman,” Asian Transactions on Engineering (ATE ISSN: 2221 - 4267), vol. 2, no. 4, pp. 29-32, September 2012.

[3] PV Power losses. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://pando-mppt.blogspot.com/2011/10/pv-power-losses.html. วันที่สืบค้นข้อมูล 26 กุมภาพันธ์ 2561.

[4] การเปลี่ยนสถานะของน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/state-of-water. วันที่สืบค้นข้อมูล 19 กุมภาพันธ์ 2561.

[5] กฤษฎา พรหมพินิจ และบุญยัง ปลั่งกลาง, “หลักการและรูปแบบในการควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าผสมผสานจากพลังงานแสงอาทิตย์,” การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 5, มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก, 29 เมษายน-1 พฤษภาคม 2552.

การประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา

The application of STEAM education concept for the pre-service teacher in industrial education

พิชิต อ้วนไตร
สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
321 ต.ทะเลชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000 E-mail: pichitutri@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา โดยนำไปทดลองใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาวงจรควบคุมการขับเคลื่อนและการประยุกต์โดยผลการประเมินความพึงพอใจของรูปแบบการเรียนโดยผู้เรียนพบว่ามีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.44) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาผลของการดำเนินงานในการจัดการเรียนการสอนโดยวัดผลการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM พบว่าผู้เรียนมีความรู้สอดคล้องกับขั้นตอนของการเรียนรู้ในศาสตร์นั้นๆ ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ในการฝึกสอนและเผยแพร่ให้ผู้อื่นมีความรู้ มีทักษะในการปฏิบัติงาน และมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมและสามารถรองรับกับการเรียนรู้อย่างตลอดชีวิตที่ตอบสนองกับนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนการสอน STEAM, โครงงานเป็นฐาน

Abstract

This paper presents The application of STEAM education concept for the pre-service teacher in industrial education. The results of the evaluation of the satisfaction satisfaction was at the high level (mean = 4.44). In addition, when considering the effect of instructional management on learning by STEAM, it was found that the learners were knowledgeable in the learning process. It's Learners can apply to teach and disseminate knowledge to others. Have skills in operation. They have a good attitude to learn engineering and technology in both classroom and off-the-shelf environments, and are able to support lifelong learning in response to country development policy in the 4.0 era. Effective

Keywords: STEAM Education, Project-Based Learning

1. บทนำ

การศึกษาคือกระบวนการส่งเสริมให้บุคคลเจริญเติบโตและมีความเจริญงอกงามทางกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา จนเป็นสมาชิกคนหนึ่งของสังคมที่มีคุณธรรมสูง [1] ในโลกยุคปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้น การจัดการศึกษาในสมัยใหม่จึงต้องสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป รัฐบาลไทยตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงที่เทคโนโลยีมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมจึงได้มีนโยบายประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) ซึ่งเป็นนโยบายที่มีจุดมุ่งหมายหลักคือ "Value–Based Economy" หรือ "เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม" โดยเปลี่ยนจากการผลิตสินค้า "โภคภัณฑ์" ไปสู่สินค้าเชิง "นวัตกรรม" เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม [2] ดังนั้นความรู้และความสามารถของประชากรที่มีความรู้ในด้านการใช้เทคโนโลยีจึงเป็นดัชนีชี้วัดพื้นฐานในการยกระดับประเทศ

การจัดการศึกษาในยุค 4.0 ที่รอบตัวรายล้อมไปด้วยเทคโนโลยีต่างๆจึงต้องเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะตามการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 1) ทักษะชีวิตและการทำงาน 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3) ทักษะด้านสารสนเทศการสื่อสารและเทคโนโลยี สามารถนำความรู้มาบูรณาการในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในหมวด 4 ที่มีการระบุแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า "การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด รูปแบบและกระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาไปตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับ โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และได้ใช้กระบวนการการเรียนรู้ที่หลากหลาย อันจะนำไปสู่การสร้างการเรียนรู้ที่แท้จริงได้ด้วยตนเอง" [3] ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEM) ที่รวม 4 ศาสตร์คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์

(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) [4] เข้าด้วยกันจึงเป็นวิธีการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้อย่างสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมได้ ครูยุคใหม่จึงเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญ เพราะต้องสามารถสอนและสร้างผู้เรียนในอนาคตของตนให้ผู้เรียนมีกิจกรรมที่สนุกกับการเรียน (Student engagement) เรียนรู้ด้วยการทำงาน (Learning by doing) มีอิสระทางความคิดและให้ความสำคัญกับการสืบค้นข้อมูล ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่นและกล้านำเสนอสิ่งที่รู้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้อื่นโดยผู้สอนจะเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนเท่านั้น [4] ซึ่งการสร้างบุคลากรครูที่มีความสามารถดังกล่าวจะต้องใช้รูปแบบการจัดการสอนที่เสริมทักษะการถ่ายทอดให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู การจัดการศึกษาแบบสะตีม (STEAM) จึงได้เกิดขึ้นมาโดยเพิ่มเติม “A” หรือ “Arts” ที่แปลว่าศาสตร์และศิลป์เพื่อเติมเต็มทักษะในเรื่องของการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครูเพื่อถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียน โดยเฉพาะผู้ที่เป็นนักศึกษาวิชาชีพครูในสายงานทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม ที่อาจจะไม่เคยเน้นทักษะการถ่ายทอดและใช้การสอนแบบท่องจำทฤษฎีตามตำราเมื่อฝึกสอน

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษาเพื่อให้นักศึกษาวิชาชีพครูมีความเข้าใจในศาสตร์วิชาชีพของตนและเห็นความสำคัญของทักษะการถ่ายทอดความรู้โดยทดลองใช้รูปแบบการเรียนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการ STEAM ที่สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาวิชาชีพครูเป็นครูที่มีทักษะทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม พร้อมทั้งทักษะในด้านการถ่ายทอด เพื่อสร้างประชากรรุ่นใหม่ที่มีทักษะให้ตอบสนองนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1) เพื่อประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา

2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการ STEAM

รูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการ STEAM นั้น เป็นการเพิ่ม A หรือ Arts เข้าไปในกระบวนการ STEM บนพื้นฐานของการสนับสนุนให้เกิดการแก้ปัญหาด้วยความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) นับเป็นการ “หล่อหลอม” (Nurture) สิ่งที่นักเรียนสงสัยใคร่รู้ (Curiosity) และช่วยให้พัฒนาความคิดเชิงพิจารณ์ (Critical thinking) เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา เป็นรูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructionism Theory) ซึ่ง ซีมัวร์ เพเปอร์ต (Seymour Papert) มีการกล่าวถึงการสร้าง “สิ่งประดิษฐ์” ซึ่งผู้เรียนจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งมากขึ้นหากได้สร้างอะไรบางอย่าง [5] ดังนั้นการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสร้างสรรค์งานจึงเหมาะสมกับการเรียนทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม และสำหรับผู้ที่เรียนในสายวิชาชีพครูทางด้านอุตสาหกรรมศึกษา การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจะให้ผู้เรียนค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี วัสดุอุปกรณ์ต่างๆซึ่งเป็นการเรียนรู้ในขั้น “S” หรือวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบ ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเช่น โปรแกรมจำลองการทำงาน หรือชุดฝึกปฏิบัติการซึ่งเป็นการเรียนรู้ในขั้น “T” หรือเทคโนโลยีจนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้นพร้อมทั้งสามารถสร้างโครงงานขึ้นมาซึ่งเป็นการเรียนรู้ในขั้น “E” วิศวกรรมและ “M” คณิตศาสตร์ ที่จะต้องประเมินหรือประมาณค่าของชิ้นงานรวมทั้งการใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณโปรแกรมต่างๆ และขั้น “A” ศิลปะศาสตร์ในการถ่ายทอดงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจซึ่งสามารถช่วยให้นักศึกษาวิชาชีพครูมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ตัวเองสอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทิศทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของและยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด

รูปที่ 1 กระบวนการเรียนการสอนแบบ STEAM

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ STEAM ที่มีชื่อว่า DAPOA [6] ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการใช้โครงงานเป็นฐานที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ในสิ่งที่ตนเองทำอย่างแท้จริง รูปแบบ DAPOA ประกอบด้วยการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดหัวข้อ (D : Determination) ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ (A :Analysis) ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผนและการออกแบบ (P : Planning and Design) ขั้นที่ 4 ขั้นการดำเนินการ (O : Operation) และขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (A : Assessment) โดยกระบวนการเรียนการสอนจะให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนการสอนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการทั้ง 5 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ DAPOA

กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ขั้นกำหนดหัวข้อ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนรับโจทย์หรือข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อที่สนใจ

2) ขั้นการวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน โดยผู้เรียนต้องค้นคว้าข้อมูลได้ทั้งในและนอกเวลาเรียนและผู้สอนมีหน้าที่ให้คำปรึกษาเพื่อหาความเป็นไปได้

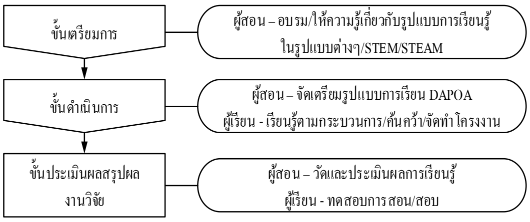
3) ขั้นการวางแผนและการออกแบบ เป็นขั้นตอนการวางแผนและการออกแบบ โดยออกแบบจากการค้นคว้าและการวิเคราะห์ในขั้นที่ผ่านมา โดยจะเห็นถึงรายละเอียดและแบบร่างของโครงงานที่พร้อมที่จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

4) ขั้นการดำเนินการ เป็นขั้นตอนดำเนินการตามแผนการที่วางไว้โดยให้เวลาทำโครงงานตามกำหนดนอกเวลาเรียน และมีการนัดหมายตรวจสอบความก้าวหน้าทุกๆสัปดาห์หรือวันแล้วแต่การกำหนดเพื่อนำเสนอสิ่งที่ทำ ปัญหาที่ค้นพบและวางแผนงานในการทำงานในสัปดาห์หรือวันต่อไป

5) ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล เขียนรายงานตามการดำเนินงานโครงงาน วิธีดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน การสรุปผลของโครงงานและข้อเสนอแนะที่ผ่านการดำเนินการเอง ผู้สอนมีหน้าที่ประเมินรวมทั้งสรุปสิ่งที่ได้

3. การดำเนินการวิจัย

การประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน DAPOA ใช้กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษาแขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวงจรควบคุมการขับเคลื่อนและการประยุกต์จำนวน 9 คน ตามสภาพห้องเรียนจริงในภาคการศึกษา 2/2560 ซึ่งผู้เรียนในสายวิชาชีพครูจะต้องมีการทดลองสอนในหัวข้อที่ตนสนใจพร้อมทั้งสื่อประกอบการสอน โดยต้องมีทักษะในการนำเสนอสื่อให้น่าสนใจและถูกต้อง เพื่อให้เป็นครูในอนาคตที่มีทักษะที่เพียบพร้อมผู้วิจัยจึงได้จัดกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา

โดยผู้เรียนในสายวิชาชีพครูจะต้องผ่านการอบรมความรู้เบื้องต้นพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ก่อนแล้วจึงนำความรู้มาประยุกต์ใช้งานในสาขาวิชาชีพของตนดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 กิจกรรมเสริมความรู้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM

เมื่อผู้เรียนผ่านการฝึกอบรมเรื่อง STEAM ผู้วิจัยจึงได้สรุปประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนขาดหรือตกหล่น แล้วจึงนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน DAPOA โดยกำหนดให้ผู้เรียนจัดทำสื่อประกอบการสอนโดยใช้ความรู้ในรายวิชาที่เรียน และความรู้จากรายวิชาอื่น/แหล่งข้อมูลอื่นๆ หรือการฝึกอบรม มาสร้างสื่อการสอนพร้อมทั้งสอบสอนในหัวข้อที่ผู้เรียนเลือก แล้วจึงประเมินผลโครงงานว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในหัวข้อนั้นหรือไม่ ซึ่งกิจกรรมการเรียนแต่ละขั้นจะใช้แบบประเมินตามขั้นตอนของ DAPOA

รูปที่ 5 เรียนทฤษฎีและอบรมความรู้ของรายวิชาก่อนกิจกรรม DAPOA

รูปที่ 6 การดำเนินงานตามกิจกรรม DAPOA เพื่อสร้างโครงงาน

รูปที่ 7 การสอบสอนเพื่อฝึกฝนทักษะการถ่ายทอดความรู้

4. ผลของการวิจัย

การประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษาเป็นการใช้แนวคิดของกระบวนการ STEAM เพื่อให้นักศึกษาวิชาชีพครูมีทักษะในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พร้อมทั้งมีทักษะการถ่ายทอดที่ดีสามารถเป็นครูที่มีคุณภาพได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในหัวข้อต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ที่	รายการประเมิน	เฉลี่ย	ระดับ
1	กระบวนการเรียนรู้แบบ STEAM	4.66	มาก
2	กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ DAPOA	4.51	มาก
3	ด้านความรู้ความเข้าใจของสื่อ	4.40	มาก
4	ด้านการวัดและการประเมินผล	4.17	มาก
	รวม	4.44	**มาก**

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนจากตารางที่ 1 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 มีค่าระดับความพึงพอใจมาก

5. สรุปผล

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์แนวคิดการจัดการศึกษาแบบ STEAM สำหรับนักศึกษาสายวิชาชีพครูสาขาอุตสาหกรรมศึกษา โดยทดลองใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาวงจรควบคุมการขับเคลื่อนและการประยุกต์ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ที่ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.44) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาผลของการดำเนินงาน พบว่าผู้เรียนมีความรู้สอดคล้องกับขั้นตอนของการเรียนรู้ในศาสตร์นั้นๆ และมีทักษะการนำเสนอที่สามารถนำไปประยุกต์ในการฝึกสอน มีทักษะในการปฏิบัติงาน และมีเจตคติที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของรัฐพลและคณะ [7] ที่ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน PEACADE ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.23) สามารถรองรับกับการเรียนรู้อย่างตลอดชีวิตที่ตอบสนองกับนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] ทิศนา แขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] Thailand 4.0 [Online]. Available: https://www.it24hrs.com

[3] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2579. [ออนไลน์] 2560. [สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2560]. จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

[4] STEM vs. STEAM ทำไหม A ถึงสร้างความแตกต่าง [Online]. Available: http://www.edtech.in.th/topic/14ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 : 5 – 20.

[5] Seymour Papert. Constructionism vs. Instructionism, 1980 [Online].Available: http//www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html

[6] พิชิต อ้วนไตร.“การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานแบบ DAPOA สำหรับการศึกษาด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม”การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 8, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.2558

[7] รัฐพล จินะวงค์และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล. “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือกันเรื่องสายอากาศไมโครเวฟสำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมครั้งที่ 5, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ. 5-6 กรกฎาคม 2555.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

พัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย

Developing Electrical Devices Control System inside the Building with Wireless Technology

สุภาวดี มากอ้น[1] วันประชา นวนสร้อย[1] น้ำเพ็ญ พรหมประสิทธิ์[1] ศิวดล นวลนภดล[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

414 ม.14 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180 โทรศัพท์ 074-584241 E-mail: supawadee.m@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอ (1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่รองรับบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย และ (2) การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายผ่านอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย Wi-Fi สำหรับสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล เนื่องจากระยะสั่งการด้วยสัญญาณ Wi-Fi มีระยะสั่งการที่ไกลกว่า Bluetooth โดยได้ศึกษาเปรียบเทียบด้วยกัน 2 กรณีคือ กรณี1 พื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 71 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 35 เมตร กรณี 2 พื้นที่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 60 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 18 เมตร และระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 4 รูปแบบ คือ 1. เปิด-ปิด ผ่านปุ่มควบคุมหน้าเว็บ 2.เปิด-ปิด ด้วยการตั้งเวลาผ่านหน้าเว็บ 3.ตรวจเช็คอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิดแอร์ และ 4.เปิด-ปิด ด้วยการกดปุ่มสวิตซ์ผ่านกล่องควบคุมโดยตรง ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยแก้ปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในกรณีที่เปิดใช้งานอุปกรณ์ทิ้งไว้ การติดตั้งใช้งานก็ทำได้สะดวก ไม่ต้องปรับเปลี่ยนระบบไฟผู้ใช้สามารถใช้งานระบบไฟเดิมได้

คำสำคัญ: วายฟาย อุปกรณ์ไฟฟ้า เว็บไซต์

Abstract

This article aims to present 1). the comparative analysis of wireless communication technologies supported on wireless communication devices, and 2). the development of electrical devices control system inside the building with wireless technology via the Internet. This study revealed that the researcher decided to use the Wi-Fi technology for commanding the electrical devices control system in a remote area. Due to the fact that using Wi-Fi could command the system further than using Bluetooth. The study was compared between 2 cases. Firstly, in the area without any obstacle showed that the devices were commanded by using Wi-Fi at 71 meters long and Bluetooth at 35 meters long. Secondly, in the area with the obstacles, the devices were commanded by using Wi-Fi at 60 meters long and Bluetooth at 18 meters long. The developed system could command the devices with 4 patterns: 1). turning on-off with the control button on the website, 2). turning on-off with the timer on the website, 3). checking temperature for turning on-off the air conditioner, and 4). turning on-off the switch through the control box directly. The developed system could also solve the problem of consuming electricity in case that the device was still turned on. Installation of the system was convenient, and no need to modify the electrical system. Users can use the original system.

Keyword: Wi-Fi, electrical devices, website

1. บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่รองรับการทำงานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ และสมาร์ทโฟน เป็นต้น เริ่มมีบทบาทมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Thing :IoT) [1] ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) ออฟฟิตอัจฉริยะ (Smart Office) บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) ใช้เพื่อสั่งการควบคุมการทำงานระยะไกลของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านพักอาศัย เช่น เปิด-ปิดไฟ เปิด-ปิดโทรทัศน์ และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน และยังสามารถแก้ปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าได้ในกรณีลืมปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานหรือบ้านพักอาศัย ซึ่งสามารถสั่งการจากที่ไหนเมื่อไรก็ได้ รวมถึงช่วยในระบบรักษาความปลอดภัย เช่น ป้องกันอันตรายจากอัคคีภัยซึ่งอาจเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ได้อีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดนำเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่รองรับการทำงานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย พัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความชาญฉลาดมากขึ้น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร เช่น

การสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟ การสั่งเปิด-ปิดแอร์ การสั่งควบคุมแอร์อัตโนมัติโดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก เช่น ถ้าอุณหภูมิ เกิน 30 องศา ให้ทำการเปิดแอร์ และสามารถตรวจเช็คอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการเปิดใช้งานอยู่ในขณะที่ไม่มีผู้ใช้หรือหมดเวลาทำงาน โดยการสั่งการผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ระยะไกลผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยงข้อง

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่รองรับการทำงานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย แสดงได้ดังตารางที่ 1 พบว่า Wi-Fi มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานมากกว่า Bluetooth และ NFC เนื่องจากระยะทางในการส่งสัญญาณไกลกว่า มีอัตราบิตที่สูงกว่า และการประยุกต์ใช้งานเหมาะกับการใช้งานประเภท Wireless internet มากกว่าแบบอื่น

ตารางที่ 1 เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายรองรับบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย [2]

คุณสมบัติ	เทคโนโลยี		
	NFC	Bluetooth	Wi-Fi
มาตรฐานเครือข่าย	ISO/IEC14443-4	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11
ชนิดเครือข่าย	Point-to-point	WPAN	WLAN
อัตราบิต	106/212/ 424 Kbps	22 Mbps	144 Mbps
ระยะทางการรับ-ส่งสัญญาณ	up to <0.2 m	~10 m	~100 m
ย่านความถี่	HF 13.56 MHz	2.4 - 2.5 GHz	2.4 - 5 GHz
ระยะเวลาเปิด	< 0.1 s	< 6 s	< 5 s
การใช้พลังงาน	< 15mA	ต่างไปตามชั้น	-

2.2 ราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi) [3]

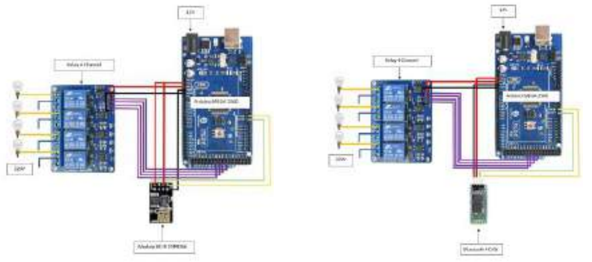
บอร์ด Raspberry Pi สามารถทำงานได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ การพัฒนาซอฟต์แวร์ก็คล้ายกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ แต่ Raspberry Pi เหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่ใช้ทรัพยากรน้อย เช่น เว็บไซต์เพื่อสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ติดตั้งใช้งานเคลื่อนย้ายสะดวก และใช้พลังงานน้อยกว่าคอมพิวเตอร์

(ก) (ข)

รูปที่ 1 (ก) บอร์ด Raspberry Pi (ข) หน้าเว็บไซต์พัฒนาด้วย Raspberry Pi

2.3 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วย Arduino MEGA 2560 เชื่อมต่อกับ Module Wi-Fi ESP8266 และ Module Bluetooth HC-06 ทำหน้าที่ติดต่อรับคำสั่งจาก Raspberry pi ผ่านWi-Fi และ Bluetooth เพื่อสั่งการไปยัง Relay ให้อุปกรณ์ทำงานตามคำสั่ง งานวิจัยนี้ได้ทำการต่อวงจรกับ Module เทคโนโลยีไร้สายทั้ง 2 แบบ เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของระยะสั่งการควบคุมอุปกรณ์

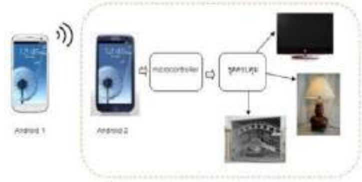


(ก)ชุดควบควบด้วย Module Wi-Fi (ข)ชุดควบควบด้วย Module Bluetooth

รูปที่ 2 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

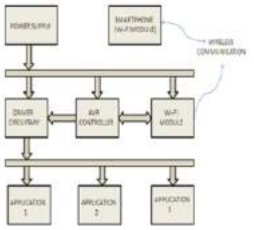
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 ระบบควบคุมบ้านผ่านแอนดอรยด์ (Smart Home using Android) โดยสายใจ การะศรี, สุกัญญา นามบัญฑิตย์ [4] นำเสนอเกี่ยวกับการทำงานสั่งการด้วย Android 2 ตัว ตัวแรกอยู่ฝั่งผู้ใช้งานและตัวที่สองอยู่ในส่วนชุดควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ Android ตัวแรกจะเป็นตัวรับค่าสั่งการใช้งานและส่งผ่านข้อมูลคำสั่งไปที่ Android ตัวที่สองผ่านทาง wireless ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการชุดควบคุมให้ทำงานควบคุมการเปิด-ปิด ของหลอดไฟ ข้อเสียของงานวิจัยนี้คือ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานAndroid ถึง 2 ตัว ทำสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และสิ้นเปลืองพลังงาน



รูปที่ 3 หลักการทำงานของ Smart Home using Android

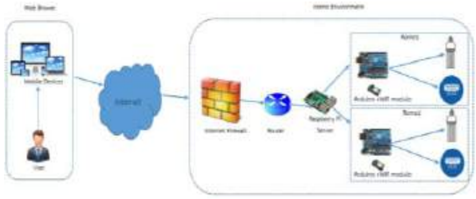
2.4.2 SMART HOME USING ANDRIOD APPLICATION โดย J. Dhawade Pooja, Y.V. Lathkar, B. Date Purushottam [5] นำเสนอเทคโนโลยีที่ผู้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือที่มีแพลตฟอร์มแอนดรอยด์เพื่อให้สามารถใช้งานเครือข่าย Wi-Fi ซึ่งเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ซึ่งควบคุมเครื่องใช้ภายในบ้านได้



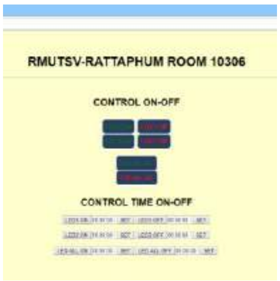
รูปที่ 4 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

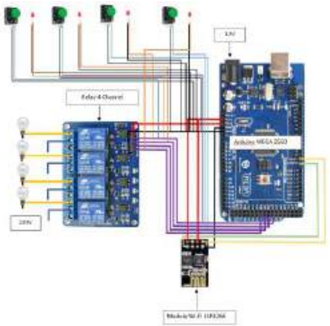
ระบบแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 5 ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของเว็บบราวเซอร์สำหรับควบคุมการทำงานผ่านหน้าเว็บ ดังรูปที่ 6 และส่วนที่ 2 เป็นฝั่ง Home Environment โดยมี Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็น Server รับคำสั่งผู้ใช้ผ่านทางเว็บบราวเซอร์จากส่วนที่1 เพื่อส่งคำสั่งให้ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน โดยมีบอร์ด Arduino เชื่อมต่ออยู่กับโมดูล Wi-Fi และ relay ที่ต่ออยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวล์ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 5 ภาพรวมการออกแบบพัฒนาระบบ



รูปที่ 6 หน้าเว็บไซต์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

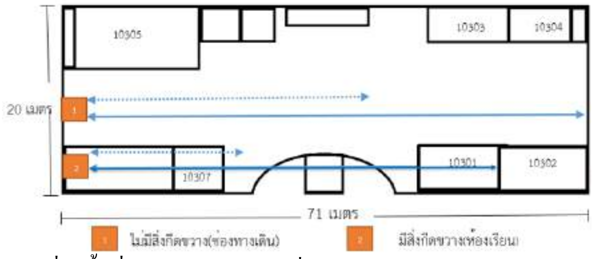


รูปที่ 7 การต่อวงจรบอร์ดสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

4.1 ผลการเปรียบเทียบระยะสั่งการระหว่างโมดูล Wi-Fi และ Bluetooth

งานวิจัยนี้มีการทดลองบนเงื่อนไขเดียวกัน ได้แก่ 1) การต่อวงจรสำหรับควบคุมด้วยบอร์ด Arduino และ relay แบบเดียวกันต่างที่โมดูล Wi-Fi และ Bluetooth ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 2) พื้นที่ในการทดลองแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 มีสิ่งกีดขวางซึ่งใช้ห้องเรียนเป็นสิ่งกีดขวาง และ กรณีที่ 2 ไม่มีสิ่งกีดขวางใช้พื้นที่ว่างบริเวณตรงกลางตึก ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 พื้นที่ทดลองการวัดระยะสั่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

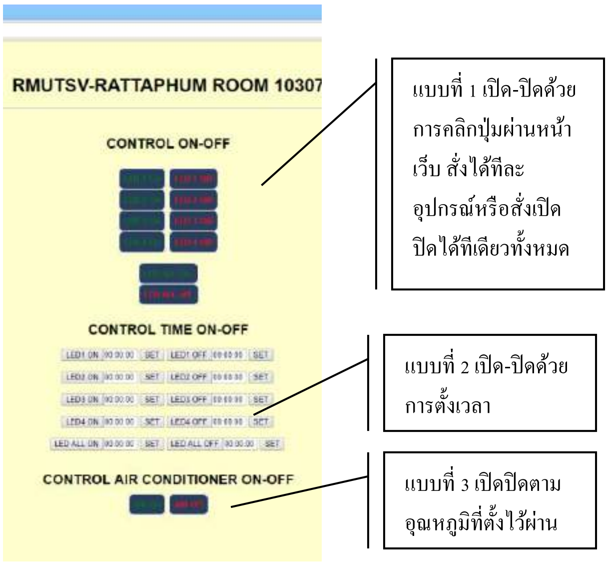
จากการทดลองได้ทำการวางตำแหน่ง Raspberry Pi ซึ่งทำหน้าที่เป็น server ไว้ตรงฝั่งซ้ายสุดของพื้นที่ทดลอง ดังกล่องสี่เหลี่ยมในรูปที่ 8 ผลจากการทดลองพบว่าทั้ง 2 กรณี สัญญาณ Wi-Fi สามารถสั่งการได้ในระยะที่ไกลกว่าสัญญาณ Bluetooth ดังตารางที่ 2 งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายแบบ Wi-Fi ในการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระยะสั่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

สัญญาณ	พื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง	พื้นที่มีสิ่งกีดขวาง
Wi-Fi	71	60
Bluetooth	35	18

4.2 ผลการออกแบบหน้าสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

ระบบสามารถควบคุมการอุปกรณ์ได้ 4 รูปแบบ แบบที่ 1 เปิด-ปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ แบบที่ 2 ตั้งเวลาเปิด-ปิด ผ่านหน้าเว็บบราวเซอร์ แบบที่ 3 ตั้งอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิด แอร์มีการใช้งานเช่นเดียวกับแบบที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 9 และแบบที่ 4 แบบเปิด-ปิดผ่านปุ่มสวิตซ์จากกล่องควบคุมอุปกรณ์โดยตรง ดังรูปที่ 10

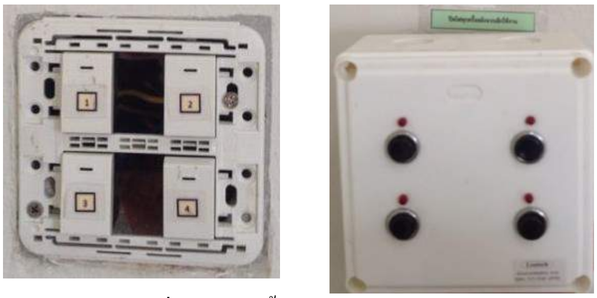


รูปที่ 9 สั่งการควบคุมผ่านหน้าเว็บไซต์

รูปที่ 10 ควบคุมโดยตรงจากกล่องควบคุมอุปกรณ์

4.3 การนำไปใช้งานจริงภายในบ้านพักอาศัย

กล่องควบคุมอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถการติดตั้งใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟจริง โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงระบบไฟภายในบ้าน เพียงนำกล่องที่พัฒนาขึ้นมาแทนที่สวิตซ์เดิมของไฟแต่ละดวงโดยต่อสายกระแสสลับ 220 โวลต์ เข้ากับ relay ภายในกล่องควบคุมที่พัฒนาขึ้นได้ ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 การติดตั้งใช้งานจริงภายในอาคาร

5. สรุปและอภิปลายผล

5.1.สรุปผล

งานวิจัยนี้เลือกใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายแบบ Wi-Fi เนื่องจากมีระยะในการสั่งการควบคุมได้ไกล และครอบคลุมพื้นที่ทดลองขนาด 71 x 20 ตารางเมตร ซึ่งมีระยะควบคุมได้ไกลถึง 60 เมตร กรณีมีสิ่งกัดขวาง และ 71 เมตร กรณีไม่มีสิ่งกีดขวาง กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พัฒนาในงานวิจัยนี้มีการติดตั้งใช้งานจริงภายในอาคารประชีพชูพันธ์ ชั้น 3 วิทยาลัยรัตภูมิ ซึ่งมีห้องเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน มีการติดตั้งใช้งานเป็นระยะเวลา 2 ปี ผลปรากฏว่าระบบยังมีการใช้งานอยู่จนถึงปัจจุบัน ระบบสามารถสั่งการควบคุมได้ครอบคลุมทุกห้องเรียน และการสั่งการควบคุมทำได้ 4 รูปแบบ คือ 1.เปิด-ปิด ผ่านปุ่มควบคุมหน้าเว็บ 2.เปิด-ปิด ด้วยการตั้งเวลาผ่านหน้าเว็บ 3.ตั้งเวลาและเช็คอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิดแอร์ และ 4.เปิด-ปิด ด้วยการกดปุ่มสวิตซ์ผ่านกล่องควบคุมโดยตรง สำหรับการประยุกต์ใช้งานจริงก็ทำได้สะดวก ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งใช้งาน

5.2 อภิปลายผล

งานวิจัยนี้สามารถอภิปลายผลได้ดังนี้

1) การวางตำแหน่งของ Raspberry Pi ซึ่งทำหน้าที่เป็น server สำหรับรับคำสั่งจากผู้ใช้ และสั่งการต่อไปยังอุปกรณ์แต่ละจุด ควรวางไว้ตำแหน่ง server ไว้กลางอาคารเพื่อให้สัญญาณของ Wi-Fi ที่เชื่อมต่อไปยังชุดอุปกรณ์ควบคุมมีความเข้มเพิ่มขึ้น และ
2) กรณีการเชื่อมต่อระหว่าง server กับกล่องควบคุมครั้งแรก ควรมีระยะห่างไม่เกิน 30 เมตร กรณีได้ทำการเชื่อมต่อกันแล้ว ระบบสามารถสั่งการได้ไกลถึง 71 เมตร กรณีไม่มีสิ่งกีดขวาง และ60 เมตรกรณีมีสิ่งกีดขวาง

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Menaka, C. Radhika, “ A Survey on Controlled Access of Iot Devices in Home Automation,” International Journal of Engineering and Management Invention (IJEMI), vol. 01, pp. 143-146, December 2016

[2] Oleh Horyachyy, “Comparison of Wireless Communication Technologies used in a Smart Home: Analysis of wireless sensor node based on Arduino in home automation scenario”, Master of Science in Electrical Engineering with emphasis on Telecommunication Systems ,June 2017.

[3] Vaishnavi S. Gunge, Pratibha S. Yalagi, “Design of Raspberry Pi based Home Automation through Android Application”, International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJIET), Vvl. 7 Issue 1, pp.532-535, June 2016.

[4] สายใจ การะศรี สุกัญญา นามบัญฑิต. 2555. ระบบควบคุมบ้านผ่านแอนดรอยด์ ปริญญานิพนธ์ฉบับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

[5] J.Dhawade Pooja, Y.V. Lathkar, B.Date Purushottam, “A SMART HOME USING ANDRIOD APPLICATION”, vol 03 Issue: 04, pp.365-367, Apr-2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การสังเคราะห์วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมดด้วย CCCCTA

ฐิติพร จันทร์ดา[1] , ประยงค์ เสาร์แก้ว[2], อดิเรก จันตะคุณ[2*]

[1]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, [2]คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 Email: [1]thitiporn_koy@hotmail.com, [2*]mr.adirek@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสังเคราะห์วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมด วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งที่นำเสนอใช้ CCCCTA จำนวน 2 ตัว และตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ จำนวน 1 ตัว วงจรสามารถทำงานได้ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแสโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจร อัตราขยายและเฟสของวงจรสามารถปรับได้อย่างอิสระด้วยกระแสไบแอสภายนอก ผลการจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม Pspice พบว่าสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้วิเคราะห์ไว้

คำสำคัญ: วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่ง, สองโหมด, CCCCTA

Abstract

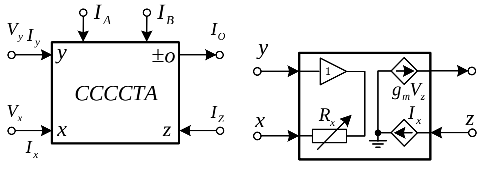
The performance analysis of first-order allpass filter is presented in this paper. The proposed first-order allpass filter provides two current controlled current conveyor transconductance amplifiers and single grounded capacitor. It can be operated in voltage-mode and current-mode without changing the circuit configurations. The gain and phase response of proposed circuit can be adjusted electronically/independently by DC bias currents. The Pspice simulation results are agreed with the theoretical analysis.

Keywords: Allpass filter, Dual-mode, CCCCTA

1. บทนำ

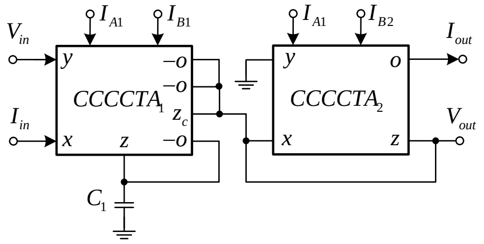
วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งหรือเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อวงจรเลื่อนเฟสของสัญญาณ [1-5] ซึ่งวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งมักจะถูกนำไปประยุกต์ใช้งานต่ออย่างกว้างขวาง เช่น ในระบบสื่อสาร การประมวลผลสัญญาณแอนาลอก วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ต่างเฟส 90 องศา วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์หลายเฟส วงจรกรองแถบความถี่ผ่านค่าควอลิตี้แฟคเตอร์สูง เป็นต้น [6-15]. จากเหตุผลและการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายจึงทำให้วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งได้รับความสนใจและวิจัยจำนวนมาก โดยผลงานวิจัยวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งจะใช้อุปกรณ์แอคทีฟที่แตกต่างกัน เช่น CDTA, CCTA, CFTA, DBTA เป็นต้น นอกจากนี้แล้วงานวิจัยส่วนมากจะให้ความสำคัญกับการควบคุมการทำงานของวงจรด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากจะทำให้สามารถควบคุมการทำงานของวงจรได้ง่ายด้วยไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ [16-20] สำหรับวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งที่มีการนำเสนอจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ดังเช่นวงจรที่นำเสนอใน [1, 6, 8-9, 12, 16-18] ใช้อุปกรณ์แอคทีฟเพียงตัวเดียวและตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ ทำให้วงจรมีขนาดเล็กและตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ยังช่วยชดเชยค่าความจุแฝงที่โนดและพอร์ตของอุปกรณ์ แต่อย่างไรก็ตามวงจรเหล่านี้ไม่สามารถปรับอัตราขยายได้ ทำให้เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์แบบต่างเฟส 90 องศา [6, 14] และวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์หลายเฟส [13] วงจรจะไม่สามารถปรับเงื่อนไขและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้อย่างอิสระ จึงมีความจำเป็นต้องต่อวงจรขยายเพิ่มเติม และในทำนองเดียวกันหากนำวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งประยุกต์ใช้งานในวงจรกรองแถบความถี่ผ่านจำเป็นต้องใช้วงจรขยายเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถปรับค่าควอลิตี้แฟคเตอร์ได้อย่างอิสระ [6-7, 10, 21-20] บางวงจรสามารถปรับได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์แต่มีความจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานในวงจร [2, 8-12, 20] ทำให้หากนำไปสร้างเป็นวงจรรวมจะทำได้ยากและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า [6] วงจรที่นำเสนอใน [5, 10-11, 13, 19-20] มีข้อดีที่สามารถควบคุมเฟสและความถี่ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่วงจรมีความจำเป็นต้องใช้ตัวเก็บประจุแบบลอยทำให้หากนำไปสร้างวงจรรวมต้องใช้พื้นที่มากขึ้น อีกทั้งบางวงจรทำงานได้เพียงโหมดกระแส [2-4, 6-8, 13, 17-19] หรือโหมดแรงดัน [5, 14-16, 20] เพียงอย่างเดียว

บทความนี้นำเสนอวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมดที่ใช้ CCCCTA วงจรทำงานได้ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแสโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างวงจร โครงสร้างวงจรประกอบด้วย CCCCTA 2 ตัวและตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ 1 ตัว จึงทำให้เหมาะต่อการนำไปสร้างเป็นวงจร วงจรที่นำเสนอสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์จากกระแสไบแอส และวงจรมีอัตราขยายที่สามารถปรับได้อิสระจากเฟสและความถี่ ผลการจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม Pspice พบว่าได้ผลสอดคล้องกับทฤษฎีเป็นอย่างดี



(ก) (ข)

รูปที่ 1 CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูลย์



รูปที่ 2 วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมด

2. หลักการและการทำงาน

2.1 CCCCTA

วงจรขยายความนำถ่ายโอนสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแส (Current controlled current conveyor transconductance amplifier) หรือที่เรียกย่อว่า CCCCTA ถูกวิจัยโดย Montree และ Winai ในปี 2008 เป็นอุปกรณ์ที่น่าสนใจ เพราะสามารถทำงานได้ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแส และที่สำคัญอีกอย่างที่ขา x มีความต้านทานภายในที่สามารถควบคุมได้ด้วยกระแสไบแอส สัญลักษณ์และวงจรสมมูลย์ของ CCCCTA สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 1 คุณลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันไฟฟ้าของ CCCCTA แสดงได้ดังสมการที่ 1

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_{z,zc} \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & R_x & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm g_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_y \\ I_x \\ V_o \\ V_z \end{bmatrix} \tag{1}$$

ถ้า CCCCTA มีโครงสร้างจากไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ ความต้านทาน R_x จะมีค่าเป็น

$$R_x = \frac{V_T}{2I_A} \tag{2}$$

และความนำถ่ายโอน g_m จะได้

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \tag{3}$$

จะเห็นว่าความต้านทาน R_x จะสามารถปรับค่าได้ด้วยกระแสไบแอส I_A ส่วนความนำถ่ายโอน g_m ปรับค่าได้ด้วยกระแสไบแอส I_B

2.2 วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมด

โครงสร้างวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมดแสดงไว้ในรูปที่ 2 วงจรประกอบด้วย CCCCTA 2 ตัวและตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ 1 ตัว จึงทำให้เหมาะต่อการนำไปสร้างเป็นวงจรรวม อธิบายการทำงานของวงจรแต่ละโหมดดังนี้

2.2.1 การทำงานในโหมดแรงดัน

วงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งดังรูปที่ 2 จะทำงานในโหมดแรงดัน เมื่อต่อขา I_{in} ลงกราวนด์และป้อน V_{in} เข้าที่ขา y ของ CCCCTA ตัวแรก ซึ่งจะเห็นว่ามีอิมพิแดนซ์สูง เมื่อใช้สมการคุณลักษณะสมบัติของ CCCCTA จะสามารถวิเคราะห์หาฟังก์ชั่นถ่ายโอนของวงจรได้เป็น

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{R_{x2}}{2R_{x1}}\left(\frac{C_1 s - g_{m1}}{C_1 s + g_{m1}}\right) \tag{4}$$

จากสมการที่ 4 วิเคราะห์หาอัตราขยาย ความถี่และเฟสของวงจรได้ดังนี้

$$G(\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{x2}}{2R_{x1}} \tag{5}$$

$$\omega_0 = \frac{g_{m1}}{C_1} \tag{6}$$

และ

$$\phi(\omega) = 180 - 2\tan^{-1}\left(\frac{\omega C_1}{g_{m1}}\right) \tag{7}$$

แทนค่า $R_{x1} = \frac{V_T}{2I_{A1}}$, $R_{x2} = \frac{V_T}{2I_{A2}}$ และ $g_{m1} = \frac{I_{B1}}{2V_T}$ ลงใน (5) - (7), จะได้อัตราขยายแรงดัน ความถี่และเฟสของวงจรเป็น

$$G(\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_{A1}}{2I_{A2}} \tag{8}$$

$$\omega_0 = \frac{I_{B1}}{2V_T C_1} \quad 9)$$

และ

$$\phi(\omega) = 180 - 2\tan^{-1}\left(\frac{2V_T \omega C_1}{I_{B1}}\right) \tag{10}$$

ดังจะเห็นได้ว่าอัตราขยาย สามารถปรับได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์จากกระแสไบแอส I_{A1} or I_{A2} โดยไม่กระทบต่อความถี่และเฟส ส่วนความถี่กับเฟสสามารถปรับได้จาก I_{B1}.

2.2.2 การทำงานในโหมดกระแส

ในทำนองเดียวกันวงจรจะทำงานในโหมดกระแส เมื่อต่อขา V_{in} ลงกราวนด์ และป้อนกระแสอินพุตเข้าที่ขา x ของ CCCCTA ตัวแรก และทำให้วงจรมีอินพุตอิมพิแดนซ์ต่ำด้วยการปรับกระแสไบแอส I_{A1} ให้มีค่ามากขึ้น ส่วนขาต่อเอาต์พุต I_{out} จะมีอิมพิแดนซ์สูง เมื่อวิเคราะห์หาฟังก์ชั่นถ่ายโอนจะได้

$$\frac{I_{out}(s)}{I_{in}(s)} = \frac{R_{x2}g_{m2}}{2}\left(\frac{C_1 s - g_{m1}}{C_1 s + g_{m1}}\right) \tag{11}$$

และจะได้อัตราขยายกระแสเป็น

$$G(\omega) = \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{R_{x2}g_{m2}}{2} \tag{12}$$

ส่วนความถี่และเฟสจะได้เช่นเดียวกับการทำงานในโหมดแรงดัน ดังสมการที่ (6) และ (7), ตามลำดับ และหากแทน $R_{x2} = \frac{V_T}{2I_{A2}}$ และ $g_{m2} = \frac{I_{B2}}{2V_T}$ ลงใน (12) อัตราขยายกระแสจะได้เป็น

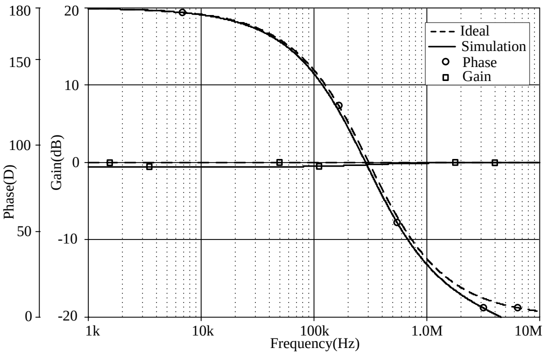
$$G(\omega) = \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{I_{B2}}{8I_{A2}} \qquad (13)$$

นั่นคือ อัตราขยายกระแสปรับได้จากกระแสไบแอส I_{A2} หรือ I_{B2} โดยไม่กระทบต่อความถี่และเฟสของวงจร ส่วนความถี่และเฟสของวงจรยังคงปรับได้จากกระแสไบแอส I_{B1} ดังสมการที่ (9) และ (10)

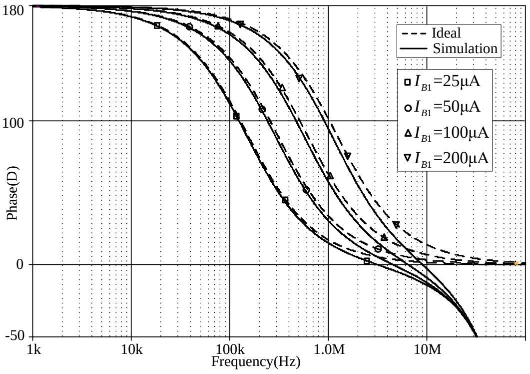
3. การจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพการทำงานของวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งสองโหมด จึงจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม Pspice โดยใช้โครงสร้างของ CCCCTA จากไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ที่นำเสนอไว้ใน [4] และใช้พารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์. NPN และ PNP ของ NR200 และ PR200 ของทรานซิสเตอร์แอร์เรย์ ALA400 ใช้แหล่งจ่ายให้วงจร ±1.5V

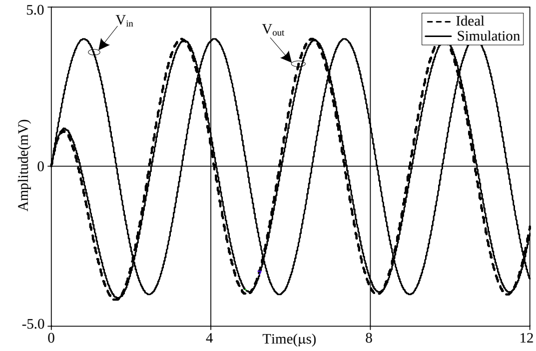
สาธิตการทำงานของวงจรเพียงโหมดแรงดันเพียงอย่างเดียว โดยกำหนดตัวเก็บประจุ C_1 = 500pF กระแสไบแอส $I_{A1} = 100\mu A$ และ $I_{A2} = I_{B1} = I_{B2} = 50\mu A$. คำนวณหาความถี่ เฟสและอัตราขยายเป็น 306.06 kHz, $\phi(\omega) = 90^o$ และ $G(\omega) = 1$. ผลการจำลองการทำงานของอัตราขยายและเฟส ดังรูปที่ 3 จะเห็นว่าสอดคล้องกับทฤษฎีอย่างมาก ส่วนรูปที่ 4 แสดงผลการจำลองการทำงานของเฟสกับทฤษฎี เมื่อปรับกระแสไบแอส I_{B1} จาก 25μA, 50μA, 100μA และ 200μA ทำให้ความถี่ที่มีเฟส 90 องศาเปลี่ยนเป็น 153.03 kHz, 306.06kHz, 612.12kHz และ 1.22MHz ตามลำดับ การทำงานของวงจรในโดเมนเวลาด้วยการป้อนสัญญาณแรงดันอินพุตความถี่ 306.06kHz ขนาด 8mVp-p ทำให้ได้ผลการทำลองการทำงานเปรียบเทียบกับทฤษฎีดังรูปที่ 5 ผลการจำลองการทำงานในรูปที่ 6 แสดงการปรับอัตราขยายแรงดันด้วยกระแสไบแอส I_{A1} โดยปรับ $I_{A1} = 50\mu A, 75\mu A,\ 100\mu A$ และ 125μA ทำให้อัตราขยายแรงดันเปลี่ยนเป็น $G(\omega) = 0.5,\ 0.75,\ 1$ และ 1.25 ตามลำดับ



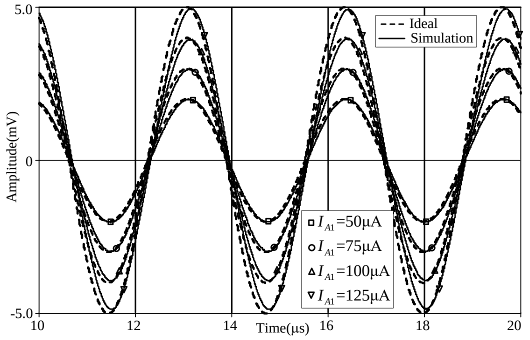
รูปที่ 3 อัตราขยายและเฟสของวงจรในโหมดแรงดัน



รูปที่ 4 การปรับเฟสด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ของโหมดแรงดัน



รูปที่ 5 ผลการทำงานในโดเมนเวลา เมื่อป้อนความถี่ 306.06kHz



รูปที่ 6 การอัตราขยายแรงดัน เมื่อเปลี่ยนแปลงกระแสไบแอส I_{A1}

4. Conclusion

บทความนี้นำเสนอวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่งที่ทำงานได้สองโหมด ทั้งโหมดแรงดันและโหมดกระแสโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจร วงจรประกอบด้วย CCCCTA 2 ตัวและตัวเก็บประจุต่อลงกราวนด์ 1 ตัว ความถี่และเฟสของทั้งสองโหมดมีค่าเดียวกันและสามารถปรับได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์จากกระแสไบแอส ส่วนอัตราขยายของวงจรสามารถปรับได้อิสระจากกระแสไบแอสโดยไม่มีผลกระทบต่อความถี่และเฟสของ การยืนยันการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม Pspice แสดงให้เห็นได้ว่า วงจรมีสมรรถนะที่ดีสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้การวิเคราะห์ไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Biolek, & V. Biolkova, "Allpass filter employing one grounded capacitor and one active element," Electronics Letters, 45(16), 2009, pp. 807-808.

[2] A. Iamarejin, S. Maneewan, P. Suwanjan, & Jaikla, K. "Current-mode variable gain first-order allpass filter employing CFTAs," PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, R. 89(Nr 2a/2013), 2013, pp. 238-241.

[3] W. Tangsrirat "Cascadable current-mode first-order allpass filter using current controlled conveyor," PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, R. 89(Nr 1a/2013), 2013, pp. 187-190.

[4] W. Jaikla, A. Noppakarn, & S. Lawanwisut "New gain controllable resistor-less current-mode first order allpass filter and its application," Radioengineering, 21(1), 2012, pp. 312-316.

[5] S. Maneewan, N. Udorn, D. Duangmala, P. Silapan & W. Jaikla, "A voltage-mode first order allpass filter based on VDTA,". Adv. Electric. & Electro. Eng., 12(1), 2014, pp. 40-46.

[6] W. Tangsrirat, P. Mongkolwai, & T. Pukkanun "Current-mode high-Q bandpass filter and mixed-mode quadrature oscillator using ZC-CFTAs and grounded capacitors," Indian J. of Pure & Applied Physics, 50, 2012, pp. 600-607.

[7] A. Toker, S. Ozoguz, O. Cicekoglu, & C. Acar "Current-mode all-pass filters using current differencing buffered amplifier and new high-Q bandpass filter configuration," IEEE Transactions on Circuits and Systems II, 47(9), 2000, pp. 949-954.

[8] K. Pitaksuttayaprot, & W. Jaikla "Electronically tunable current-mode multiphase sinusoidal oscillator employing CDCTA-based allpass filters," The 2014 International Conference on Circuits, Systems and Control, Interlaken. 22-24 February 2014, pp. 69-73.

[9] J. Vavra, J. Bajer, & D. Biolek "Differential-input buffered and transconductance amplifier-based all-pass filter and its application in quadrature oscillator," 35th International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 3-4 July 2012, pp. 411-415.

[10] A. Toker, E. O. Gunes, & S. Ozoguz "New high-Q band-pass configuration using current controlled current conveyor based all-pass filters," The 8th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2-5 September 2001, pp. 165-168,

[11] M. Kumngern, " Realization of electronically tunable first-order allpass filter using single-ended OTAs," 2012 IEEE Symposium of Industrial Electronics and Applications (ISIEA2012). Bandung, 23-26 Sept. 2012, pp. 100-103.

[12] N. Pandey, R. Pandey & S. K. Paul "A first order all pass filter and its application in a quadrature oscillator," Journal of Electron Devices, 12, 2012, pp. 772-777.

[13] W. Tangsrirat, & W. Tanjaroen, & T. Pukkalanun "Current-mode multiphase sinusoidal oscillator using CDTA-based allpass sections," Int. J Electron. Commun. (AEU)., 2009, 63, pp. 616-622.

[14] B. Chaturvedi & S. Maheshwari "An ideal voltage-mode all-pass filter and its application," Journal of Communication and Computer, 9, 2003, pp. 613-623.

[15] J. Bajer & D. Biolek "Voltage-mode electronically tunable all-pass filter employing CCCII+, one capacitor and differential-input voltage buffer," 2010 IEEE 26-th Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel, Israel, 17-20 Nov. 2010, pp. 934-937.

[16] N. Pandey, P. Arora, S. Kapur, & S. Malhotra "First order voltage mode MO-CCCCTA based all pass filter," 2011 International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP), Calicut, 10-12 Fab. 2011, pp. 535-537.

[17] A. Lahiri, & A. Chowdhury, A novel first-order current-mode all-pass filter using CDTA," Radioengineering, 18(3), 2009, pp. 300-305.

[18] N. Pandey, & S. K. Paul " Single CDTA-based current mode all-pass filter and its application," Journal of Electrical and Computer Engineering, 2011, ID 897631, doi:10.1155/2011/897631.

[19] W. Tangsrirat & W.Tanjaroen, Current-mode second-order notch filter using CDTA-based allpass section. SICE Annual Conference 2008, Japan, 20-22 August 2008, pp. 1143-1146.

[20] S. Maheshwari "Voltage-mode all-pass filters including minimum component count circuits," Active and Passive Electronic Components, 2007, ID 79159, doi:10.1155/2007/79159.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการดึงความรู้จากข้อมูลที่เกิดจากการบันทึกไม่แน่นอน

The Comparison of Efficiency in Knowledge Acquisition from Unstructured Data

วัจนา ขาวฟ้า[1] ภัทรพร สวนไพรินทร์[2] สุวัจชัย กมลสันติโรจน์[3]

[1]หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
295 ถนนนครราชสีมา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โทรศัพท์ 02-244-5690-1 E-mail: wachana_kho@dusit.ac.th
[2, 3]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-5552-000 ต่อ 4601, 4602
E-mail: uminadiaumi@gmail.com[2], suwatchai.k@sci.kmutnb.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลที่เกิดจากการบันทึกแบบไม่แน่นอนโดยใช้เทคนิคการดึงความรู้จากข้อมูล การออกแบบระบบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมข้อมูลโดยการพัฒนาคลังคำศัพท์สำหรับใช้ในกระบวนการตัดคำและแปลงโครงสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่มีโครงสร้างเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการนำไปวิเคราะห์และใช้ในโมเดลการจำแนกข้อมูล 2) การสร้างฐานความรู้ที่ได้จากการเปรียบเทียบอัลกอริทึมต่าง ๆ ได้แก่ RDR, J48, JRIP และ PART เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบใหม่ 3) การปรับปรุงฐานความรู้ด้วย RDR ซึ่งสามารถปรับปรุงโมเดลให้เป็นปัจจุบันโดยจะทำการเรียนรู้แบบอัตโนมัติจากข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาใหม่ในระบบ 4) การอนุมานความรู้เพื่อระบุประเภทข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองได้แก่ข้อมูลการขายสินค้าที่เก็บรวบรวมในระบบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 – 2560 ผลจากเปรียบเทียบพบว่า เทคนิค RDR เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในระบบจำแนกประเภทข้อมูล เมื่อการพัฒนาระบบเสร็จสิ้นลงผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลาที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลของระบบใหม่กับระบบเดิม พบว่าระบบใหม่สามารถจำแนกข้อมูลได้เร็วขึ้น 68.75 นาที และช่วยลดจำนวนคนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การดึงความรู้จากข้อมูล, เทคนิค Ripple Down Rule, ข้อมูลที่เกิดจากการบันทึกไม่แน่นอน

Abstract

This research aims to present the system that used to classify type of data from an unstructured data using Knowledge Acquisition. The system design consists of 4 steps as follow 1) Data Preparation by developing a Corpus using in word segmentation and part of tagging process for unstructured data into structured data which suitable for analyzing and implementing classification model 2) Knowledge Base development by comparing algorithms such as RDR, J4 8 , JRIP and PART in order to find out the most appropriated method for new system implementation 3) RDR which provide an auto-update model whenever new data has input into system 4) Knowledge Deduction for data identification. Dataset used in this study is selling data from 2015 – 2017 which kept in system. The result of comparison stated that RDR is the most appropriated technique used in data classification. After the system development finished, researches compared the efficiency of time consuming in the process of data classification between previous and new system. The result revealed that new system can work out rapidly for 68.75 minutes and cause the faster finished of work moreover can proficiency reduce the number of worker as well.

Keywords: Knowledge Acquisition, Ripple Down Rule, Unstructured Data

1. บทนำ

การบันทึกข้อมูลในรูปแบบที่ไม่แน่นอนจากผู้ใช้งานหลากหลายและการจัดเก็บข้อมูลที่ไม่เป็นโครงสร้าง ทำให้เกิดปัญหาในการที่จะนำข้อมูลมาใช้งานรวมทั้งการยืนยันว่าข้อมูลนั้น ๆ อยู่ในประเภทเดียวกัน หรือหมายถึงข้อมูลชิ้นเดียวกันหรือไม่ [1] งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเทคนิคการตัดคำและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่มีโครงสร้างเข้ามาช่วยเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำชุดข้อมูลไปสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากการดึงความรู้

ออกมาจากผู้เชี่ยวชาญ และนำกฎที่ได้นี้มาช่วยวิเคราะห์หาประเภทของข้อมูล มาพัฒนาเป็นระบบจำแนกจำแนกประเภทข้อมูลจากการบันทึกไม่แน่นอนในรูปแบบของการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อลดเวลาในการจำแนกประเภทข้อมูล เวลาที่ใช้ในการทำงาน รวมทั้งจำนวนคนที่ต้องช่วยกันจำแนกข้อมูล และความต้องการหาวิธีเปลี่ยนกระบวนการทำงานจากเดิมให้เป็นกระบวนการอัตโนมัติมากขึ้น

การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) คือ การทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการปรับตัวหรือจดจำเงื่อนไขและการตัดสินใจต่าง ๆ จนในที่สุดคอมพิวเตอร์ก็จะฉลาดพอที่จะทำการตัดสินใจบนข้อมูลใหม่ที่ไม่เคยเห็นมาก่อนได้สำเร็จ โดยเริ่มจากการป้อนข้อมูลเข้าไปเพื่อทำ Feature Extraction เพื่อสกัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องนั้นออกไป และให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับการนำไปให้สร้าง Model ที่สามารถนำไปใช้ในการทำนายหรือตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลชุดต่อ ๆ ไป [2] [3] เทคนิคการเรียนรู้ด้วยเครื่องที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 4 เทคนิค ได้แก่

1. Ripple Down Rule เป็นเทคนิคที่ในการจัดการความรู้ที่ถูกดึงมาจากผู้เชี่ยวชาญทีละปัญหา (Knowledge Acquisition) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแสดงผลในรูปแบบของกฎ ซึ่งนิยมใช้โครงสร้างต้นไม้มานำเสนอความรู้ผ่านโหนดรากเป็นโหนดพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล (Default Conclusion) โหนดสุดท้ายของแต่ละเส้นทางจะเป็นหนึ่งข้อสรุปของฐานความรู้ (Conclusion) โดยมีโครงสร้างเป็นไบนารีทรี ที่แต่ละโหนดมีลูกได้ไม่เกิน 2 โหนด ซึ่งโหนดมี 2 ประเภท คือ โหนดยกเว้น (Exception Node) และโหนดเท็จ (False Node)

2. Ripper Rule (JRIP) เป็นอัลกอริธึมที่มีการเรียนรู้ปัญหาจากข้อมูลและมีการพิสูจน์ผลโดยใช้การสร้างชุดของกฎ หลักการทำงานประกอบด้วย 2 เฟส ได้แก่ Building Stage เป็นการสร้างกฎเริ่มต้นและมีการ Pruning บางแอตทริบิวต์ออก และ Optimization Stage เป็นการเอากฎที่ได้ทั้งหมดมาตัดอีกรอบหนึ่งว่าควรตัดกฎใดออก เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล

3. Decision Tree: J48 เป็นอัลกอริทึมที่ใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ที่พัฒนาต่อยอดมาจาก ID3 และ C4.5 ต้นไม้ตัดสินใจมีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับต้นไม้หัวกลับที่มีรากอยู่ด้านบนและใบอยู่ด้านล่างสุด ภายในต้นไม้จะประกอบไปด้วยโหนด ซึ่งแต่ละโหนดนั้นจะแสดงถึงการตัดสินใจบนข้อมูลของคุณสมบัติต่าง ๆ ในการสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจจะคัดเลือกแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสผลลัพธ์มากที่สุดขึ้นไปเป็นโหนดบนสุดของต้นไม้

4. Decision List Partial Rule (PART) เป็นการนำเสนอ Production Rule ในรูปแบบ IF … Then ที่ใช้ในการแก้ปัญหา สามารถนำไปใช้สร้างกฎได้ รวดเร็วและง่ายต่อการนำไปใช้งาน กฎในลักษณะนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน กฎจะประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วน IF: เรียกว่า Antecedent (premise หรือ Condition) และส่วน THEN: เรียกว่า Consequent (Conclusion หรือ Action) รูปแบบไวยกรณ์อย่างง่าย คือ IF (ถ้า) < เงื่อนไข > THEN (แล้ว) < ผลที่ตามมา >

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 2015 Ammar Mohammed Mohamed Karam และ Hesham [4] พัฒนาวิธีการตัดคำแบบ Hybrid Methods โดยประยุกต์ใช้การทำ Dictionary Based Methods ซึ่งเป็นการทำคลังคำศัพท์ไว้ล่วงหน้า เมื่อต้องการตัดคำก็จะทำการเปรียบเทียบข้อความที่ต้องการตัดกับรายการคำที่เก็บไว้ในพจนานุกรม ร่วมกับ Statistical Based Methods ที่ใช้วิธีการแบบ N - Gram ในการคำนวนค่าความน่าจะเป็นของชุดอักขระที่เกิดร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดคำมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ พรพิรุณ โอ่งอินทร์ วรรณา ศิริแสงตระกูล และ พุธษดี ศิริแสงตระกูล [5] พัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าสถิติทั่วไปและใช้การทำเหมืองข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ร่วมกับวิธีการเรียนรู้กฎ (Rule Learning) และใช้วิธีริปเปอร์มาใช้วิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นนำกฎที่ได้จากการศึกษามาสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อค้นหากฎที่น่าสนใจแล้วจึงนำไปใช้วางแผนแก้ปัญหา นอกจากนี้ S.C. Gowri และ K. Meenakshi Sundaram [6] ได้วิจัยโดยใช้การทำ Text Mining เพื่อจัดประเภทข้อความและการ Retrieval นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบโครงสร้างการเก็บคำสำคัญเพื่อใช้ในการสืบค้นโดยมีการเรียงตามลำดับตัวอักษรและการเชื่อมโยงไปยังรายการอ้างอิงของเอกสารที่ปรากฏคำนั้น ๆ อยู่ และนำเสนอวิธีการ Encode Text ด้วย String Vector แทนการใช้เป็น Numeric ทำให้สามารถค้นหาคำได้อย่างรวดเร็ว

ในปี ค.ศ. 2013 Menaka S และ Radha [7] ได้จัดทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการทำ Text Classification ในการจัดประเภทเอกสารข้อความตามคำวลีหรือชุดคำที่เกี่ยวกับหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และนำ WordNet Dictionary มาช่วยเรื่องคำนวนหาระยะห่างของความหมายแต่ละคำ โดยมีการใช้เทคนิคการสกัดคำสำคัญออกมาจากข้อความ ซึ่งใช้วิธีการทำที่เรียกว่า Keyword Extraction โดยใช้เทคนิค TF-IDF และ WordNet ทำให้สามารถจัดทำฐานความรู้และคลังคำศัพท์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

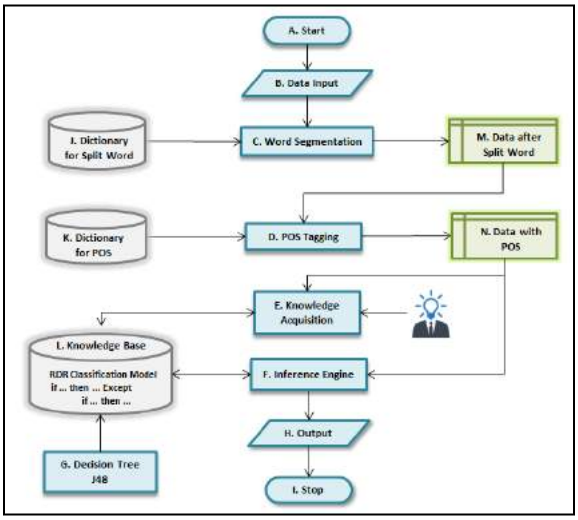
1. การเตรียมข้อมูลที่ใช้สร้างโมเดลโดยให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมและสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรม WEKA 3.8.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ข้อมูลการขายสินค้าของร้านผู้แทนจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง โดยรวบรวมข้อมูลการขายสินค้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 – 2560 โดยผลลัพท์ที่ได้ จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการความสะอาดข้อมูลและทำการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่มีโครงสร้างเนื่องจากชื่อสินค้าที่

แต่ละผู้แทนจำหน่ายแต่ละร้านระบุมานั้นมีความหลากหลาย โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อความที่ออกแบบไว้ในงานวิจัยนี้ในการแปลงรูปแบบของข้อความที่ไม่มีโครงสร้างให้มีโครงสร้าง

2. การเตรียมคลังคำศัพท์ ในขั้นตอนการตัดคำและแปลงโครงสร้างข้อมูลจำเป็นต้องใช้คลังคำศัพท์ในการเทียบเคียงคำ เพื่อช่วยในการเลือกคำที่พบจำนวนมากเข้ามาใส่เพิ่มในคลังคำศัพท์ให้ครอบคลุมข้อมูลที่นำมาใช้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้กำกับชนิดของคำเป็นการกำกับคำตามประเภทที่กำหนดไว้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกใช้อัลกอริธึม จำนวน 4 ตัว ได้แก่ Ripple Down Rule (RDR), Ripper Rule (JRIP), Decision Tree: J48 และ Decision List Partial Rule (PART) เพื่อทดสอบหาอัลกอริธึมที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้สร้างแบบจำลอง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลเรียบร้อยแล้วมาทดสอบจำแนกประเภทสินค้า

4. ออกแบบและพัฒนาระบบให้สามารถสร้างและปรับปรุงกฎได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของทั้ง 4 อัลกอริธึมและนำมาทดสอบประสิทธิภาพด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน พบว่า RDR สามารถเรียนรู้ข้อมูลได้ตลอดเวลา จึงเหมาะกับข้อมูลและปัญหาของงานวิจัยนี้มากที่สุด จึงได้นำโมเดลที่ได้จาก RDR มาใช้ออกแบบและพัฒนาระบบขึ้นมาใหม่ตามแผนภาพการไหลของระบบงาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพการไหลของระบบงาน

5. การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล โดยใช้วิธี Cross-validation ในประเด็นดังนี้ประสิทธิภาพของทุกโมเดลด้านความถูกต้องแม่นยำโดยพิจารณารวมทุกคลาส และประสิทธิภาพของทุกโมเดลในด้านความแม่นยำของโมเดล ความครบถ้วนของโมเดล และประสิทธิภาพโดยรวมซึ่งเป็นการพิจารณาแยกทีละคลาส รวมทั้งได้ทำการทดลองใช้งานระบบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลาและจำนวน User ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลระหว่างของระบบใหม่กับระบบเดิม

4. ผลการวิจัย

จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริธึมทั้ง 4 ด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน โดยทำการวัดผลประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ผลจากการทดลอง ดังนี้

1. ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) พบว่า RDR มีความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์ผลที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องร้อยละ 91.65 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของทุกโมเดลโดยพิจารณารวมทุกคลาส

Model Classified	Correctly Classified Instances	Incorrectly Classified Instances	% Correctly
RDR	1,833	167	91.65%
J48	1,683	317	84.15%
JRIP	1,658	342	82.90%
PART	1,605	395	80.25%

2. ความแม่นยำของโมเดล (Precision) ในการขจัดสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้มากน้อยเพียงใด พบว่า JRIP มีสามารถในการในการขจัดสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้ดีที่สุด ที่ 0.933 ดังตารางที่ 2

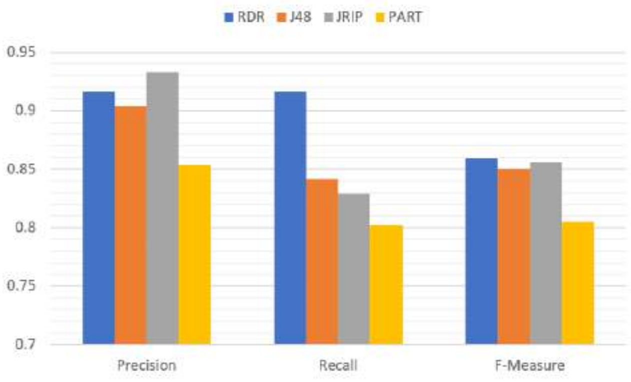
3. ความครบถ้วนของโมเดล (Recall) ว่ามีความประสิทธิภาพในการจำแนกสินค้าที่เกี่ยวข้องกับแต่ละคลาสออกมาได้มากหรือน้อย พบว่า RDR มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ 0.916 ดังตารางที่ 2

4. ประสิทธิภาพโดยรวม (F-Measure) คำนวนได้จากค่า Precision และ Recall โดยผลลัพธ์จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งค่าที่เข้าใกล้ 1 หมายถึง มีประสิทธิภาพจำแนกกลุ่มสูงและมีความถูกต้องในการพยากรณ์สูง พบว่า RDR มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ 0.859 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของทุกโมเดลโดยพิจารณาแยกทีละคลาส

Model Classified	Precision	Recall	F-Measure
RDR	0.916	0.916	0.859
J48	0.904	0.842	0.850
JRIP	0.933	0.829	0.856
PART	0.854	0.802	0.805

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยรวม ดังรูปที่ 2 พบว่า RDR เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือก RDR มาใช้ในการพัฒนาระบบใหม่



รูปที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดกลุ่มสินค้าจาก 4 อัลกอริธึม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาและจำนวน User ที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลในการทำงานของระบบใหม่กับระบบเดิม โดยใช้ข้อมูลทดสอบจำนวน 2,000 รายการ เป็นชุดทดลอง พบว่าระบบใหม่ใช้เวลาในการประมวลผลข้อมูลทดสอบ รวมทั้งจำนวน User น้อยกว่าระบบเดิม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล

Classify 2,000 Product	ระยะเวลา (Mins)	จำนวน User
ระบบเดิม	138.75	4
ระบบที่ออกแบบด้วย RDR	70	1

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบที่ใช้สำหรับจำแนกประเภทสินค้าจากรายการสินค้าที่บันทึกไม่แน่นอนพบว่าโมเดลที่ได้จากการใช้เทคนิค RDR ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในทุกหัวข้อ คือ วัดค่าความถูกต้องโดยรวมของระบบ การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลและการวัดค่าความครบถ้วนของโมเดล เมื่อพัฒนาระบบใหม่ และทำเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลของระบบโดยใช้ชุดข้อมูลสินค้าเปรียบเทียบกับระบบเดิม พบว่าระบบใหม่จำแนกข้อมูลได้เร็วขึ้น 68.75 นาที เนื่องจากระบบสามารถ Auto Generate Rule ได้จากการใช้ฐานความรู้ตั้งต้นจากต้นไม้ซึ่งช่วยลดจำนวนข้อมูลที่ต้องสร้างกฎจากผู้เชี่ยวชาญลงได้และใช้เวลาเพียง 40 นาที ในการเพิ่มฐานความรู้ให้ระบบ รวมทั้งสามารถจำแนกประเภทข้อมูลสินค้าได้โดยอัตโนมัติในเพียง 15 นาที จึงช่วยให้งานเสร็จภายในระยะเวลาที่เร็วขึ้นนอกจากนี้ยังช่วยลดจำนวนคนทำงานได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต และภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนการทำวิจัยชิ้นให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Mohammad Fikry Abdullah. 2015. *Business Intelligence Model for Unstructured Data Management*. In the proceeding of the 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics August 10-11.

[2] Jen-Hsiang Chen Kuo-ming Chao and Nazaraf Shah. 2013. *Hybrid Recommendation System for Tourism*. in the proceeding of IEEE International Conference on e-Business Engineering.

[3] V.Veeralakshmi et al. 2015. Ripple Down Rule learner (RIDOR) Classifier for IRIS Dataset. In the *International Journal of Computer Science Engineering (IJCSE);* Vol. 4 No.03.

[4] Ammar Mohammed Mohamed Karam and Hesham Hefny. 2015. *A hybrid approach for word segmentation*. in the proceeding of SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 2015

[5] พรพิรุณ โอ่งอินทร์ วรรณา ศิริแสงตระกูล และ พุธษดี ศิริแสงตระกูล. 2558. *การวิเคราะห์ปัจจุยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดอาชญากรรมด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูล*. ในรายงานการประชุมวิชาการ The National Graduate Research Conference

[6] S.C. Gowri and K. Meenakshi Sundaram. 2015. *A Study on Information Retrieval and Extraction for Text Data Words using Data Mining Classifier*. Department of Computer Science, Erode Arts and Science College

[7] Menaka S and Radha N. 2013. Text Classification using Keyword Extraction Technique. In *the International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*; December Volume 3, Issue 12.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาระบบสอบเทียบอาร์เอฟเพาเวอร์มิเตอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEW

Development of the RF Power Meter Calibration System using the LabVIEW

อภิชน อนุวัฒน์กุล[1] สมมาตร แสงเงิน[2]

[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[2]Optical Communication Research Lab ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 E-mail: apichon007@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมเครื่องมือที่ใช้สอบเทียบการวัดทางวิศวกรรมเพื่อเพิ่มความสามารถในการสอบเทียบเครื่องมือวัดให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และลดความผิดพลาดการวัดจากผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ค่าการวัดที่มีความถูกต้องสูง โดยอาศัยทฤษฎีขั้นตอนการปฏิบัติของห้องปฏิบัติการสอบเทียบสถาบันนวัตกรรมทีโอที ซึ่งโปรแกรมต้นแบบนี้สามารถทำการสอบเทียบเครื่องวัดกำลังงานความถี่วิทยุ (RF power meter) รวมถึงสามารถตรวจสอบระบบรวม (System II A) และตรวจสอบค่าอ้างอิงกำลังงาน (power reference) ของเครื่อง RF power meter ได้ โดยโปรแกรมสามารถวัดและบันทึกค่าต่างๆที่ทำการสอบเทียบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจากโปรแกรมมาทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนของสถาบันนวัตกรรมทีโอทีต่อไป

คำสำคัญ: การสอบเทียบ, โปรแกรม LabVIEW, อาร์เอฟเพาเวอร์มิเตอร์, ระบบรวม (System II A)

Abstract

This paper propose a theoretical method of designing and developing the LabVIEW program, which is used to control the engineering instruments calibration measurements, to increase the ability to measure efficiently and decrease the human errors to a highly accurate measurement. Base on the theory of procedure established by the calibration laboratory at TOT Innovation Institute. The prototype can be calibrated with RF power meter and it can also detect the system including the examination the power reference of RF power meter. The program can measure and save calibration settings. Then the data obtained from the program is analyzed in accordance with the procedures of the TOT Innovation Institute.

Keywords: Calibration, LabVIEW, RF power meter, System II A

1. บทนำ

เครื่องวัดกำลังงานความถี่วิทยุ (RF power meter) เป็นเครื่องมือวัดที่สำคัญในงานติดตั้งระบบการสื่อสารโทรคมนาคมย่านความถี่วิทยุ (RF Communications) และมีการใช้งานเป็นจำนวนมาก ดังนั้น RF power meter ที่นำมาใช้งานจำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำสูง ในการวัดค่าต่างๆ ทำให้เครื่องมือวัดที่ใช้งานจะต้องทำการสอบเทียบอย่างสม่ำเสมอเพื่อใช้รับรองความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวัดเหล่านั้น สำหรับการสอบเทียบเครื่องมือวัดกำลังงานความถี่วิทยุของห้องปฏิบัติการสอบเทียบสถาบันนวัตกรรมทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จะดำเนินการตามมาตรฐาน ISO/IEC17025 [1] โดยที่ผ่านมาระบบการสอบเทียบยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ของระบบ รวมถึงมีข้อจำกัดในกระบวนการสอบเทียบ โดยเฉพาะค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงานซึ่งทำให้การสอบเทียบจึงไม่เป็นไปตามมาตรฐาน บทความนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรม LabVIEW เพื่อช่วยในการสอบเทียบ RF power meter ของห้องปฏิบัติการสอบเทียบสถาบันนวัตกรรมทีโอทีเพื่อลดปัญหาและข้อผิดพลาดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมารวมทั้งเพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพในการสอบเทียบได้มากขึ้น โดยทางห้องปฏิบัติการสอบเทียบสถาบันนวัตกรรมทีโอทีได้นำไปประยุกต์ใช้อยู่ในปัจจุบัน

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอบเทียบ

การสอบเทียบคือการเปรียบเทียบค่าของเครื่องมือวัดอ้างอิงกับค่ามาตรฐานพร้อมทั้งปรับแต่งค่าของเครื่องมือวัดแสดงให้เห็นคุณลักษณะทางด้านความเสถียร (Stability) ของเครื่องมือวัดโดยการคำนวณค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัด (Accuracy) ต้องพิจารณาค่าผิดพลาดในการวัด (Error Measurement) ร่วมกับความไม่แน่นอนจากการวัด (Uncertainty) [2] โดยค่าความผิดพลาดในการวัด สามารถควบคุมให้หมดไปได้โดยการลดความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานและควบคุมสภาพแวดล้อมของการสอบเทียบเช่นอุณหภูมิ ความชื้น และการสั่นสะเทือน และค่าความไม่แน่นอนจากการวัดคือตัวบ่งชี้ปริมาณความเป็นไปได้ของผลการวัดที่ยอมรับได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยความไม่แน่นอนที่สามารถ

ประเมินได้โดยวิธีทางสถิติ (Type A) และปัจจัยความไม่แน่นอนที่สามารถประเมินได้โดยวิธีอื่นๆ (Type B)

Type A คำนวณจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลการวัดและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจาย (σ) การประมาณความไม่แน่นอน Type A ดังสมการที่ (1)

$$U_r = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

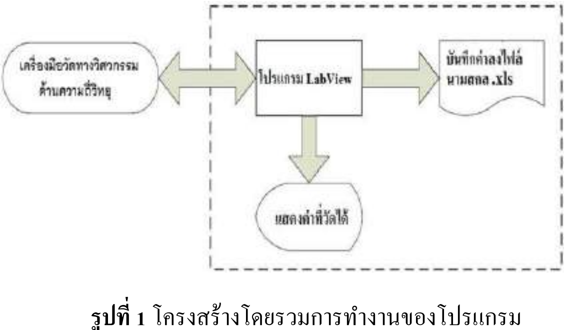
เมื่อ n คือ จำนวนครั้งในการวัด

Type B ประมาณจากความไม่แน่นอนของมาตรฐานที่ใช้สำหรับการสอบเทียบมิใช่การประเมินทางสถิติซึ่งอยู่ในรูปของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้มาจากใบรับรองการสอบเทียบ การประมาณความไม่แน่นอน Type B (σ) การรวมความไม่แน่นอนทั้งหมด เมื่อประมาณค่าความไม่แน่นอนทั้งหมดแล้ว จะต้องนำเอาความไม่แน่นอนทั้งหมดมารวมกันเป็นความไม่แน่นอนรวม (U_{tatal}) ของการสอบเทียบ โดยแสดงดังสมการที่ (2)

$$U_{total} = \sqrt{(U_r)^2 + (U_s)^2} \quad (2)$$

2.2 โปรแกรม LabVIEW

LabVIEW [3] คือโปรแกรมชนิดหนึ่งที่สามารถทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือต่างๆได้ นำมาใช้ในการสร้างระบบการควบคุมระบบทดสอบรวมทั้งระบบการวัดถูกเรียกว่าเป็นเครื่องมือวัดเสมือนหรือ Virtual Instrument (VIs) มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ Front panel, Block diagram และ Icon/Connector ซึ่งการพัฒนาระบบสอบเทียบ RF power meter ที่ใช้โปรแกรม LabVIEW ได้ทำการอ้างอิงขั้นตอนและวิธีการของสถาบันนวัตกรรมทีโอที (ISO/IEC 17025) โดยโปรแกรมที่ออกแบบจะทำหน้าที่ติดต่อกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมด้านความถี่วิทยุแล้วแสดงผลการวัดที่ได้ พร้อมทั้งบันทึกค่าลงเอกสารเพื่อจัดทำเอกสารรับรองผลของการสอบเทียบตามรูปที่ 1



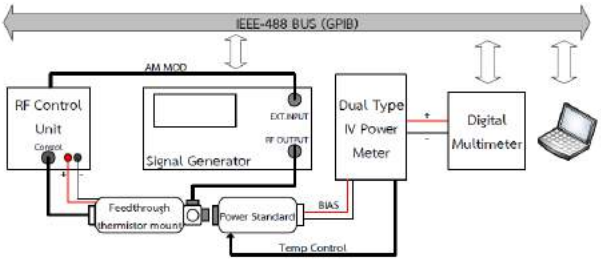
รูปที่ 1 โครงสร้างโดยรวมการทำงานของโปรแกรม

3. การออกแบบระบบและการทดลอง

นอกจากการออกแบบโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการติดต่อเครื่องมือวัดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว บทความนี้ได้มีการออกแบบในส่วนของระบบสอบเทียบทางฮาร์ดแวร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน [4] คือ ระบบการตรวจสอบ System II A, ระบบการสอบเทียบ RF power meter และระบบการตรวจสอบ Power reference ของเครื่องวัดกำลังงาน (RF power meter)

3.1 ระบบการตรวจสอบ System II A

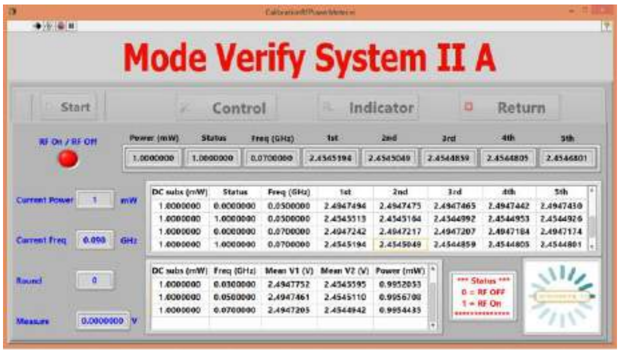
ระบบการตรวจสอบ System II A คือระบบที่ทำหน้าที่ตรวจสอบระบบสอบเทียบของห้องสอบเทียบเอง (Self calibration system) และสามารถทำการสอบกลับตามมาตรฐานของ NIST(National Institute of Standard and Technology) ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าที่มีความแม่นยำสูง(Precision RF power source) ได้แก่เครื่อง RF Control Unit, Signal Generator, Feedthrough thermistor mount และส่วนที่เป็น RF power meter ที่มีความแม่นยำสูงในการอ่านค่า (Precision RF power meter) ได้แก่เครื่อง Dual Type IV Power, Digital Multimeter, Terminating thermistor mount หรือ Power Standard ตามรูปที่ 2 ระบบสามารถทำงานได้ในช่วงความถี่ 10 MHz ถึง 18 GHz และช่วงกำลังไฟฟ้า 0.01 mW ถึง 25 mW (หรือ -20 dBm ถึง 14 dBm) โดยมีค่า Thermistor resistance at bias เท่ากับ 200 โอห์ม



รูปที่ 2 ระบบการตรวจสอบ System II A

การทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในโหมด Verify System II A ต้องมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่จำเป็นในการสอบเทียบโดยข้อมูลต่างๆ จะถูกซิงค์(synchronize) ผ่านสาย IEEE-488 BUS(GPIB) ไปยังเครื่องมือวัดแต่ละเครื่องเพื่อตั้งค่าเริ่มต้นก่อนการสอบเทียบและได้มีการกำหนดจุดวัดที่ความถี่ 10 MHz ถึง 100 MHz เพิ่มความถี่ทีละ 10 MHz ที่ความถี่ 100 MHz ถึง 1 GHz เพิ่มความถี่ทีละ 100 MHz และที่ความถี่ 1 GHz ถึง 18 GHz เพิ่มความถี่ทีละ 500 MHz เมื่อคลิกปุ่ม Start โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานสอบเทียบโดยเครื่อง RF Control Unit จะส่งค่า DC Substituted power (mW) ออกไปยัง Feedthrough thermistor mount ผ่านทาง RF Output ของเครื่อง Signal Generatorโดยค่า DC Substituted power (mW) ที่มาถึง Feedthrough thermistor mount นั้นผ่านการลดทอนของสายนำสัญญาณ ประมาณ 2 dB และการลดทอนของ Spitter ประมาณ 6 dB Feedthrough thermistor mount จะทำการอ่านค่าที่รับเข้ามาจาก RF Output ของ Signal Generator ว่าได้ค่าตามที่กำหนดไว้ที่ DC Substituted power (mW) ของ RF Control Unit หรือไม่ ถ้าปรากฏว่าค่าที่

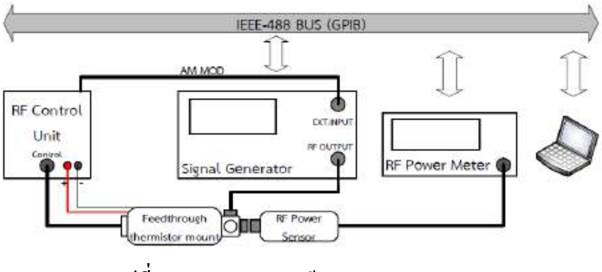
อ่านได้ยังไม่ถูกต้องเนื่องจากการถูกลดทอนต่างๆ Feedthrough thermistor mount จะส่งคำสั่งกลับไปยัง RF Control Unit เพื่อให้ RF Control Unit ส่งคำสั่งไปยัง Signal Generator ผ่านสาย AM Modulation ให้ปรับค่า Power level จากนั้น Signal Generator ก็ส่งค่า Power level ที่ปรับได้ ออกทาง RF Output ไปยัง Feedthrough thermistor mount อ่านค่า ถ้าค่าที่อ่านได้ยังไม่ตรงกับค่าที่กำหนดไว้ระบบก็จะทำการวนเพื่อปรับ Power level ให้ได้ค่าตามที่กำหนด เมื่อได้ค่าตามที่กำหนดไว้แล้ว Feedthrough thermistor mount ก็จะส่ง Power (mW) ออกไปใช้งานต่อไป โดยที่ Feedthrough thermistor mount จะทำหน้าที่ในการอ่านค่า Power level อยู่ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้คลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้ และ power meter ที่มีความแม่นยำสูงในการอ่านค่า (Precision power meter) จะทำการส่งค่าการวัดที่อ่านค่าได้กลับมาแสดงผลที่โปรแกรมพร้อมบันทึกผลตามรูปที่ 3 โดยสามารถแสดงค่าผลของการวัดได้ตั้งแต่ 4.5 ถึง 8.5 ตำแหน่ง (digit)



รูปที่ 3 หน้าต่างโปรแกรม LabVIEW ของระบบการตรวจสอบ System II A

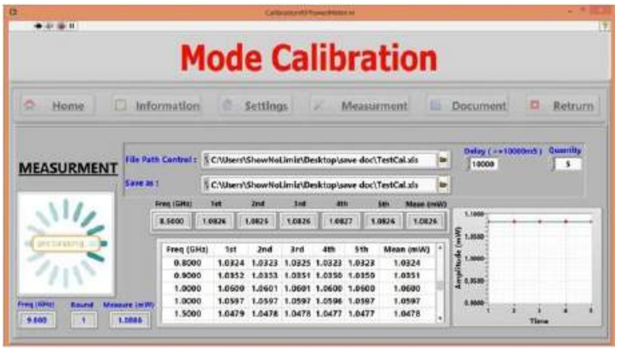
3.2 ระบบการสอบเทียบ RF power meter

ระบบการสอบเทียบ RF power meter คือการออกแบบระบบการสอบเทียบโดยให้โปรแกรม LabVIEW มาควบคุมการสอบเทียบ RF power meter Hewlett-Packard 43XX ที่ทำงานร่วมกับ Power Sensor รุ่น 84xx เป็นการวัดแบบ Direct Measurement โดยใช้ ระบบ System II A ส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานทางไฟฟ้าที่มีความแม่นยำสูง (Precision RF Power Source) เป็นเครื่องมือมาตรฐานทำหน้าที่จ่ายกำลังงานไฟฟ้าตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบการสอบเทียบ RF power meter

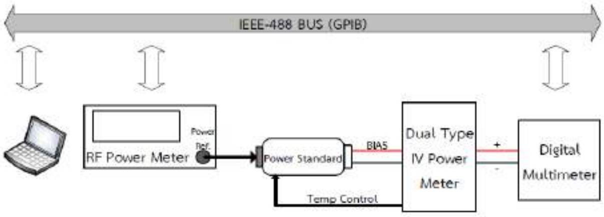
โดยในกระบวนการสอบเทียบต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการสอบเทียบผ่านโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมเครื่องมือวัดรวมทั้ง RF power meter ในการทดลองได้เลือกจุดวัดที่กำลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1 mW ที่ความถี่ 10 MHz ถึง 100 MHz เพิ่มความถี่ทีละ 10 MHz ที่ความถี่ 100 MHz ถึง 1 GHz เพิ่มความถี่ทีละ 100 MHz และที่ความถี่ 1 GHz ถึง 18 GHz เพิ่มความถี่ทีละ 500 MHz โดยโปรแกรมจะแสดงผลของการทำงานการสอบเทียบตลอดของทุกๆจุดวัดและทำการบันทึกค่าตามรูปที่ 5 พร้อมทั้งสามารถทำการปรับแต่งค่า (Adjust) ให้กับเครื่อง RF power meterในกรณีที่เครื่องมีค่าเพี้ยนได้อีกด้วย



รูปที่ 5 หน้าต่างโปรแกรม LabVIEW ของระบบการสอบเทียบเครื่อง RF power meter

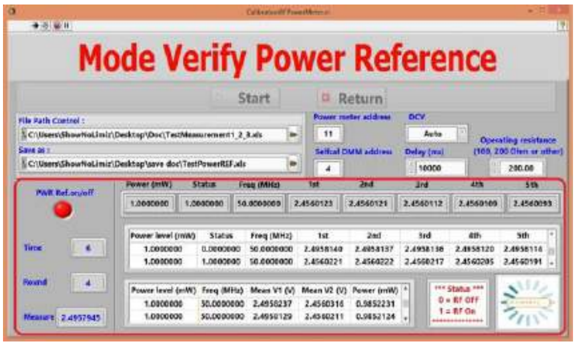
3.3 ระบบการตรวจสอบค่ากำลังงานอ้างอิง(Power reference) ของเครื่องวัดกำลังงาน (RF power meter)

คือระบบที่ทำการตรวจสอบ Power reference ของเครื่อง RF power meter Hewlett-Packard 43XX โดยใช้ ระบบ System II A ในส่วนที่เป็นเครื่องวัดกำลังงานที่มีความแม่นยำสูงในการอ่านค่า (Precision Power Meter) เป็นเครื่องมือวัดมาตรฐานในการตรวจสอบ ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 การตรวจสอบ Power reference ของเครื่อง RF power meter

ในการตรวจสอบ Power reference โดยโปรแกรม LabVIEW มีจุดวัดที่ 1 mW 50 MHz และค่า Uncertainty เท่ากับ 1 mW ±1.2% โปรแกรมจะทำการควบคุม RF power meter และ Digital multi meter ให้พร้อมสำหรับการสอบเทียบตามขั้นตอนของการสอบเทียบแล้วทำการอ่านค่าและแสดงผลการวัดพร้อมบันทึกผลตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าต่างโปรแกรม LabVIEW การตรวจสอบ Power reference ของเครื่อง RF power meter

4. ผลการทดลอง

จากผลการทำงานของโปรแกรม LabVIEW ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องมือวัดและบันทึกผลที่ได้จากการวัดมาคำนวณตามกฎเกณฑ์ของสถาบันนวัตกรรมทีโอทีสามารถสรุปผลของการวัดได้ดังนี้จากตารางที่ 1 เมื่อนำค่าที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับข้อมูลของระบบ (working standard) ซึ่งเป็นตามมาตรฐานของห้องปฏิบัติการกำหนดไว้ หากมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1% ถือว่าระบบยังมีประสิทธิภาพหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ (status = p)

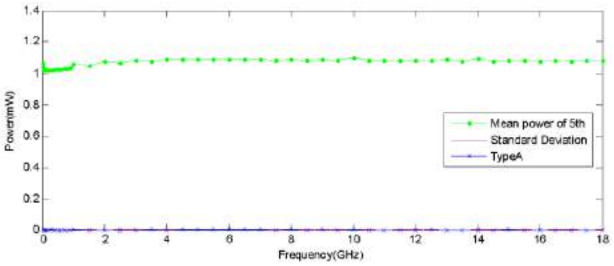
ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าการทดลองกับค่าอ้างอิงของระบบ System II A

Power(mW)(System)	Power(mW)(Veriry)	101%	99%	Status
0.9744936	0.9750394	0.984238536	0.964748664	P
0.9952053	0.9963849	1.005157353	0.985253247	P
0.9956708	0.9969260	1.005627508	0.985714092	P
0.9954435	0.9966022	1.005397935	0.985489065	P
0.9946916	0.9956669	1.004638516	0.984744684	P
0.9949636	0.9955229	1.004913236	0.985013964	P
0.9929178	0.9940357	1.002846978	0.982988622	P
0.9927717	0.9940121	1.002699417	0.982843983	P
0.9936546	0.9922475	1.003591146	0.983718054	P
0.9942971	0.9942867	1.004240071	0.984354129	P
0.9971840	0.9983423	1.00715584	0.98721216	P
0.9882951	0.9896181	0.998178051	0.978412149	P
0.9920089	0.9919699	1.001928989	0.982088811	P
0.9815064	0.9817675	0.991321464	0.971691336	P

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าการทดลองกับค่าอ้างอิงของระบบการตรวจสอบค่า Power reference ของเครื่อง RF power meter

Power level(mW)	Freq(MHz)	Power(mW)	98.80%	101.20%	Status
1.00	50.00	0.9903087	0.9880000	1.0120000	P
1.00	50.00	0.9902852	0.9880000	1.0120000	P
1.00	50.00	0.9902561	0.9880000	1.0120000	P
1.00	50.00	0.9902845	0.9880000	1.0120000	P
1.00	50.00	0.9902833	0.9880000	1.0120000	P

ทั้งนี้ผลของการสอบเทียบเครื่อง RF power meter เป็นการรายงานผลตามผลที่ทำการวัดได้ในแต่ละจุดวัดเช่นรูปที่ 8 เป็นการรายงานผลการวัดที่ค่าเฉลี่ย 5 ครั้งต่อหนึ่งจุดวัดต้องคงที่ที่ 1 mW และค่า Standard Deviation กับค่า TypeA ต้องเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถนำไปออกใบรับรอง (Certificate) โดยที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถสั่งพิมพ์ใบรับรองผ่านตัวโปรแกรมได้



รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยจากการวัดของ RF power meter

และจากตารางที่ 2 คือการเปรียบเทียบค่า Power reference กับข้อมูลจำเพาะ (specification) ของเครื่อง RF power meter ที่ระบุค่าความผิดพลาดสูงสุดไว้ที่ 1.2 % หากมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 1.2% ถือว่าพอร์ต Power reference ยังมีประสิทธิภาพหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ (status = p)

5. สรุป

บทความนี้เป็นการพัฒนาระบบสอบเทียบ RF power meter โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ควบคุมการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมด้านความถี่วิทยุ แทนการปฏิบัติงานการสอบเทียบของตัวบุคคลที่ใช้เวลาอย่างมากและอาจเกิดความผิดพลาดระหว่างการสอบเทียบได้ เพื่อเพิ่มความสามารถในงานของการสอบเทียบเครื่องมือวัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถทำการแสดงและบันทึกผลนำเสนอเป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] ISO/IEC 17025, “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”, Edition 3, 2017.

[2] นางอัจฉรา เจริญสุข, “มาตรวิทยาเบื้องต้น” สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, พ.ศ. 2549

[3] กิจไพบูลย์ ชีวพันธ์ศรี, “LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและการควบคุม” บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัดมหาชน, พ.ศ. 2554.

[4] บุรินทร์ ไตรชินธนโชติ, “เทคนิค & วิธีการ ในงานสอบเทียบเครื่องมือวัด” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พ.ศ. 2543.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบอาร์เอฟไอดีต้นทุนต่ำโดยอาศัยอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับการแข่งวิ่งมินิมาราธอน

Low Cost RFID System Based on Internet of Thing for Mini Marathon

ฉัตรชัย โชคชัย[1] ณัฐดนัย รอมใจ และกิตติศักดิ์ หาญศักดิ์ชัย
[1]ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก (คลองหก) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 E-mail: chatchai_c@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบอาร์เอฟไอดีต้นทุนต่ำสำหรับการแข่งขันวิ่งมินิมาราธอน โดยออกแบบและสร้างสายอากาศสำหรับเครื่องอ่าน โปรแกรมอ่านและเขียนข้อมูลลงในแท็กและแอพพลิเคชั่นแสดงผลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระบบที่ทำการออกแบบและสร้างมีต้นทุนที่ต่ำ และมีผลการทดสอบที่ดี ระยะในการอ่านครอบคลุมลู่วิ่งได้ 8 ลู่ และโปรแกรมสามารถจัดลำดับของนักวิ่งได้อย่างถูกต้อง สามารถเก็บข้อมูลการแข่งไว้ที่ระบบการเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆได้

คำสำคัญ: อาร์เอฟไอดี, อินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง, มินิมาราธอน

Abstract

This paper present, a low cost RFID system based on internet of thing for mini marathon, by designing and constructing an antenna for readers, program for to read and write data into tags and application display on the Android operating system. The system is designed and built at a low cost, and have good test results. The results of reading range covers 8 tracks and program can correctly classify runners. The system can store race data in the cloud storage system.

Keywords: RFID, Internet of Thing, Mini Marathon

1. บทนำ

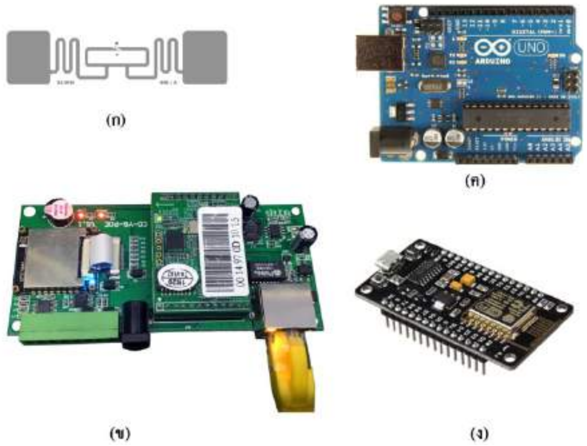
ปัจจัยสำคัญของการจัดการแข่งขันวิ่ง คือ การตัดสินผลการแข่งขันที่ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็วและเป็นธรรมแต่เนื่องจากการจัดการแข่งขันวิ่งมาราธอนจะมีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนมากไม่น้อยกว่า 7,000 คน และมีเงื่อนไขการมอบเงินรางวัลที่หลากหลายโดยรวมทุกประเภทรางวัลเป็นจำนวน 250 รางวัล จึงได้มีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อผิดพลาดและระยะเวลาในการตัดสินผลการแข่งขันซึ่งระบบเชิงพาณิชย์มีราคาสูงมาก บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการแข่งขันวิ่งเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำลง และสามารถใช้จัดการแข่งขันวิ่งได้จริง

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้งานอย่างกว้างขวางเนื่องจากเทคโนโลยีนี้สามารถระบุเอกลักษณ์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุใน สามารถใช้ระบุเอกลักษณ์ของวัตถุได้จึงเป็นประโยชน์อย่างมากและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบทั้งในด้านอุสาหกรรม ด้านบริการ ด้านสินค้า และรักษาความปลอดภัย เพื่ออำนวยความสะดวกและลดความผิดพลาดในการทำงานของมนุษย์โดยอาศัยหลักการใช้เทคโนโลยี RFID มาช่วยในการจัดการระบบต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น บัตรโดยสาร,ระบบควบคุมการเข้าออกอาคารสถานที่, ระบบขนส่ง, โรงพยาบาล, ระบบห้องสมุด, ห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ เป็นต้น ส่วนที่เป็น RFID tag จะมี 2 แบบคือ แบบแพสซิฟ จะไม่มีแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าหล่อเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน และแบบแอ็กทิฟ มีแหล่งกำเนิดพลังงานหรือแบตเตอรี่ภายในป้าย ทั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ ระบบตรวจเช็คหนังสือในห้องสมุด ระบบตรวจสอบสินค้าในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น[1,2]

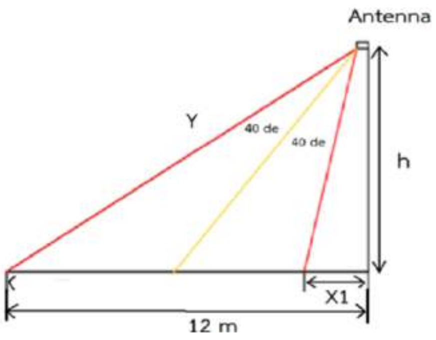
โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในการศึกษาและการออกแบบระบบ RFID โดยการนำสายอากาศ RFID Tag ติดกับตัวบุคล, สายอากาศ RFID Reader และสามารถอ่านค่า RFID Tag เพื่อมาทำการจัดเก็บข้อมูลแสดงลำดับในการแข่งขันวิ่ง

2. การออกแบบ

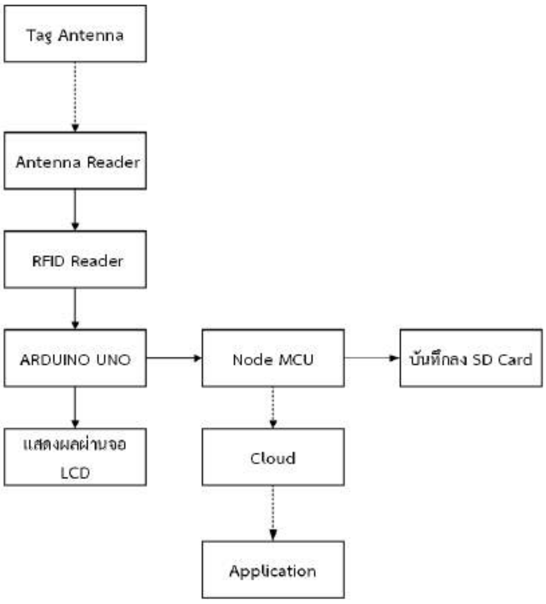
การออกแบบระบบอาร์เอฟไอดีสำหรับการแข่งขันวิ่งมินิมาราธอนนั้น สามารถออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้ การออกแบบสายอากาศสำหรับเครื่องอ่าน การออกแบบโปรแกรมและแอพพลิเคชั่นในส่วนของ RFID Tag ใช้ที่มีขายตามท้องตลาดซึ่งมีราคาถูก และหาง่าย รุ่นที่ใช้คือ ALN-9662 Short Inlay แสดงดังรูปที่ 1(ก) และส่วนประมวลสำหรับการอ่านและเขียน Tag ใช้บอร์ดรุ่น YR904 POE UHF RFID Reader Module Specification แสดงรูปที่ 1 (ข) ในส่วนของการนำข้อมูลจากบอร์ด UHF RFID Reader มาบันทึกผล จะใช้บอร์ด Arduino ดังแสดงในรูปที่ 1 (ค) ส่วนของการส่งข้อมูลไปยังระบบเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆจะใช้บอร์ด Node MCU ดังแสดงในรูปที่ 1(ง) และทำการออกแบบผังการติดตั้งระบบ เพื่อให้บีมวิดธ์ของสายอากาศครอบคลุมขนาดของลู่วิ่งได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 การทำงานโดยรวมทั้งระบบแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ในระบบ (ก) RFID Tag (ข) บอร์ด UHF RFID Reader (ค) บอร์ด Arduino (ง) บอร์ด Node MCU



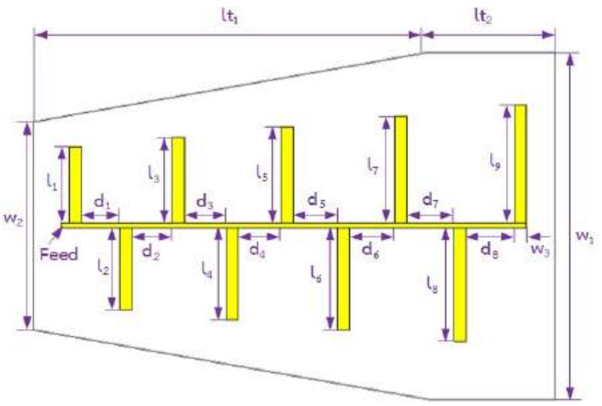
รูปที่ 2 แผนผังการติดตั้งระบบ



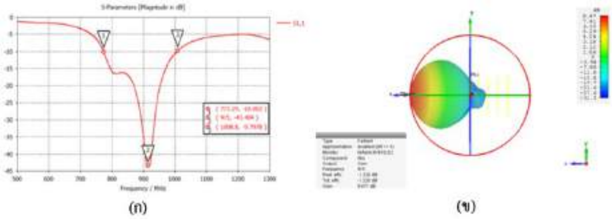
รูปที่ 3 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของระบบ

2.1 การออกแบบสายอากาศตัวอ่าน

ในการออกแบบสายอากาศสำหรับเครื่องอ่านนั้น เลือกออกแบบสายอากาศแบบล็อก-เพอริโอดิก เนื่องจากต้องการให้คุณสมบัติที่ดีในเรื่องอัตราขยาย แถบความถี่ และบีมวิดธ์ ซึ่งระบบที่ทำการออกแบบต้องการใช้สายอากาศอ่านเพียงตัวเดียวเพื่อความประหยัด ในการออกแบบและจำลองการทำงานของสายอากาศนั้นจะใช้โปรแกรม CST Microwave Studio ในการจำลองการทำงาน โครงสร้างของสายอากาศแสดงดังรูปที่ 4 ผลการจำลองค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของสายอากาศแสดงดังรูปที่ 5 (ก) แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบสามมิติแสดงดังรูปที่ 5(ข) และหลังจากการปรับหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดทำให้ได้ขนาดของสายอากาศดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 โครงสร้างของสายอากาศสำหรับเครื่องอ่าน



รูปที่ 5 ผลการจำลองจากโปรแกรม CST (ก) ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน (ข) แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นแบบสามมิติ

2.2 การเขียนโปรแกรมและแอพพลิเคชั่น

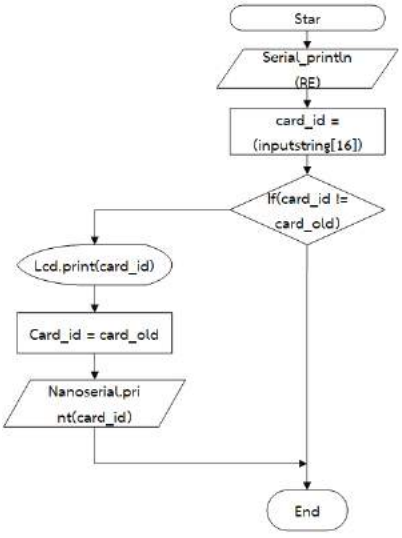
ในส่วนของ Reader ได้ใช้บอร์ด Arduino Uno ,บอร์ด Nodemcu v.2 และ YR904 POE UHF RFID Reader Module ในการอ่านหมายเลข Tag ซึ่งจะใช้บอร์ด Arduino ในการส่งคำสั่งเพื่อให้ให้บอร์ด Reader Module ทำงานวนไปเรื่อย ๆ แล้วเมื่อเจอTag ให้ส่งค่าหมายเลข Tag ที่อ่านได้ส่งกลับมายังบอร์ด Arduino Uno แล้วทำการแปลงเลขฐาน 16 ที่ได้รับเป็นฐาน 10 เพื่อแสดงผลบนจอ LCD และให้ส่งข้อมูลต่อไปยัง

บอร์ด Nodemcu เพื่อส่งข้อมูลเก็บไว้บน Cloud และเก็บข้อมูลไว้ใน SD card เพื่อบันทึกข้อมูล ส่วน Application จะทำหน้าที่ดึงข้อมูลจาก Cloud มาแสดงผลบนหน้าจอ App ผังงานโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 6

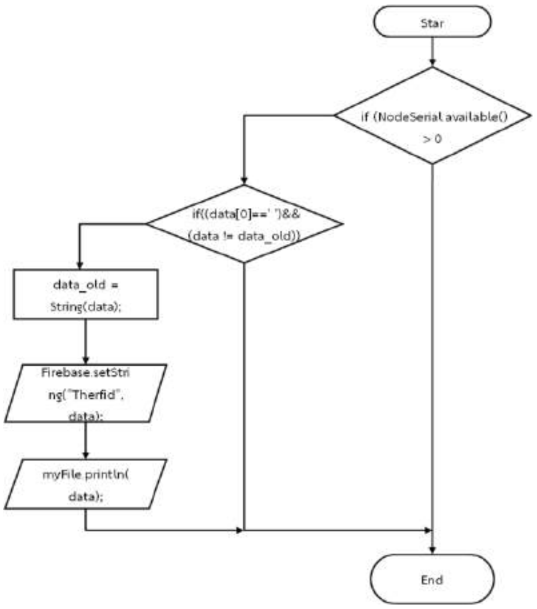
ในส่วนของ Application จะทำการดึงข้อมูล บน Cloud ที่มีชื่อว่า Firebase ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นแบบ Real Time เมื่อ Application ทำการรับข้อมูลจาก Firebase จะนำข้อมูลที่ได้รับมาแสดงผลบนหน้าจอของ Application โดยจะมีปุ่มกด UPDATE ข้อมูลเพื่อให้ข้อมูล UPDATE จะเห็นได้จากผังงานของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 7 ไอคอนของแอพพลิเคชั่นที่เขียนขึ้นมาแสดงรูปที่ 8 (ก) ในส่วนของหน้าต่างแสดงผลจะแสดงดังรูปที่ 8 (ข)

ตารางที่ 1 ขนาดของสายอากาศ

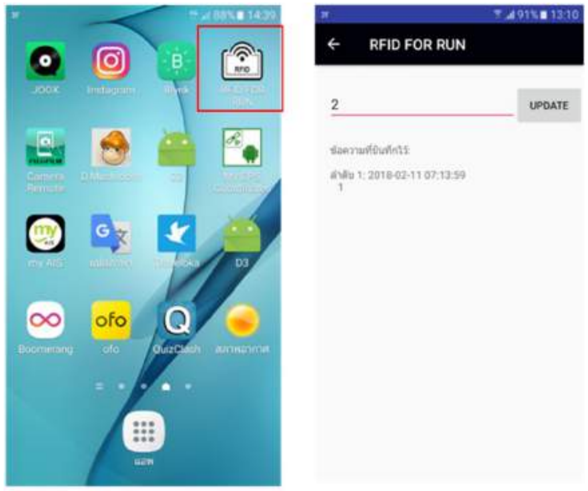
ความยาวของไดโพล	ความยาว (mm)	ความยาวของแถวลำดับ	ความยาว (mm)
l_1	44.21	d_1	22.48
l_2	46.91	d_2	23.17
l_3	49.68	d_3	23.89
l_4	52.55	d_4	24.63
l_5	55.51	d_5	25.39
l_6	58.56	d_6	26.17
l_7	61.70	d_7	26.98
l_8	64.94	d_8	27.81
l_9	68.27	w_1	200
lt_1	227	w_2	120
lt_2	73	w_3	7



รูปที่ 6 ผังงานของโปรแกรมอ่านค่าจากเครื่องอ่าน

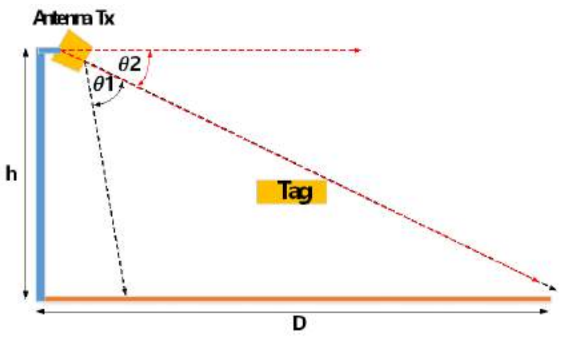


รูปที่ 7 ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลขึ้นบน Cloud

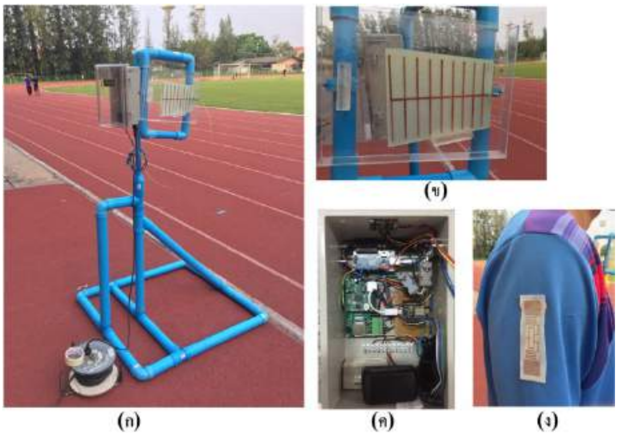


(ก) (ข)

รูปที่ 8 แอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้น (ก) ไอคอน (ข) หน้าต่างแสดงผล



รูปที่ 9 แผนผังการติดตั้งระบบในการทดสอบ



รูปที่ 10 การทดสอบ (ก) การติดตั้งอุปกรณ์จริงในสถานที่จริง (ข) สายอากาศสำหรับเครื่องที่สร้างขึ้น (ค) อุปกรณ์ภายในกล่องควบคุม (ง) ลักษณะการติดตั้ง RFID Tag กับมนุษย์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบของระบบ

สายอากาศ Reader	h (ซม.)	ผลการอ่าน Tag (จำนวนตัว Tag ที่อ่านได้)	การแสดงผลบน Could	การแสดงผลบน App	การแสดงผลลำดับ	การบันทึกผลลง SD CARD
สายอากาศ LPDA ที่มุม $\theta_2 = 0$ องศา และระยะ D = 0-9 เมตร	140	8	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	145	8	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	150	8	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	155	7	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	160	7	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	165	8	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	170	8	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	175	7	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	180	7	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	185	6	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้
	190	6	ได้	ได้	ถูกต้อง	ได้

3. ผลการทดสอบ

เมื่อทำการออกแบบและสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อย จึงทำการออกแบบผังติดตั้งระบบในการทดสอบการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 9 โดยมีตัวแปรที่ทำการทดสอบเพื่อค่าที่ดีที่สุดในการติดตั้ง อยู่ 3 ตัวแปรคือ ความสูงของสายอากาศ (h) มุมก้มของสายอากาศ (θ_2) และระยะระหว่างตัวอ่านและ Tag (D) ในการทดสอบผลนั้นทำการทดลองในสถานที่จริง ณ สนามกีฬากลาง มทร.ธัญบุรี และทดสอบกับนักวิ่งจำนวน 8 คน ตามจำนวนของลู่วิ่ง การติดระบบแสดงดังรูปที่ 10 (ก) สายอากาศของเครื่องแสดงดังรูปที่ 10 (ข) การประกอบบอร์ดต่างๆ เข้าด้วยกันแสดงดังรูปที่ 10 (ค) และการติด Tag ให้กับนักวิ่งแสดงดังรูปที่ 10 (ง) จากนั้นทำการทดลองโดยทำการปรับความสูงและก้มของสายอากาศ เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด จากการทดสอบพบว่ามุมที่ดีที่สุดคือ มุม $\theta_2 = 0$ องศา และความสูงของสายอากาศของเครื่องอ่านที่เหมาะสมอยู่ที่ 140 เซนติเมตร ถึง 170 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงของความสูงระดับหัวไหล่ของมนุษย์ทั่วไป และในส่วนของการบันทึกต่าง ๆ สามารถบันทึกและแสดงผลได้ ในส่วนของการแสดงลำดับของนักวิ่ง สามารถแสดงลำดับได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะเห็นได้จากรายละเอียดของผลทดสอบในตารางที่ 2

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบ RFID ต้นทุนต่ำสำหรับการแข่งขันวิ่งมินิมาราธอน โดยออกแบบและสร้างสายอากาศสำหรับเครื่องอ่าน และเขียนโปรแกรมและแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระบบที่ทำการออกแบบและสร้างมีต้นทุนที่ต่ำ และมีผลการทดสอบที่ดี ระยะในการสามารถครอบคลุมลู่วิ่งได้ 8 ลู่ และโปรแกรมสามารถจัดลำดับของนักวิ่งได้อย่างถูกต้อง และสามารถเก็บข้อมูลการแข่งไว้ที่ระบบการเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆได้ จากผลการทดสอบทั้งจะเห็นได้ว่าระบบที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานั้นเหมาะสมที่จะพัฒนาต่อไปใช้งานในเชิงพาณิชย์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้การสนับสนุนด้านโปรแกรม และเครื่องมือสำหรับการวัดทดสอบ และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการงานวิจัยสื่อสารไร้สายภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้การสนับสนุนด้านเครื่องมือสำหรับการวัดและทดสอบสายอากาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ, ไพโรจน์ ไววานิชกิจ.2549.เทคโนโลยี RFID.กรุงเทพฯ: ดอกหญ้ากรุ๊ป

[2] ผศ.ดร.ดนัย ต.รุ่งเรือง,ผศ.ดร.ชูวงศ์ พงศ์เจริญพาณิชย์และ นายศุภกิต แก้วดวงตา.2552. หลักการออกแบบสายอากาศของระบบ RFID ในย่านความถี่ต่ำ สำหรับการจัดการฟาร์มและ การลงทะเบียนสัตว์.ปทุมธานี: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The design of media complementing Thai poetry education of 4th graders

วิบูลพร วุฒิคุณ[1] ธีรพงศ์ เตรียมอ้าย[1] สิปราง เจริญผล[1] รัชนิกร กุสลานนท์[1] อนุพงษ์ สมพฤกษ์[1]
[1]โปรแกรมวิชาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์&แฟกซ์ 053-776015 โทรศัพท์มือถือ 094-1894008 E-mail: taydong11@gmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาบทประพันธ์ไทยประเภทบทกลอนและพฤติกรรมการเรียนรู้บทกลอนของเด็กระดับชั้นประถมศึกษาในปัจจุบัน ศึกษาความต้องการของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนบทกลอน ออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอน และทำให้นักเรียน เรียนรู้บทเรียนเกี่ยวกับบทกลอนได้ง่ายขึ้น โดยการดำเนินงานจาก การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทำสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนโดยใช้แบบสัมภาษณ์การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็ก ผลปรากฏว่าต้องออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนให้แตกต่างจากที่เด็กเรียนอยู่ประจำเพื่อดึงดูดความสนใจจากเด็ก ให้หันมาสนใจในการเรียนรู้ในเรื่องของบทกลอนมากกว่าเดิม การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนในรูปแบบ 3 มิติจับต้องได้ เป็นรูปแบบเกมการศึกษาที่ทำให้เด็กได้ทั้งเล่นและเรียนรู้เรื่องของบทกลอนไปพร้อมๆ กัน ในส่วนของการออกแบบสื่อ ผู้จัดทำได้เลือกใช้กลอนสุภาพประเภท กลอนแปด ที่เป็นบทกลอนพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องของบทกลอน เรื่อง กำเนิดสุดสาคร ในหนังสือเรียนวรรณคดีลำนำที่มีเนื้อหาอยู่ในบทเรียนของเด็กมาใช้ในการทำสื่อ วัสดุที่ใช้ในการทำสื่อผู้จัดทำได้เลือกใช้กระดาษแข็งมาเป็นวัสดุในการทำสื่อ หลังทำการสร้างสื่อประกอบการเรียนการสอนเป็นผลสำเร็จได้นำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย ผลปรากฏว่าสื่อที่ได้นั้นมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อประกอบการสอนให้กับเด็ก และสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานสื่อเข้าใจในเรื่องของบทกอลนได้ดีขึ้นกว่าเดิม และเข้าใจง่ายขึ้นและเล่นสนุกไปกับเกมสุดสาครกับบทกลอนที่หายไป

คำสำคัญ : สื่อการสอน, วิชาภาษาไทย

Abstract

The design of media complementing Thai poetry education of 4th graders has the following aims to study Thai poetry and poetry learning behaviors of present elementary school students, study the needs of teachers and students about poetry education complementary media, and design media complementing Thai poetry education and allow them to learn about poetry more easily. This was done by data collection and analysis for the creation of poetry education complementary media through interviews and observations of children learning behaviors. Were obtained from data collection regarding the need for such media and observations of children learning behaviors both during and outside of teaching periods. The results showed that poetry education complementary media must be designed to be different from those that the students are familiar with in order to pique their interest in poetry. The design of a tactile, 3D model-based learning aid is a form of studying game that allows children to simultaneously learn and educate themselves regarding poetry. Complementary images and new, fine graphics were designed, which were more interesting than the existing media. The study results discovered that in response to experimentation of the designed education game-based Thai poetry. Cardboard was used as the material to create the learning material. Following that, it was experimented on with the target group. The result was that the form of media was suitable for use as a learning aid for children, and can also help the users understand the poem better than before too in addition to learning about them and having fun in playing with the visual aid of The Origin of Sut Sakhon game.

Keyword : Media complementing , Thai poetry

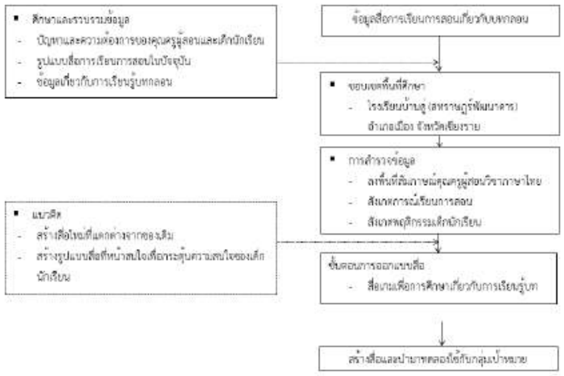
1. บทนำ

บทกลอน เป็นลักษณะคำประพันธ์ไทยที่ฉันทลักษณ์ กลอนสุภาพนับว่าเป็นกลอนหลัก เพราะเป็นหลักของบรรดากลอนทุกชนิด ถ้าเข้าใจกลอนสุภาพอย่างดีแล้ว ก็สามารถจะเข้าใจกลอนอื่นๆ ได้โดยง่าย บทกลอนยังเป็นหนึ่งในศิลปะด้านกวีศิลป์ที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์และปลูกฝักให้เด็กรุ่นใหม่หันมาสนใจการเรียนรู้บทกลอนมากขึ้น ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องสร้างให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายรุกนั้นคือการ

กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใฝ่รู้ รู้จักคิดตั้งคำถามและคิดค้นหาคำตอบ ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิด วิเคราะห์และหาข้อสรุป และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะให้ผู้เรียนฝึกฝนการคิดมีทักษะการคิด ของเด็กในชั้นเรียนเพื่อเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน เด็กอายุ 8 ปีแรกของชีวิตเป็นช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการทางการคิดและการเรียนรู้เกี่ยวกับโลกรอบตัวของเด็ก ปัจจุบันเด็กรุ่นใหม่ไม่ค่อยสนใจในบทกลอน แม้ว่าจะมีสื่อการเรียนการสอนโดยมีบทกลอนบรรจุไว้ในหลักสูตรวิชาภาษาไทย แต่เด็กส่วนมากหันไปสนใจสื่อต่างประเทศ เพราะสื่อที่นำมาประกอบการเรียนการสอนนั้นไม่มีความสวยงามและน่าสนใจ จึงทำให้บทกลอนเป็นเพียงวิชาเรียนวิชาหนึ่งเท่านั้น และวิธีการแต่งกลอนนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งทำให้เด็กสับสนและเลิกล้มความตั้งใจต่อการเรียนรู้บทกลอน ดังนั้นโครงการ "การออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4" เพื่อสร้างสรรค์ในรูปแบบของสื่อกราฟิกประกอบการเรียนการสอนบทกลอนไทยให้เด็กรุ่นใหม่หันมาสนใจบทกลอนมากขึ้น โดยการออกแบบสื่อที่สามารถสร้างความสนุกให้กับการเรียนรู้เกี่ยวกับบทกลอน เพื่อที่จะแก้ปัญหาการทำความเข้าใจในวิธีการแต่งของบทกลอนและช่วยเพิ่มความสนใจให้กับการเรียนรู้บทกลอน โดยใช้เนื้อหาพิจารณาตามความต้องการของอาจารย์และนักเรียน ในการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการ การศึกษาโครงการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาบทประพันธ์ไทยประเภทบทกลอนและพฤติกรรมการเรียนรู้บทกลอนของเด็กประถมศึกษาในปัจจุบันและเพื่อศึกษาความต้องการของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนบทกลอน โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยและการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

3. ผลการศึกษา

พื้นที่ศึกษาของการวิจัยนี้ คือ โรงเรียนบ้านดู่ (สหราษฎร์พัฒนาคาร) ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยเริ่มสอนเนื้อหาเกี่ยวกับบทกลอนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นไป โดยทางโรงเรียนขาดแคลนสื่อที่ใช้สอนในเรื่องของบทกลอน ส่วนมากสื่อที่ใช้จะเป็นหนังสือเรียนและแบบฝึกหัด ซึ่งเป็นรูปแบบสื่อที่ไม่แปลกใหม่และไม่ค่อยมีความน่าสนใจ จึงเป็นเหตุผลในการเลือกโรงเรียนบ้านดู่เป็นตัวอย่างของกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้

รูปที่ 2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

จากการสัมภาษณ์คุณครูผู้ให้สัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาและออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอน พบว่าสื่อที่คุณครูใช้ส่วนมากคือ หนังสือเรียนและแบบฝึกหัด และหาสื่อที่มีอยู่แล้วตามหลักสูตรจาก "ห้องเรียนแห่งคุณภาพ (DLIT Classroom)" ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่จัดทำการเรียนการสอนแบบวีดีทัศน์ และได้มีการใช้เกมการศึกษาเข้ามาช่วยในการสอนเพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมกันเป็นกลุ่ม แต่ขาดรูปแบบหรือรูปลักษณ์ภายนอกและภายในยังไม่มีความสวยงาม

สำหรับใช้ประกอบการสอนหรือสื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเข้าใจง่าย ใช้งานง่ายและมีความสวยงาม อาจเป็นสื่อมีปริศนาซ่อนอยู่ เพื่อให้เด็กได้คิดหาคำตอบหรือแก้ปริศนาและกราฟิกสื่อต้องมีสีสดใสที่มองดูแล้วสบายตาหรือสีที่ดึงดูดความสนใจของเด็กที่มีต่อสื่อและความสวยงามเหมาะสมกับช่วงวัยของเด็ก ควรเน้นความสนใจด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและสร้างสรรค์

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สื่อประกอบการเรียนการสอนที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อหาแนวทางและนำมาใช้ในการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนการแต่งบทกลอน พบว่า สื่อที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมีการจำแนกลักษณะคือ

1. สื่อเทคโนโลยี เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้นใช้ควบคู่กับเครื่องมือโสตทัศนวัสดุหรือเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ๆ เป็นสื่อที่นิยมมากในปัจจุบันแต่ติดตรงที่ผู้ใช้ต้องใช้ผ่านอุปกรณ์ช่วยต่างๆ ในการรับสื่อประเภทนี้

2. สื่อสิ่งพิมพ์ เป็นหนังสือและเอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆ ที่แสดงหรือเรียบเรียงสาระความรู้ต่างๆ โดยใช้ตัวหนังสือที่เป็นตัวเขียนหรือตัวพิมพ์เป็นสื่อในการแสดงความหมาย สื่อประเภทนี้มีอยู่แพร่หลายมาเป็นเวลานานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบหนังสือ

3. สื่อประเภทของเกมการศึกษา เป็นสื่อในรูปแบบของกิจกรรมหรือกระบวนการที่ผู้สอนและผู้เรียนกำหนดขึ้นเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ใช้ในการฝึกทักษะซึ่งต้องใช้กระบวนการคิด การปฏิบัติ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนเหมาะแก่การใช้ประกอบการเรียนการสอนที่ทำให้เด็กผ่อนคลายกับการเรียนในรูปแบบเดิมๆ ได้เป็นอย่างดี ทางผู้จัดทำได้มองเห็นว่า "การ์ดคารุตะ" สามารถนำมาดัดแปลงและทำขึ้นใหม่เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนการแต่งบทกลอน โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์และรูปแบบของการ์ดให้รูปแบบใหม่ด้วยทำให้สื่อสามารถเล่นได้หลากหลาย สื่อประเภทนี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นสื่อประกอบการสอนเพื่อทำให้เด็กนั้นสนุกไปกับการเรียนและการเรียนนั้นจะไม่น่าเบื่ออีกต่อไป

ในการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์คุณครูวิชาภาษาไทยและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโรงเรียนบ้านดู่ (สหราษฎร์พัฒนาคาร) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการเรียนบทกลอน มาเป็นแนวทางในการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนจึงวิเคราะห์ได้ว่าปัญหาและความต้องการส่วนใหญ่ คือต้องการสื่อในรูปแบบของเกมการศึกษา ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้ได้ทั้งนอกและในเวลาเรียน เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักสูตรการสอนมีรูปภาพประกอบที่เหมาะสม สามารถดึงดูดความสนใจของเด็กนักเรียนที่ใช้งานสื่อจึงเป็นผลสรุปการออกแบบสื่อออกมาเป็นบอร์ดเกมสุดสาครกับบทกลอนที่หาย โดยดัดแปลงจากทั้งหมด 5 แบบที่ออกแบบไว้ในรูปแบบเกมระดับความยาก ปานกลางจนได้ออกมาเป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ โดยเกมในรูปแบบที่ 3 ที่ดัดแปลงมาแล้วนั้นจะมีการเล่นโดยการเริ่มจากให้ผู้เล่นหนึ่งคนเป็นกรรมการและทำการแกะคำศัพท์ที่ติดอยู่ไว้เดิมออกจากบอร์ดคำศัพท์ก่อนแล้วให้กรรมการเป็นผู้จับเวลาจากนั้นให้ผู้เล่นที่จะแข่งขันหาคำศัพท์ที่หายไปนั้นมาเติมในช่องว่างให้ถูกต้องและทำการแปลความหมายของบทกลอนนั้นให้ถูกต้องหรือใกล้เคียงที่สุด ใครทำได้เร็วแล้วแปลความหมายได้ใกล้เคียงที่สุดจะเป็นผู้ชนะ เหตุผลที่เลือกใช้ระดับการเล่นระดับปานกลางมาผลิตจริงนั้นเพราะว่า เด็กในวัยนี้นั้นเมื่อทำสิ่งที่ง่ายจนเกินไปก็จะขาดการเรียนรู้และหมดความสนใจได้ง่ายแต่เมื่อทำสิ่งที่ยากจนเกินไปเมื่อทำไม่สำเร็จก็จะเกิดความหงุดหงิดและเบื่อหน่ายจนเลิกที่จะใส่ใจในสิ่งกำลังทำ

รูปที่ 3 บอร์ดเกมสุดสาครกับบทกลอนที่หายไปทั้ง 5 ระดับความยาก

4. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการอภิปรายผลโดยแปลผลข้อค้นพบจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยในลักษณะการประเมินผลอธิบายระหว่างความสอดคล้องและแตกต่างจากการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนในรายวิชาภาษาไทย โดยมีการวิเคราะห์มาจากสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของสื่อเดิมที่มีลักษณะไม่มีความน่าสนใจและไม่ดึงดูดความสนใจจึงได้ค้นพบตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาบทประพันธ์ไทยประเภทบทกลอนและพฤติกรรมการเรียนรู้บทกลอนของเด็กระดับชั้นประถมศึกษาในปัจจุบัน ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งให้ข้อมูลต่างๆ ทั้งแหล่งข้อมูลจากการลงพื้นที่สอบถาม สังเกตการณ์พฤติกรรมผู้คนใน

พื้นที่เป้าหมาย รวมไปถึงข้อมูลจากเว็บไซต์และจากเอกสารตำราพบว่า บทประพันธ์ไทยประเภทบทกลอนของไทยนั้นมีรูปแบบฉันทลักษณ์ในการแต่งคำประพันธ์ประเภทกลอนอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ กลอนสุภาพ กลอนลำนำ กลอนตลาด โดยแต่ละประเภทจะมีกฎการแต่งกลอนที่แตกต่างกันไปซึ่งจะมีกลอนสุภาพเป็นบทกลอนพื้นฐานของบทกลอนทั้งหมดและจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้บทกลอนของเด็ก ทำให้ทราบว่าเด็กส่วนมากไม่สามารถแต่งกลอนหรือท่องบทกลอนได้ด้วยตัวเอง เพราะว่าเด็กไม่ค่อยสนใจการเรียนที่เกี่ยวกับบทกลอนและสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนนั้นไม่น่าสนใจ

2. เพื่อศึกษาความต้องการของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนบทกลอน จากการลงพื้นที่และรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ พบว่ารูปแบบสื่อที่มีไม่มีความน่าสนใจควรเป็นสื่อในรูปแบบของสื่อเกมการศึกษาในลักษณะต่างๆ ซึ่งสื่อนั้นจะต้องเป็นสื่อที่มีรูปแบบการใช้งานที่แปลกใหม่ต่างจากของเดิม มีความสวยงามและน่าสนใจมากขึ้น โดยสื่อนั้นยังสามารถเข้าถึงตัวของเด็กได้ง่ายไม่ยุ่งยาก โดยมีการออกแบบสื่อในรูปแบบของสื่อ 3 มิติ จะต้องเป็นสื่อที่เด็กเล่นแล้วสนุกหรือโต้ตอบกับสื่อนั้นได้ เนื่องจากผู้รับสื่อรู้สึกมีส่วนร่วมกับการสื่อสารนั้นด้วยซึ่งจะทำให้เกิดการจดจำได้ดีและสนุกไปกับการเรียนในเรื่องของบทกลอน

3. เพื่อออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนสำหรับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และทำให้นักเรียน เรียนรู้บทเรียนเกี่ยวกับบทกลอนได้ง่ายขึ้น เป็นการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนในลักษณะของเกมการศึกษาที่มีรูปแบบเป็นสื่อ 3มิติจับต้องได้และ สามารถทำให้ผู้ใช้งานสื่อเกิดการเรียนรู้เรื่องของบทกลอนโดยสอดแทรกเนื้อหาการเรียนรู้เกี่ยวกับบทกลอนและผสมผสานเนื้อหาเข้ากับเกม เพื่อทำให้เด็กรุ่นใหม่หันมาสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องของบทกลอนของไทยมากขึ้นและเล่นสนุกไปกับเกมนั้นได้อย่างไม่น่าเบื่อ ทำให้เด็กหันมาให้ความสำคัญต่อการเรียนเรื่องของบทกลอนเพิ่มมากและเป็นการอนุรักษ์บทกลอนไทยไว้สืบต่อไป

รูปที่ 4 ตัวชิ้นงานจากการผลิตจริงของบอร์ดเกมคำกลอน “สุดสาครกับบทกลอนที่หายไป” และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

5. ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการเลือกวัสดุ ควรเลือกใช้วัสดุที่แข็งแรงกว่าผลงานต้นแบบ ควรเป็นวัสดุประเภท ไม้อัดหรือพลาสวูท แทนกระดาษเพื่อง่ายต่อการทำงานและเพิ่มความคงทนสวยงามให้กับชิ้นงาน

2. ด้านการออกแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนในรูปแบบของบอร์ดเกมยังมีฟังชั่นการใช้งานที่ยังมีไม่มากพอ ควรเพิ่มลูกเล่นหรือฟังชั่นลงไปในสื่อให้มากกว่าเดิมอีกทั้งควรทำออกมาให้ครบทุกระดับความยากเพื่อเด็กจะสามารถพัฒนาทักษะของตัวเองได้ดียิ่งขึ้น

3. ด้านค่าใช้จ่ายในการทำสื่อชนิดนี้ค่อนข้างสูงเพราะขนาดที่ใหญ่ ผู้ที่จะนำไปต่อยอดสามารถลดขนาดลงได้ตามความเหมาะสม เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการทำงาน

4. สามารถนำรูปแบบการทำสื่อประกอบการเรียนการสอนบทกลอนไปดัดแปลงให้เข้ากับวิชาเรียนอื่นๆ ที่นอกเหนือจากวิชาภาษาไทย เพื่อใช้เป็นกิจกรรมในระหว่างเรียนและเป็นวิธีที่ทำให้เด็กใสใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางอาจารย์ทุกๆ ท่านในโปรแกรมวิชานวัตกรรมการออกแบบ และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่อำนวยความสะดวกในการขออนุญาติลงพื้นที่ การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำสื่อ การให้คำปรึกษา ที่ช่วยในการทำงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กำชัย ทองหล่อ. (2552). หลักภาษาไทย. กรุงเทพมหานคร: อมรการพิมพ์.

[2] ทิพย์สุคนธ์ เพชรโอภาส, บุญชู บุญลิขิตศิริ. (2558). การออกแบบเกมการละเล่นพื้นบ้านไทยในรูปแบบสถานการณ์จำลอง. วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[3] วิเชียร เกษประทุม. (2550). ลักษณะคำประพันธ์ไทย. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาศึกษา.

[4] สนอง อินละคร. (2544). เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซทการพิมพ์.

[5] ไสยวรรณ อัญชลี. (ม.ป.ป.). การคิดและการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัย. สืบค้นเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2560, จาก http://www.e-child-edu.com/youthcenter/content/articles/thinking-learning-of-child.html

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบ และพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟ

The design and development of a cold production Biomass charcoal Briquette Machine from coffee bean processing

มนตรี ไชยชาญยุทธ์[1] พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
[1]สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
17/1 หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว ชุมพร 86160 โทรศัพท์ 081-388-5657 E-mail: montree.ch@kmitl.ac.th
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
1ซ.ฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบ และพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟ โดยระบบประกอบด้วย ถังผสมวัตถุดิบ ระบบเกลียวอัดถ่าน ระบบทำความร้อนเพื่อลดความชื้นถ่าน ระบบวัดความยาวแท่งถ่าน และระบบตัดถ่านให้ได้ตามขนาด (10 20 และ 30 cm) ระบบผสมวัตถุดิบจะใช้มอเตอร์ 2 HP ในการกวนวัสดุ และปล่อยวัตถุดิบลงสู่เกลียวอัด อัดวัตถุดิบเข้าสู่กระบอกอัด และกระบวนทำความร้อน ผ่านกระบอกอัดจะได้ถ่านชีวมวลออกมา ใช้เซนเซอร์พร็อกซิมิตี้ในการตรวจสอบขนาดของแท่งถ่านแล้วระบบตัดขนาดถ่านซึ่งใช้นิวส์เมติกเป็นต้นกำลังในการทำงานตัดขนาดถ่านให้ได้ตามขนาด ระบบทั้งหมดใช้สมองกลฝังตัวหรือไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) เป็นตัวควบคุมการทำงาน

จากการทดลองเครื่องอัดถ่านชีวมวลจาก ผงถ่านกะลากาแฟ ตามอัตราส่วนของ ผงถ่านกะลากาแฟ แป้งมัน และน้ำ (2:1:0.5) และเมื่อทดลองอัดเชื้อเพลิงแท่งจากขี้เลื่อย ด้วยอัตราส่วนของ ขี้เลื่อย แป้งมัน และน้ำ (2:0.5:0.5) รักษาระดับอุณหภูมิที่กระบอกอัดเพื่อลดความชื้นอยู่ที่ 70 °C เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด ได้ถ่าน และเชื้อเพลิงที่มีลักษณะทางกายภาพเหนียว เกาะแน่น ไม่แตกร้าว ความสามารถในการอัดที่ขนาดความยาว 10 20 และ 30 cm อัดถ่านเชื้อเพลิงได้จำนวน 61 45 และ 27 ต่อชั่วโมง ตามลำดับ

คำสำคัญ: ชีวมวล, ถ่านอัดแท่ง, เกลียวอัดเย็น , เปลือกกาแฟ

Abstract

This research presents the he design and development of a cold production Biomass charcoal Briquette Machine from coffee bean processing. The Biomass charcoal Briquette Machine includes the system was: First, the material mixing tank, second, the compress block. Third, the screw compressed, the fourth component was heater system, and measure the length of charcoal in the last component (Size 10 20 and 30 cm). The material is mixed, we used 2 HP single phase AC motor to drive mixing blade and this system will be dropping to compress block. The screw compress drives the material into compress block. At the compress block has the heater, which it generated heat to reduce humidity in charcoal compressed. The pneumatic was used to cut the charcoal to the desired size. All the system, were controlled by a microcontroller (MCS-51).

From our experiments, the tests showed that the briquettes with a 2:1:0.5 ratio of coffee charcoal, tapioca and water, while the ratio of tapioca: sawdust and water as 2: 0.5:0.5, and then maintains the temperature at the compress block of 70 °C. This ratio showed the greatest compressive strength. The briquette machine was able to produce briquettes at 10 20 and 30 of size were 61 45 27 piece/hr., respectively.

Keywords: Biomass, charcoal, cold production, coffee bean waste

1. บทนำ

พลังงาน หรือเชื้อเพลิงเป็นสิ่งที่ทุกคนควรร่วมมือกันใช้อย่างประหยัด และนำสิ่งที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทางเลือก และทางช่วยหนึ่งซึ่งแสดงถึงการรับผิดชอบร่วมกันในสังคมคือ การนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้ให้คุ้มค่า เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร อาทิเช่น เศษไม้ กะลาปาล์ม กะลากาแฟ สามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพแทนถ่าน และฟืนในครัวเรือนได้ โดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ถึงแม้ค่าความร้อนของวัสดุทางการเกษตรจะมีค่าน้อยกว่าเนื้อไม้ แต่ถ้านำมาอัดเป็นแท่งเพิ่มความหนาแน่น ก็สามารถให้ค่าความร้อนได้ในปริมาณใกล้เคียงกัน ถ่านป่นที่อัดเป็นก้อนก็ให้ความร้อนไม่น้อยกว่าถ่านที่ได้จากการเผาไม้ท่อน การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรดังกล่าวในข้างต้นมาเผาให้เป็นถ่านแล้วนำมาอัดเป็นก้อน หรือวัสดุบางชนิด เช่น ขี้เลื่อยจากไม้ต่างๆ แกลบ อาจจะอัดเป็นก้อนก่อนและค่อยทำเป็นถ่านก็ได้ การอัดผงถ่านจากวัสดุชีวมวลโดยใช้ตัวประสานช่วยให้สามารถทำเป็นแท่งได้โดยใช้เครื่องมือกล แต่ปัญหาสำคัญสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง คือ เครื่องมือที่ใช้อัดมีราคาแพง ชาวบ้านไม่สามารถผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเองได้

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้นำเสนอส่วนของการออกแบบ และพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ ทั้งนี้ในการวิจัยได้เลือกวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้เป็นกะลากาแฟ และขี้เลื่อยจากไม้ ในส่วนของการอัดถ่านแท่งจากกะลากาแฟต้องนำกะลากาแฟไปเผาเป็นผงถ่าน แล้วศึกษาอัตราส่วนผสมที่ดี เหมาะสมสำหรับใช้ในการอัดเป็นถ่านแท่ง เหตุผลที่เลือกศึกษาการทำถ่านอัดแท่งจากกะลากาแฟ เพราะเป็นการศึกษาเพื่อช่วยแก้ปัญหาให้กลุ่มเกษตรกรกลุ่มกาแฟจังหวัดชุมพรซึ่งถือได้ว่า กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจลำดับต้นเลยทีเดียว และเป็นทางเลือกในการสร้างรายได้ให้เกษตรกร อีกทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าอีกด้วย ในขณะที่การอัดถ่านแท่งจากขี้เลื่อยเป็นการศึกษาส่วนผสมขององค์ประกอบที่จะช่วยในการอัดแท่งโดยไม่ต้องนำไปเผาเป็นผงถ่านแต่เน้นไปในส่วนของการให้ความร้อน และอัตราส่วนของตัวประสานเพื่อให้สามารถอัดเป็นแท่งถ่านใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อไป

2. หลักการ และการออกแบบ

2.1 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

กรอบแนวความคิดของงานวิจัยนี้แสดงดังในรูปที่ 1 ซึ่งวงจรใช้งานทางอิเล็กทรอนิกส์ รายละเอียดการคำนวณออกแบบ และการออกแบบโปรแกรมควบคุม ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดไว้ที่สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตรชุมพรเขตอุดมศดิ์ จังหวัดชุมพร ซึ่งในที่นี้ขอกล่าวถึงส่วนหลักๆโดยโครงการวิจัยประกอบด้วยระบบต่างๆดังต่อไปนี้

ระบบถังผสมวัสดุ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นถังผสมวัสดุให้เข้ากัน โดยจะมีใบพัดเป็นตัวกวนวัสดุให้เข้ากัน และมีมอเตอร์เป็นตัวขับใบพัดของถังผสม

ระบบนิวส์เมติก คือ ส่วนของการควบคุมการปล่อยวัสดุลงชุดเกลียวอัด และชุดนิวส์เมติกยังทำหน้าที่เป็นชุดตัดแท่งถ่านที่ออกมาตามขนาดที่ได้เลือกเอาไว้

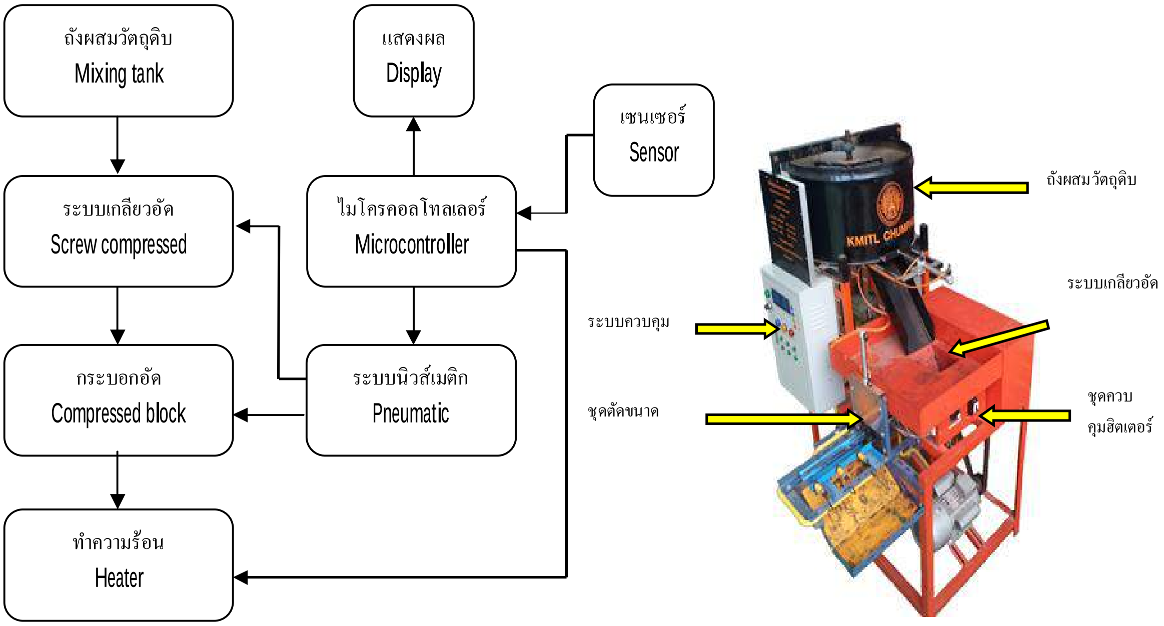
ระบบเกลียวอัด คือ ส่วนที่รับวัสดุจากชุดผสมมาทำการอัดแท่งโดยใช้สกรูเกลียวเป็นตัวส่งวัสดุไปที่หัวของเกลียวอัด จึงทำให้วัสดุบีบอัดกันเป็นแท่งถ่าน และออกทางหัวของกระบอกเกลียวอัด

ระบบตัดขนาด คือ ส่วนหัวของชุดเกลียวอัด เมื่อแท่งถ่านผ่านหัวของชุดเกลียวอัดก็จะมีเซนเซอร์วัตถุเป็นตัวสั่งงานให้ชุดตัดทำงาน โดยจะมีความยาวของแท่งถ่านที่กำหนดเอาไว้ โดยจะรับคำสั่งจากปุ่มกดเลือกขนาด คือ 10 20 และ 30 เซนติเมตร

ระบบทำความร้อน คือ ส่วนที่ทำหน้าที่กำเนิดความร้อนเพื่อลดความชื้นของวัตถุดิบที่กระบอกอัดซึ่งจะทำให้มีการยึดเกาะกันของวัตถุดิบในขณะทำการอัด และในกรณีที่เป็นการอัดโดยไม่ใช้ผงถ่านความร้อนจะทำให้กาวยางไม้จากวัตถุดิบคายออกจากวัตถุดิบ เหนียวแห้งยึดเกาะกันเป็นก้อนแท่ง

2.2 การออกแบบโครงสร้าง และหลักการทำงาน

โครงสร้างของเครื่องอัดถ่าน ส่วนของถังผสมจะมีมอเตอร์ AC 220 โวลต์ 2 แรงม้า เป็นตัวขับใบพัดของถังผสม โดยใช้เกียร์ทด 1:40 รอบเป็นตัวทดรอบของความเร็วมอเตอร์ ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องอัดถ่านอเนกประสงค์ส่วนที่เป็นถังผสม ตัวเลขบอกขนาดจะมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (รูปที่ 2ก) ส่วนที่เป็นเกลียวอัด ส่วนของเกลียวอัดจะมีมอเตอร์ AC 220 โวลต์ 5 แรงม้า เป็นตัวขับเกลียวอัดถ่านเพื่อส่งไปยังหัวอัดแท่งถ่าน ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องอัดถ่านอเนกประสงค์ส่วนที่เป็นเกลียวอัด ตัวเลขบอกขนาดจะมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (รูปที่ 2ข) ส่วนที่เป็นระบบตัดขนาด ส่วนที่เป็นระบบขนาดตัดจะมีเซ็นเซอร์เป็นตัวสั่งงานให้ระบบนิวส์เมติกของระบบตัดขนาดทำงานตามขนาดที่เลือกเอาไว้ ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องอัดถ่านอเนกประสงค์ส่วนที่เป็นระบบตัด ตัวเลขบอกขนาดจะมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (รูปที่ 2ค) ส่วนที่เป็นชุดควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ การทำงานของฮีตเตอร์จะมีเทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมความร้อนของฮีตเตอร์และมีเบรคเกอร์เป็นตัวเปิด-ปิด (รูปที่ 2ง) และ ชุดควบคุมการทำงานของระบบนิวส์เมติก ระบบนิวส์เมติกจะประกอบไปด้วย ถังลม วาล์วลม และกระบอกสูบ (รูปที่ 2จ)



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของต้นแบบเครื่องอัดถ่าน

3. วิธีการ และผลการทดลอง

การศึกษาในงานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็นการทดลองอัดถ่านด้วยผงถ่านจากกะลากาแฟ และการทดลองอัดเชื้อเพลิงแท่งจากขี้เลื่อยไม้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างผงถ่านกะลากาแฟ :แป้งมัน: น้ำ ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการอัดถ่านกะลากาแฟ และการสังเกตลักษณะทางกายภาพ

อัตราส่วน(กรัม) ผงถ่าน: แป้งมัน : น้ำ	**ลักษณะการยึดตัวของผงถ่าน (ทางกายภาพ)**
2 : 1 : 0.50	ถ่านประสานกันดี ไม่มีรอยร้าว
2 : 0.50 : 0.50	ถ่านประสานกันไม่ดี มีรอยร้าวมาก
2 : 1 : 1	ไม่สามารถอัดแท่งได้ วัตถุดิบเหลว เนื่องจากน้ำมากเกินไป
3 : 1 : 0.25	ถ่านประสานกันดี มีรอยร้าวเล็กน้อย
3 : 2 : 1	ถ่านประสานกันไม่ดี มีรอยร้าวมาก จนทำให้ไม่เป็นแท่ง
4 : 1 : 0.25	วัตถุดิบอัดในกระบอกจนแน่นไม่สามารถอัดแท่งได้

และจากการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างขี้เลื่อยไม้ :แป้งมัน: น้ำ ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการอัดเชื้อเพลิงแท่งจากขี้เลื่อยไม้และการสังเกตลักษณะทางกายภาพ

อัตราส่วน(กรัม) ขี้เลื่อย: แป้งมัน : น้ำ	**ลักษณะการยึดตัวของผงถ่าน (ทางกายภาพ)**
2 : 1 : 0.50	เชื้อเพลิงประสานกันดี มีรอยร้าวเล็กน้อย
2 : 0.50 : 0.50	เชื้อเพลิงประสานกันดี ไม่มีรอยร้าว
2 : 1 : 1	ไม่สามารถอัดแท่งได้ วัตถุดิบเปียกชื้นเกินไป
3 : 1 : 0.25	เชื้อเพลิงประสานกันดี
3 : 2 : 1	อัดเป็นก้อนได้ แต่ไม่ค่อยยึดเกาะกัน
4 : 1 : 0.25	วัตถุดิบแห้ง ไม่ค่อยจับตัวกันเป็นก้อนไม่สามารถอัดแท่งได้

4. สรุป และวิจารณ์

ในงานวิจัยนี้ได้จัดสร้างต้นแบบพัฒนาเครื่องอัดถ่านชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟ และได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยนำเครื่องที่ออกแบบทดลองอัดพลังงานเชื้อเพลิงจากขี้เลื่อยไม้โดยเป็นการอัดร้อน ซึ่งที่กระบอกอัดได้ติดตั้งฮิตเตอร์เพื่อ

ทำความร้อนไว้สำหรับลดความชื้นระหว่างกระบวนการอัด ในเบื้องต้นพบว่าเป็นประโยชน์มากเพราะช่วยลดระยะเวลาในการนำถ่านไปตากแดดได้ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับควบคุมความร้อนที่กระบอกอัดอยู่ที่ 70 °C ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปถ่านจะแห้ง และแตก

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารอ้างอิง

[1] มงคล พรหมเทศ งานไฟฟ้าทั่วไป. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์, 2542. และมงคล ทองสงคราม เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ. กรุงเทพ ฯ : รามาการพิมพ์, 2535.

[2] อุดม รานอก, ภาษา C สำหรับควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51, นนทบุรี: ไอดีซีฯ, 2548..

[3] ธวัชชัย อัตถวิบูลย์กุล **"เครื่องกลไฟฟ้า 2"** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2533

[4] กองบรรณาธิการซีเอ็ด **"ไฟฟ้าอุตสาหกรรม เรื่องน่ารู้สำหรับวิศวกร"** ฉบับที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2550.

[5] พจนาฏ สุวรรณมณี **"เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เบื้องต้น"** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2554

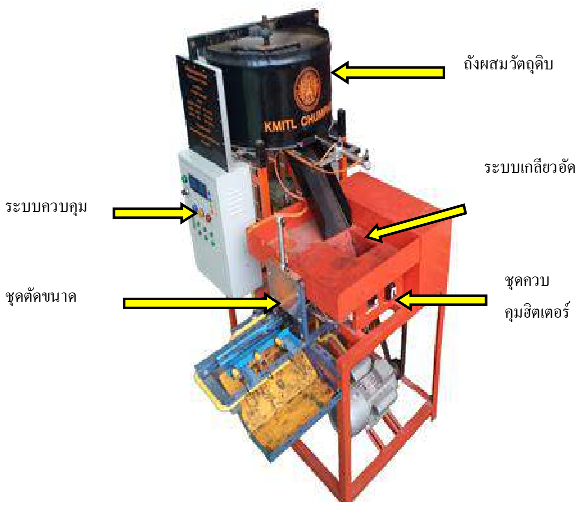
ก.ชุดถังผสม

ข.ชุดเกลียวอัด

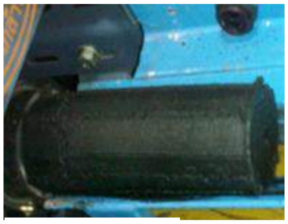
ค. ชุดตัด และคุมขนาด

ง. ชุดคุมฮิตเตอร์

จ. ชุดวาวล์ลมนิวส์เมติก



ชุดกระบอกสูบปล่อยวัตถุดิบ
จากถังผสมสู่กระบอกอัด



ถ่านจากกะลากาแฟ

เชื้อเพลิงแท่งจากขี้เลื่อย

รูปที่ 2 โครงสร้างส่วนต่างๆของเครื่องอัดถ่านชีวมวล

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยบอร์ดไมโครบิต

Development of the Training Packages the Robot Control Programming with Micro:bit

ธวัช ธรรมบุตร[1] ชาญ สิงห์แก้ว[1]

[1]สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-336370 E-mail: Thawach.thammabut@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินคุณภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยบอร์ดไมโครบิต สำหรับใช้พัฒนาทักษะด้านการคิด โดยชุดฝึกประกอบไปด้วยหุ่นยนต์ ที่มีเซนเซอร์ดังนี้คือ เซนเซอร์อินฟาเรด เซนเซอร์ตรวจจับเส้น และบอร์ดไมโครบิต ซึ่งออกแบบให้ผู้เรียนได้เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ด้วย JavaScript Block Editor ที่ใช้ภาษาบล็อก ที่มีจุดเด่นที่ง่ายในการเขียนโปรแกรม แล้วแปลงออกมาเป็นภาษา JavaScript หรือ Python ได้ ทำให้ผู้เรียนลดอุปสรรคในการเขียนโปรแกรมแบบเดิมได้ และชุดฝึกนี้ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยผลการประเมินพบว่าชุดฝึกมีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้งานกับผู้เรียนที่ต้องการพัฒนาทักษะด้านการเขียนโปรแกรมต่อไปได้

คำสำคัญ: การเขียนโปรแกรม, หุ่นยนต์, บอร์ดไมโครบิต

Abstract

The purpose of this research was to develop the training packages for the robot control programming with Micro:bit for development thinking skill. The Training package consist of Robot which include infrared sensor and line tracking sensor and the Micro:bit board. That was designed for programming with JavaScript Block Editor that easy to program. Then, they can convert a Block Editor into JavaScript or Python. The training packages was examined by 3 experts. The results of their evaluation was at the Good level and the training packages can use for persons who want to improve programming skill.

Keywords: Programming, Robot, Micro:bit

1. บทนำ

หุ่นยนต์หรืออุปกรณ์ที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน ที่มี 5 องค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์ [1] ดังนี้ 1) เครื่องจักรกล (mechanical) เป็นส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งนำมาประกอบกันเป็นหุ่นยนต์ 2) กำลัง (power) จะเป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อที่ได้ 3) ส่วนการรับรู้ (sensor) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมภายนอก 4) ส่วนตอบสนอง (effector) ทำหน้าที่ตอบสนองกลับไปยังสภาพแวดล้อม 5) ส่วนของความฉลาด (intelligent) เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งในปัจจุบันนั้นหุ่นยนต์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมาก เช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาด เป็นต้น และหุ่นยนต์ยังมีส่วนสำคัญในการพัฒนาในด้านต่างๆ เช่นในด้านอุตสากรรม โดยจะเห็นได้ว่ามีการนำเอาหุ่นยนต์ต่างๆ มาใช้แทนแรงงานคน หรือจะเป็นด้านการศึกษาที่มีการนำเอาหุ่นยนต์มาใช้เพื่อประกอบการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผู้เรียนจะต้องฝึกเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งเมื่อผนวกเข้ากับการใช้หุ่นยนต์มาประกอบในการเขียนโปรแกรมจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และทำให้เข้าใจการทำงานของโปรแกรมมากขึ้น เนื่องจากเห็นสภาพจริง (authentic)

แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมหุ่นยนต์นั้นผู้เรียนต้องมีทักษะและความรู้เกี่ยวกับภาษานั้น ๆ จึงทำให้บางครั้งผู้เรียนไม่สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามต้องการเนื่องจากอุปสรรคทางด้านภาษาที่ใช้เขียน ซึ่งบอร์ด Micro:bit ได้เข้ามาลดช่องว่างทางภาษาของโปรแกรม เนื่องจากการเรียนควบคุมบอร์ด Micro:bit นั้นใช้รูปแบบของบล็อค (block) ที่สามารถนำมาต่อกันเพื่อเรียงกันเป็นคำสั่งขึ้นมา โดยผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจได้ง่าย ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามที่คิดไว้ โดยไม่มีอุปสรรคด้านภาษา

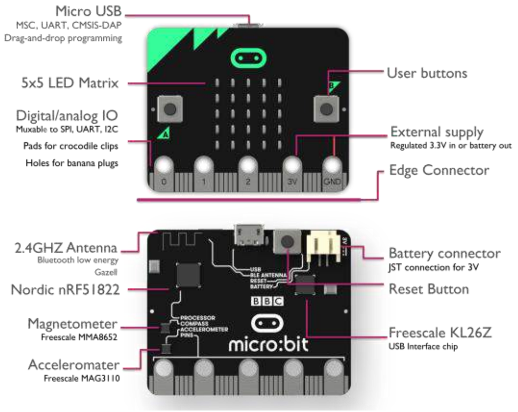
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์นำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอน โดยจัดทำเป็นชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยบอร์ดไมโครบิต เพื่อเป็นการพัฒนานักศึกษาในด้านทักษะการด้านการเขียนโปรแกรม และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียน

การสอนรวมถึงเป็นสื่อประกอบการสอนรายวิชาทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์และรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บอร์ดไมโครบิต

BBC Micro Bit ถูกออกแบบโดย Lancaster University และผลิตโดย element14 บอร์ดมีหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex M0 32 บิต ที่มีบลูทูธในตัว มีเซ็นเซอร์วัดความเอียง (accelerometer) และเซ็นเซอร์แม่เหล็กโลก หรือเข็มทิศ (magnetometer) มีหลอด LED 25 ดวง แสดงผลแบบ Dot matrix และสวิตซ์กดติดปล่อยดับ 3 ตัว ใช้การอัพโหลดโปรแกรมผ่านคอมพิวเตอร์ หรือแอพพลิเคชั่นบนแอนดรอย และ iOS ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบด้านหน้าและหลังของบอร์ไมโครบิต [2]

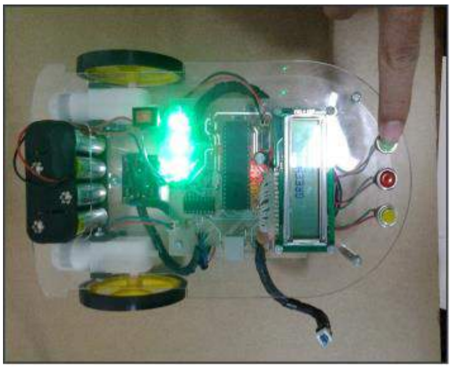
ในส่วนการเขียนโปรแกรมนั้น สามารถเขียนโปรแกรมได้ผ่านเว็บไซต์ microbit.co.uk และเมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้วสามารถดาวน์โหลดลงมาในเครื่องเพื่อทำการคัดลอกไปยังตัว Micro:bit ที่เสียบอยู่กับคอมพิวเตอร์ได้ทันที ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 การเขียนโปรแกรมผ่านเว็บไซต์ microbit.co.uk

การเขียนโปรแกรมจะทำได้โดยการลากและวางบล็อกลงไปเป็นคำสั่งต่าง ๆ ทำให้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายต่อการเข้าใจ และ โปรแกรมจะทำงานแบบ Event Base ที่ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่ทำกับบอร์ด โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในเหตุการณ์เริ่มต้น (start) และยังสามารถสลับหน้าจอไปยังหน้าจอ Javascript ได้อีกด้วย

2.2 หุ่นยนต์

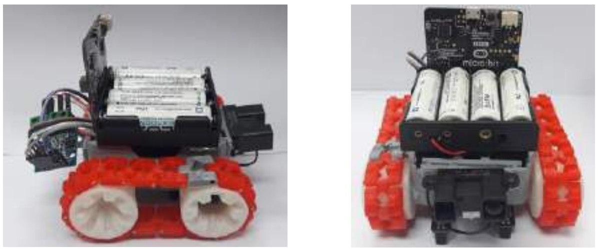
ในปัจจุบันได้มีการนำเอาหุ่นยนต์มาใช้ในการศึกษา โดยมีงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมของ กิตติ เสือแพร และคณะ [3] โดยจัดทำเป็นชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี เพื่อเป็นการพัฒนานักศึกษาในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ตรวจจับด้านแสง อุปกรณ์ตรวจจับการสัมผัส รวมทั้งชุดแสดงผลทางแสง เสียงและข้อความซึ่งทำงานด้วยคำสั่งภาษาซี ดังรูปที่ 3 และผลการประเมินความเหมาะสมด้านหลักสูตร ด้านแผนการฝึกอบรม ด้านเอกสารที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม ด้านสื่อหุ่นยนต์ และด้านแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาก ดังนั้นภาพรวมของการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านอยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.35 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 และผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม จำนวน 15 คน พบว่าในภาพรวมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก จากผลวิจัยสามารถสรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยภาษาซี สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานได้



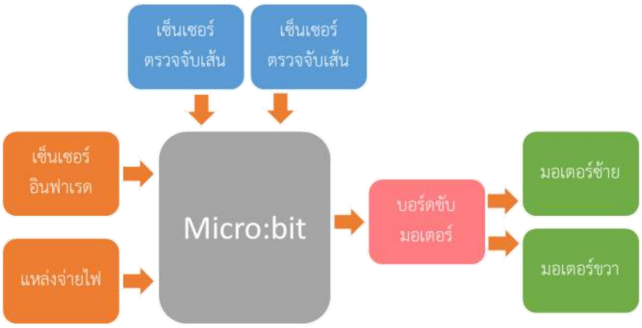
รูปที่ 3 สื่อหุ่นยนต์จากงานวิจัยของ กิตติ เสือแพร [3]

ในส่วนของหุ่นยนต์จะทำการพิมพ์ชิ้นส่วนหุ่นยนต์ด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) ด้วยโมเดล SMARS modular robot [3] ที่สามารถดาวโหลดได้จาก www.thingiverse.com ดังรูปที่ 4 และได้

ติดตั้งในส่วนของเซนเซอร์อินฟาเรด และเซนเซอร์ตรวจจับเส้น และผังการทำงานของบอร์ดไมโครบิต ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 หุ่นยนต์ที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



รูปที่ 5 ผังการทำงานของบอร์ดไมโครบิต

3. ขั้นตอนและผลการทดสอบการทำงาน

จะทำการทดสอบโดยการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อบอร์ดไมโครบิตและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้ 1. การควบคุมมอเตอร์ 2. การทดสอบเซนเซอร์อินฟาเรด 3. การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับเส้น

3.1 การควบคุมมอเตอร์

ในการควบคุมมอเตอร์จะทำโดยการสั่งให้หุ่นยนต์ เดินตามโปรแกรมที่ตั้งไว้คือ เดินเป็นสี่เหลี่ยมดังนี้ เดินหน้า 5 วินาที จากนั้นเลี้ยวขวาและเดินหน้าเป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นถอยหลังเป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นเลี้ยวซ้ายและเดินหน้า 5 วินาที ผลที่ได้พบว่า หุ่นยนต์เดินได้ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ แต่พบปัญหาการเดินไม่ตรง สาเหตุอาจจะเกิดมาจากการประกอบหุ่นยนต์ ซึ่งได้แก้ไขโดยการถอดชิ้นส่วนหุ่นยนต์มาประกอบใหม่ จากนั้นทำการวัดความเร็วหุ่นยนต์ โดยการวัดเวลาในการเดินทางตรงระยะ 10 เมตร ค่าเวลาเฉลี่ยคือ 41.6 วินาที ดังนั้นคำนวนได้ความเร็วเฉลี่ย 0.24 เมตรต่อนาที

3.2 การทดสอบเซนเซอร์อินฟาเรด

ได้ทดสอบโดยการหุ่นยนต์หยุดการเคลื่อนไหวเมื่อพบสิ่งกีดขวาง โดยระยะทางของสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์สามารถเช็คได้ อยู่ที่ 70 เซ็นติเมตร

3.3 การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับเส้น

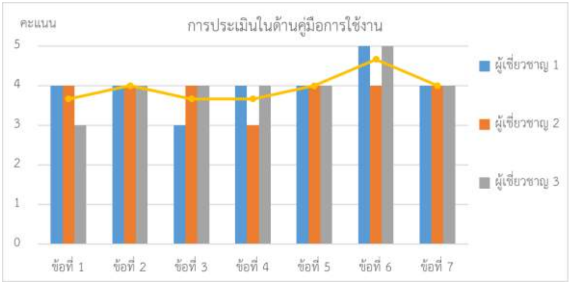
ได้ทดสอบโดยการให้หุ่นยนต์วิ่งตามเส้นสีดำ บนพื้นขาว พบว่าหุ่นยนต์สามารถเดินได้ตามเส้นที่กำหนดไว้

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ ทั้ง 3 ส่วนคือ มอเตอร์ เซนเซอร์อินฟาเรด และ เซนเซอร์ตรวจจับเส้น พบว่าหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

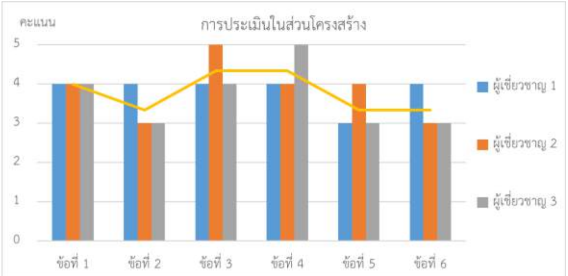
4. ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินในส่วนโครงสร้างของชุดฝึกจะประเมิน 6 จุดคือ 1) ดึงดูดความสนใจและความสวยงาม 2) สามารถแสดงการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้ชัดเจน 3) วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างเหมาะสมกับชุดฝึก 4) รูปแบบ ขนาดและน้ำหนักเหมาะสมกับชุดฝึก 5) มีความแข็งแรงและทนทาน 6) ชุดฝึกใช้งานได้อย่างปลอดภัย

และในด้านคู่มือการใช้งานจำนวน 7 จุดคือ 1) คำอธิบายส่วนประกอบของชุดฝึกมีความชัดเจน 2) คำชี้แจงการใช้คู่มือชุดฝึกเข้าใจง่าย 3) มีความชัดเจนของคู่มือและภาพประกอบ 4) อธิบายข้อมูลเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน 5) การจัดเรียงลำดับขั้นตอนดูแล้วเข้าใจง่าย 6) ขนาดตัวหนังสือที่ใช้เหมาะสมกับคู่มือ 7) คำแนะนำในคู่มือชุดฝึกมีความชัดเจน



(ก) การประเมินในส่วนของโครงสร้างของชุดฝึก



(ข) การประเมินในส่วนของคู่มือการใช้งาน

รูปที่ 5 การประเมินในส่วนของโครงสร้างและส่วนของคู่มือการใช้งานของชุดฝึก

โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินในส่วนของโครงสร้างอยู่ในระดับ ดี (= 3.78, S.D. = 0.48) และในส่วนของคู่มือการใช้งาน ในระดับดีเช่นเดียวกัน (= 3.95, S.D. = 0.33) ดังรูป

ที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินในส่วนของโครงสร้างข้อที่ 2 สามารถแสดงการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้ชัดเจน โดยให้คำแนะนำว่าการสังเกตุสถานะของเซนเซอร์ยังสังเกตุได้ยากควรปรับปรุงให้ชัดเจนกว่านี้ และผู้เชี่ยวชาญยังให้คำแนะนำอีกว่าควรเพิ่มเซนเซอร์ให้มีหลายชนิดหลากหลายกว่านี้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์การใช้งานได้มากขึ้น

5. สรุป

ชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยบอร์ดไมโครบิต ประกอบไปด้วยหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์อินฟาเรด เซนเซอร์ตรวจจับเส้น และบอร์ดไมโครบิต ทำเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย JavaScript Block Editor สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมที่วางไว้ และเมื่อทำการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพบว่าชุดฝึกมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี และสามารถนำไปใช้เพื่อฝึกการเขียนโปรแกรมได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ และณรงค์ ล่าดี. (2552). ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence). กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์.

[2] Micro:bit Educational Foundation. (2017). Hardware Description. [online]. Available: http://tech.microbit.org/hardware. (accessed Feb, 20 2018)

[3] Tristomietitoredeituit. (2017). SMARS modular robot. [online]. Available: https://www.thingiverse.com/thing:2662828 (accessed Jan, 13 2018)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สะเต็มศึกษา

The Integrated of Science and Mathematics in Stem Education for High School

สุรเชษฐ์ โทวราภา[1] และ ผศ.ดร.นันทิยา ชัยบุตร[2]

[1] สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

[2] สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

9/1 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์: 02-9020299 ต่อ 2620

E-mail: [1]surachad.t@bu.ac.th and [2]nantiya.c@bu.ac.th

บทคัดย่อ

การดำเนินโครงการ เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้สะเต็มศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมชุดทดลองพร้อมสื่อการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และความรู้ความเข้าใจในการเรียนเสริมสร้างทักษะของครูในโรงเรียน ตลอดจนการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาอุปสรรคในการเรียนด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นที่โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการได้แก่ โรงเรียนศาลาพัน โรงเรียนวัดตะวันเรือง และโรงเรียนวัดกลางคลองสาม

นวัตกรรมชุดทดลองและสื่อการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยคู่มือเชิงปฏิบัติการและโปสเตอร์ขั้นตอนการทดลองซึ่งอยู่ในรูปแบบของภาพการ์ตูน นวัตกรรมชุดทดลองและสื่อการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีเนื้อหาสำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ในหัวข้อเรื่อง แรงพยุง ความหนาแน่นของของเหลว แรงและการเคลื่อนที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว การวัด และมุม โดยมีผลประเมิน 3 ด้าน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (4.75) คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้

คำสำคัญ: สเต็มศึกษา , มัธยมศึกษาตอนต้น , วิทยาศาสตร์ , คณิตศาสตร์

Abstract

This research “The integrated of science and mathematics instruction in STEM education for high school” has objective for develop innovative teaching and learning materials in science and mathematics curriculum (STEM). The learning innovation will strengthen the skills of teachers in schools to success teach the science and math for student. This research focus on Salapan school, Wat Tawanruang school and Wat Klang Klong Sam school in Pathumtani province.

The Integrated of Science and Mathematics in Stem Education for High School curriculum is inclusive of a manual and an experimental lesson like a cartoon. This research has content for science and mathematics curriculum in high school. The topic in curriculum has buoyancy, density of the liquid, strength and motion of the surface, measurement and the angle. The result of satisfaction is very good (4.75) in three kind as create a learning atmosphere[1], learning activities and valuable to learning.

Keyword: STEM, High School, Science, Mathematics

1.บทนำ

สะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนโดยการอ้างอิงความรู้จาก 4 สหวิทยาการ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ [2] โดยเน้นการสอนแบบบูรณาการ เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณประโยชน์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเห็นภาพความเชื่อมโยงของเนื้อหาทั้ง 4 ศาสตร์วิชากับการดำเนินชีวิตจริง รวมทั้งช่วยเพิ่มทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการฝึกระบบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมและกระตุ้นความรู้ความเข้าใจด้านสะเต็มศึกษาให้แก่ครูผู้สอน [3] และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จึงเกิดการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนารูปแบบกิจกรรม นวัตกรรม และสื่อการสอนแนวใหม่ให้กับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี โดยสามารถนำไปเป็นต้นแบบ และแนวทางในการพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาให้กับโรงเรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้กับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2. เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ดีขึ้นในการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

3. เพื่อส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมหรือสื่อการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และ/หรือคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาครู/อาจารย์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

4. เพื่อสร้างเสริม พัฒนาทักษะความสามารถของครู/อาจารย์ในโรงเรียนระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ในการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

5. เพื่อศึกษาและแก้ปัญหาอุปสรรคในการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

3. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่พัฒนาสื่อการสอนหรือนวัตกรรม เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนสะเต็มในสถานศึกษา และจะได้นำความรู้ความเข้าใจด้านสะเต็มศึกษาเผยแพร่ให้แก่อาจารย์ผู้สอน [3] เพื่อให้อาจารย์ได้เข้าใจแนวทางและการเรียนการสอนแบบสะเต็ม และสามารถนำนวัตกรรมด้านเครื่องมือที่ได้นี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อประกอบการสอนของนักเรียนได้ โดยมีกิจกรรมที่มุ่งเน้น ดังนี้คือ เพื่อ พัฒนาศักยภาพครู/อาจารย์ผ่านการสร้างเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และการสร้างสื่อการเรียนการสอนสะเต็มในสถานศึกษา ในเรื่อง แรงพยุง ความหนาแน่นของของเหลว แรงและการเคลื่อนที่ พื้นที่ผิว ปริมาตร การวัด และมุม

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 การวางแผนและเก็บข้อมูล

การวางแผนและเก็บข้อมูลนี้ คือ ประชุมเตรียมความพร้อมสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งการประชุมนี้เป็นกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านสะเต็มศึกษาระหว่างตัวแทนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ผู้อำนวยการโรงเรียนและตัวแทนคุณครูจากโรงเรียนทั้ง 3 โรงเรียน ดังรูปที่ 1. โดยในระหว่างกิจกรรมดังกล่าว ได้มีการทำความเข้าใจ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนสะเต็มในสถานศึกษา รวมถึงปัญหา อุปสรรค และความกังวลต่าง ๆ ของทางโรงเรียน

รูปที่ 1. การประชุมเตรียมความพร้อมระหว่างเพื่อสรุปประเด็นเนื้อหา

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหา

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ถูกพิจารณาจากแหล่งที่มา 2 แหล่ง คือ การประชุมเตรียมความพร้อมและรายละเอียดวิชาพร้อมดัชนีชี้วัด โดยนำข้อมูลที่ได้จากการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับทางโรงเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละโรงเรียน ข้อจำกัดในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละโรงเรียน ค้นหาแนวทางแก้ไข และวิธีการสอนที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจโดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ทางโรงเรียนได้รวบรวมส่งมา

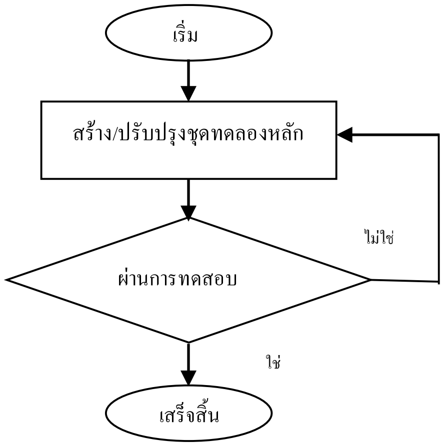
4.3 การออกแบบ รูปแบบ วิธีการเรียนการสอน และการพัฒนาสื่อต้นแบบการสอน

การออกแบบสื่อต้นแบบเพื่อนำมาประกอบการสอนซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยสื่อต้นแบบการสอนที่ได้นี้จะถูกออกแบบมาในรูปแบบของนวัตกรรมหรือชุดทดลองใหม่และสื่อการสอนที่สอดคล้องกับนวัตกรรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนภายใต้วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยงกันได้อย่างน้อย 5 หัวข้อ โดยสื่อการสอนที่จะถูกออกแบบนี้มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้โดยง่าย ตลอดจนสามารถผนวกความรู้และความคิดใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ได้ ดังรูปที่ 2.

การพัฒนาสื่อการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับชุดทดลองที่ได้พัฒนาขึ้นและที่ได้ออกแบบไว้ โดยเอกสารประกอบการสอนต้องสามารถบ่งบอกถึงองค์ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการทดลองหรือ

นวัตกรรมนั้นได้ และสามารถให้โรงเรียนนำไปปรับเปลี่ยนสื่อการสอนได้ตามบริบทของโรงเรียน

นอกจากการออกแบบนวัตกรรมหรือชุดการทดลองและสื่อการสอนแล้ว ในขั้นตอนนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับวัดผลประเมินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการนำชุดทดลองและสื่อการสอนไปใช้ในการเรียนการสอน



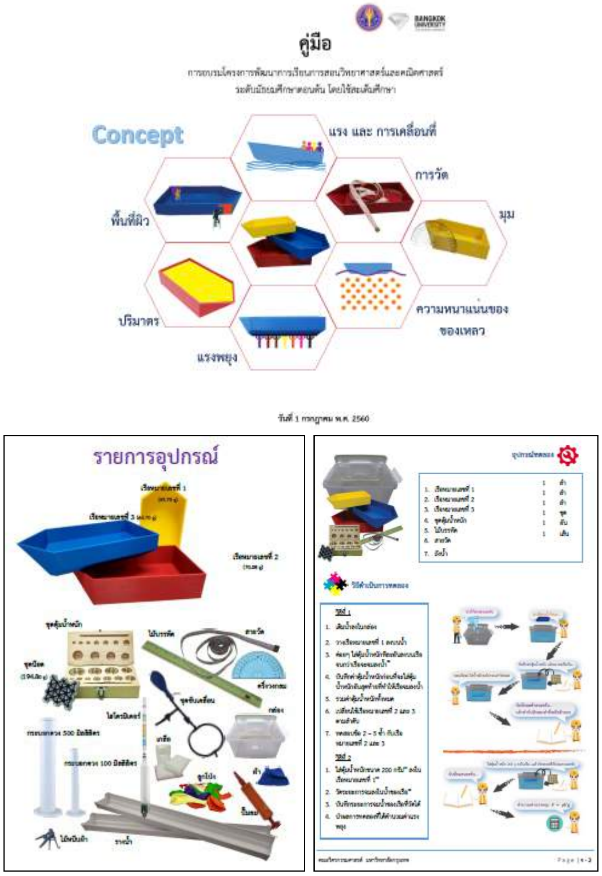
รูปที่ 2. การดำเนินการสร้างนวัตกรรมชุดทดลอง

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 นวัตกรรมและสื่อการสอน

นวัตกรรมชุดการทดลองที่ได้พัฒนาขึ้นถูกออกแบบมาเพื่อให้สัมพันธ์กับสิ่งที่ใกล้ตัวของนักเรียนในเขตพื้นที่ปทุมธานี นั่นคือ “เรือ” โดยใช้เรือเป็นอุปกรณ์หลักในการเชื่อมโยงการทดลองแต่ละการทดลองเข้าด้วยกัน ซึ่งมีการออกแบบเรือให้มีลักษณะแตกต่างกัน 3 แบบเพื่อให้ครอบคลุมการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งนวัตกรรมชุดทดลองนี้สามารถนำไปใช้กับหัวข้อในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งหมด 7 หัวข้อ โดยสร้างสื่อการสอนให้มีรูปแบบและสีสรรค์เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และเพิ่มในส่วนของคำถามก่อนการทดลองเพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิดก่อนนำเข้าสู่การทดลอง คำตอบของคำถามก่อนการทดลองนั้นสามารถหาคำตอบได้จากการทดลองได้ดังรูปที่ 3

ภายหลังการจัดอบรมให้แก่ครูที่เป็นตัวแทนของโรงเรียน ได้จัดส่งสื่อการสอนนี้ให้แก่โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ โรงเรียนละ 3 ชุด พร้อมกับไฟล์ทั้งหมดเพื่อให้ทางโรงเรียนสามารถนำไปเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับบริบทของโรงเรียนได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้นดังรูปที่ 4.



รูปที่ 3. คู่มือสื่อการสอนสะเต็มศึกษาในนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปที่ 4. การจัดอบรมให้แก่ครูตัวแทนของโรงเรียนและมอบชุดการสื่อการเรียนการสอน

5.2 วิเคราะห์ผลการประเมิน

ผลจากการนำนวัตกรรมชุดทดลองและสื่อการสอนไปอบรมให้กับครูที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 12 ท่านจาก 3 โรงเรียน ได้แบ่งรายละเอียดการเก็บผลความพึงพอใจออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ด้านบรรยากาศการเรียน 2) ด้านกิจกรรมการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 3) ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยค่าเฉลี่ยรวมของทั้ง 3 ด้าน คือ 4.75 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.07 โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) [4] ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความหมายคือ ดีมาก, ดี, ปานกลาง, น้อย และน้อยที่สุด ส่วนเกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ยในช่วงคะแนนต่าง ๆ มีสมการคำนวณอันตรภาคชั้นของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.8

ตารางที่ 1 ผลประเมินการใช้นวัตกรรมชุดทดลองและสื่อการสอน

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1) ด้านบรรยากาศการเรียน	4.80	0.09
2) ด้านกิจกรรมการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.73	0.06
3) ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้	4.73	0.08

ด้านบรรยากาศในการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.80 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.09 โดยพบว่า หัวข้อ บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม, บรรยากาศของการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม และบรรยากาศของการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดจากทั้ง 5 ข้อ คือ 4.89 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ด้านกิจกรรมการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยรวม 4.73 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.06 อีกทั้งพบว่า หัวข้อ กิจกรรมสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปยังทฤษฎีที่ต้องเรียนรู้ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดจากทั้ง 9 ข้อ คือ 4.89 อยู่ในเกณฑ์

ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.73 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.08 อีกทั้งพบว่า หัวข้อ การจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น, การจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุดจากทั้ง 10 ข้อ คือ 4.73 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

6. สรุปการวิจัย

ผลจากการนำนวัตกรรมชุดทดลองและสื่อการสอนไปอบรมให้กับครูที่เข้าร่วมโครงการ ผู้เข้าร่วมประเมินว่าบรรยากาศของการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม และบรรยากาศของการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน กิจกรรมสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปยังทฤษฎีที่ต้องเรียนรู้ได้ และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

ซึ่งการประยุกต์การเรียนการสอนในรูปแบบใหม่นี้ ยังคงต้องพัฒนาต่อไปตามบริบทของนักเรียนและองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีใหม่ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน เพื่อเป็นการปลูกฝังการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้นักเรียน การทำงานร่วมกับผู้อื่น การวิเคราะห์เหตุและผล โดยล้วนจะส่งผลให้เติบโตเป็นอนาคตของชาติต่อไปในอนาคต

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่ให้ทุนในการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอน โรงเรียนศาลาพัน โรงเรียนวัดตะวันเรือง และโรงเรียนวัดกลางคลองสามที่เปิดโอกาสให้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนและนำเสนอปัญหาของนักเรียนในปัจจุบันให้เป็นโจทย์ในงานวิจัย และคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่ร่วมกันให้ความเห็นในการพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับมัธยมศึกษาตอนต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Dalton, W., " Classroom atmosphere reflects quality of learning. Educational Leadership." 8(7): 429-433., 1951

[2] Sanders, M. , "*STEM, STEM education*", STEM mania. The Technology Teacher, 68(4). 20-26., 2009

[3] Miaoulis, I. , *Museums key to stem success*., U.S. News and World Report, Retrieved from "http://www.usnews.com/news /blogs/stem-education/2011/12 /07/museums-key-to-stem-success" , 2011

[4] Likert, Rensis, *"A Technique for the Measurement of Attitudes"*. Archives of Psychology 140: 1–55., 1932.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

บ้านอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT และ Amazon Cloud
Home Automation with IoT and Amazon Cloud technology

รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์, น้ำมนต์ ดวงดิษฐ์, รัชชานนท์ ทองปาน และ ไชยภัทร คงทอง
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพ โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: udom.ran@dpu.ac.th

บทคัดย่อ
โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกสบายในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เนื่องจากปัจจุบันการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนอกบ้าน ความสะดวกสบายเป็นสิ่งที่คนต้องการเป็นอย่างมาก เช่น ป้องกันปัญหาไฟฟ้าลัดวงจร ปัญหาผู้บุกรุก หรือปัญหาลืมปิดไฟภายในบ้าน เป็นต้น โครงงานนี้ใช้เทคโนโลยีคลาวด์ของอเมซอนร่วมกับเทคโนโลยีอินเตอร์ของสรรพสิ่ง ระบบประกอบไปด้วย 1) สมาร์ทโฟนซึ่งมีส่วนแสดงสถานะอุปกรณ์และควบคุมอุปกรณ์สำหรับการควบคุมระยะไกล 2) สมาร์ทดิสเพลย์มีส่วนแสดงสถานะอุปกรณ์ และควบคุมอุปกรณ์โดยเป็นการควบคุมระยะใกล้ และ 3) อุปกรณ์ ประกอบด้วยระบบเปิด-ปิดไฟ ระบบเช็คสถานะประตูและสมาร์ทปลั๊กเป็นอุปกรณ์แสดงผลและเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป สำหรับการพัฒนาใช้ภาษาพีเอชพีและภาษาจาวาในการพัฒนาส่วนของสมาร์ทโฟน ภาษาไพธอนในการพัฒนาส่วนของสมาร์ทดิสเพลย์และภาษาซีในการพัฒนาส่วนของอุปกรณ์ มีการเก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์ของ อเมซอน และใช้ MQTT เป็นโปรโตคอลการรับส่งข้อมูลระหว่างสมาร์ทดิสเพลย์กับระบบคลาวด์ของอเมซอน ใช้เว็บเซอร์วิสเป็นตัวจัดการข้อมูลในระบบคลาวด์ในส่วนของสมาร์ทโฟนและใช้อุปกรณ์ไวไฟ เป็นตัวรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับสมาร์ทดิสเพลย์

คำสำคัญ: ระบบบ้านอัตโนมัติ, อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ระบบอเมซอนคลาวด์

Abstract
Home automation system is designed to provide comfort with home appliances, as most people spend their time which activity outdoors. Convenience is something that people need very much. This project was created to prevent short circuit, intruder problem, and forget about turning off the lights in the house. This project uses Internet of Things (IoT) and Amazon Cloud technology. The system consists of 1) Smart Phone for displaying the status system. and controlling the devices 2) Smart Display has a display facility and controlling the devices, and 3) Devices consists of power on-off, door checking system and Smart Plug system for controlling and storing the electrical with control electric appliances. This project uses PHP and JAVA to develop the Smart Phone part, Python to develop the Smart Display and C language to develop the device. Data is stored on the AWS Cloud Database and use MQTT protocol to communicate between Smart Display and AWS Cloud. It uses the Web service as an information manager on the AWS Cloud for sending and receiving data to the Smart Phone and use WIFI as a data transmitter between the devices and Smart Display.

Keywords: Home Automation, Internet of Things, Amazon Cloud technology

1. บทนำ
ปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่ใช้ชีวิตประจำวันส่วนใหญ่อยู่นอกบ้าน ผู้คนต้องออกไปทำงาน เรียนหนังสือ หรือติดต่อธุระต่างๆ เป็นเวลานาน จึงไม่มีเวลาดูแลที่พักอาศัย หรือ ละเลยการใช้ชีวิตประจำวันภายในบ้าน เช่น เสียบปลั๊กไฟไว้แล้วลืมถอด เป็นต้น เหตุต่างๆเหล่านี้อาจเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาตามมาเช่น ไฟฟ้าลัดวงจร หรือ ถูกลักขโมยทรัพย์สิน ส่งผลให้ทรัพย์สินเสียหายได้

Internet of Things (IoT) [1][2] เป็นระบบที่นำอุปกรณ์ต่างๆเชื่อมต่อกับ Internet สามารถควบควบคุมได้ทุกที่ ทั้งยังสามารถบอกสถานะต่างๆได้จากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่ผ่าน Internet ทำให้การใช้ชีวิตของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น โดยผู้พัฒนาได้เล็งเห็นปัญหา จึงพัฒนาระบบ Home Automation เพื่ออำนวยความสะดวกสบายต่อการดูแลที่พักอาศัย ทั้งยังสามารถดูแลได้แม้เราไม่ได้อยู่ที่บ้าน

ระบบที่นำเสนอ ใช้เทคโนโลยี Internet of Things และ Cloud technology [3] ของ Amazon [4] ประกอบด้วย 1) Smart Display ทำ

หน้าที่แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าจาก Smart Plug (Unit, Watt) สถานะการใช้งานของ Smart Plug วัดและแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง สถานะเซนเซอร์ประตู และสถานะหลอดไฟ สามารถควบคุมเปิดปิดหลอดไฟจาก Smart Display ภายในบ้าน และสามารถเชื่อมต่อ AWS IoT ได้ 2) เซนเซอร์ประตู สามารถตรวจสอบการเปิดปิดประตู 3) หลอดไฟควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ 4) Smart plug วัดค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วย unit และหน่วย watt สั่งตัดไฟ เมื่อพลังงานเกิน limit ที่ตั้งไว้ ควบคุมทำงานด้วย real time OS 5) ซอฟต์แวร์ (Android) แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าจาก Smart plug (Unit, Watt) สถานะการใช้งานของ Smart plug ค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง สถานะหลอดไฟ และสถานะเซนเซอร์ประตู สามารถควบคุมเปิดปิดหลอดไฟบน Smart phone ภายในบ้าน โดยระบบกำหนดให้ ผู้ใช้สามารถมีบ้านได้หลายหลัง

2. ภาพรวมของระบบ

สถาปัตยกรรมระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักซึ่งประกอบด้วย ส่วนของอุปกรณ์ในบ้านมีการควบคุมอุปกรณ์หลักอยู่ 3 ชนิดคือ หลอดไฟ เซนเซอร์ประตู และปลั๊กไฟ ซึ่งทั้งหมดนี้จะควบคุมและดูผลดำเนินงานได้ผ่านหน้าจอ Smart Display ส่วนต่อมาคือระบบ Cloud ของ Amazon [4] มีทรัพยากรที่นำมาใช้อยู่ด้วยกัน 4 อย่าง ประกอบด้วย 1) EC2 (Elastic Compute Cloud) เป็นตัวจัดการหลักในการนำข้อมูลจาก Smart Phone มาคำนวณและและประมวลผล 2) RDS (Relational Database Service) เป็นที่เก็บข้อมูลในรูปแบบ SQL เพื่อให้ Smart Phone นำไปใช้งาน 3) Dynamo DB เป็นที่เก็บข้อมูลเซนเซอร์ต่างๆในรูปแบบ NoSQL เพื่อให้ EC2 นำไปประมวลผลและใช้งาน และ 4) AWS IOT เป็นตัวจัดการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ในบ้านและระบบ Cloud ผ่านโปรโตคอล MQTT และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของ Smart Phone ซึ่งเป็นส่วนที่ไว้ควบคุมและดูผลลัพท์ต่างๆของอุปกรณ์ภายในบ้านเมื่ออยู่นอกสถานที่ ภาพรวมระบบแสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

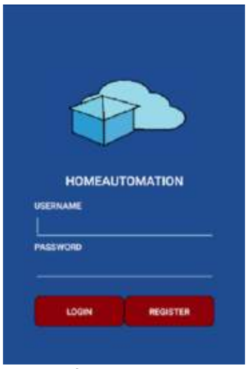
3. ผลการดำเนินงาน

ผลการจากการดำเนินงาน มีดังนี้

3.1 ส่วนโปรแกรมแอนดรอยด์

- หน้าล็อกอิน และหน้าหลักระบบ

เริ่มต้นการใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานในหน้า ลงทะเบียนของแอปฯ และกรอกข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดให้ครบถ้วน ถ้ากรอกไม่ครบระบบจะไม่สามารถลงทะเบียนได้ เมื่อลงทะเบียนเสร็จ จะกลับมาที่หน้าล็อกอิน ให้ผู้ใช้กรอก Username และ Password เพื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 แสดงหน้าจอหลักเมื่อเข้าสู่ระบบ โดยหน้านี้จะมีรายชื่อบ้าน ปุ่มคลิกเข้าไปดูอุปกรณ์ภายในบ้าน ปุ่มลบบ้าน เมนูเพิ่มบ้าน และปุ่มออกจากระบบ



รูปที่ 5 หน้าล็อกอิน

รูปที่ 6 หน้าจอหลักเมื่อเข้าสู่ระบบ

- หน้าแสดงสถานะของหลอดไฟ และการเลือกอุปกรณ์

เมื่อผู้ใช้ต้องการเพิ่มบ้าน จะต้องกรอกข้อมูลดังต้องไปนี้ Name, Serial number จะต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง แล้วกด "Submit" แสดงดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8 แสดงหน้าจอเลือกอุปกรณ์ เมื่อผู้ใช้เข้ามาดูอุปกรณ์ในบ้านของแต่ละหลังโดยจะมีอุปกรณ์อยู่ 3 อุปกรณ์ 1.Lamp 2.Smart Plug 3.Door และจะแสดงอุณหภูมิ ความชื้น ชื่อบ้าน

รูปที่ 7 หน้าเพิ่มบ้าน

รูปที่ 8 หน้าเลือกอุปกรณ์

- หน้าแสดงข้อมูลสถานะหลอดไฟและข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

เมื่อต้องการดูข้อมูลของแต่ละอุปกรณ์ก็ให้กดเลือกอุปกรณ์นั้น ดังแสดงรูปที่ 9 เมื่อมีกดเลือกดูอุปกรณ์ Lamp และ Smart plug ก็จะโชว์หน้าต่างแสดงข้อมูลสถานะของหลอดไฟ และข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้

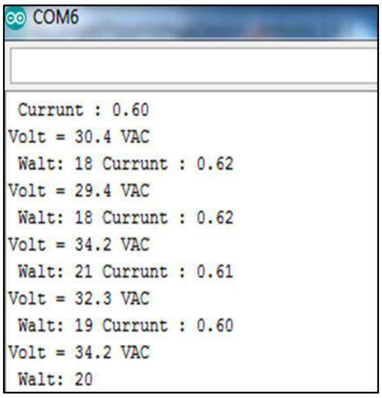
รูปที่ 9 หน้าแสดงข้อมูลสถานะหลอดไฟและข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

3.2 ส่วนฮาร์ดแวร์

- Smart Plug

รูปที่ 10 อุปกรณ์ Smart Plug

Smart plug ใช้ Node MCU [6] เป็นหน่วยประมวลผล และมีวงจร Relay เพื่อทำการตัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อใช้ไฟฟ้าเกินกำหนด และอ่านค่า Voltage Sensor [7] และ Current Sensor ในช่องทาง Analog เพื่อทำการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าส่งไปยัง Smart Display ผลการวัดค่าวัตต์จาก Smart Plug โดยใช้ Voltage sensor และ Current sensor แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงผลการวัดค่าวัตต์จาก Smart Plug โดยใช้ Voltage sensor และ Current sensor

- Smart Lamp และ Smart Door

Smart Lamp ทำงานโดยใช้ NODE MCU ในการสั่งการควบคุม Relay เพื่อสั่งตัดไฟ และจะเชื่อมต่อโดยใช้ WIFI ในการรับส่งข้อมูล และ Smart Door ทำงานโดยใช้ NODE MCU V2 ในการสั่งการควบคุมต่างๆ ได้แก่ ตรวจสอบการเปิดปิดประตูจาก MC-38 Sensor และจะเชื่อมต่อโดยใช้ WIFI ในการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทั้งสอง แสดงดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13

รูปที่ 12 อุปกรณ์ Smart Lamp

รูปที่ 13 อุปกรณ์ Smart Door

- Smart Display

Smart Display เป็นตัวกลางซึ่งรับค่าจาก Touchscreen Display และมีการอ่านค่าสภาพอากาศ (อุณหภูมิและความชื้น) ภายในห้อง ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ผ่าน Wireless Module ควบคุมด้วย Raspberry pi [5] และมีการส่งข้อมูลไปยัง Amazon Cloud ด้วย

เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 14 ซึ่งมีการแสดงอุณหภูมิหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ข้อมูลแสดงความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลแสดงสถานะหลอดไฟซึ่งสามารถสั่งเปิด-ปิดได้ ข้อมูลแสดงการเปิด-ปิดของประตูบ้าน ข้อมูลแสดงสถานะของSmart Plug ข้อมูลกำลังไฟฟ้า หน่วยไฟฟ้า และลิมิตไฟฟ้าที่ต้องการตัด ข้อมูลวันที่และเวลา และปุ่มในการเปลี่ยนหน้าไปยังโหมดต่างๆในหน้าจอส่วนบนซ้าย โดยมี ปุ่ม Setting สำหรับตั้งค่า Limit ไฟฟ้าเกินกำหนด

รูปที่ 14 อุปกรณ์ Smart Display

3.3 การทดสอบส่ง-รับค่าระหว่างอุปกรณ์ กับ Smart Display

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้ง 3 ชนิด คือ Lamp , Door และ Smart กับ Smart Display ซึ่งมีการรับค่าจาก Smart Display ไปยัง อุปกรณ์ทั้งหมดดังกล่าวแล้วมีการส่งค่ากลับมายัง Smart Display ผลจากการทดลองพบว่าสามารถรับส่งข้อมูลได้ถูกต้องในเวลาที่ยอมรับได้

ตารางที่ 3.1 การส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยัง Smart Display

อุปกรณ์ที่ทดลอง	ครั้งที่ทดลอง	ระยะเวลา	การรับส่งข้อมูล
Lamp	1	2.02 วินาที	ถูกต้อง
	2	2.43 วินาที	ถูกต้อง
	3	2.11 วินาที	ถูกต้อง
	4	2.06 วินาที	ถูกต้อง
Door	1	2.54 วินาที	ถูกต้อง
	2	2.98 วินาที	ถูกต้อง
	3	2.72 วินาที	ถูกต้อง
	4	2.70 วินาที	ถูกต้อง
Smart Plug	1	4.89 วินาที	ถูกต้อง
	2	4.32 วินาที	ถูกต้อง
	3	5.09 วินาที	ถูกต้อง
	4	4.53 วินาที	ถูกต้อง

4. สรุป

ระบบบ้านอัตโนมัติ หรือ Home Automation พัฒนาด้วยเทคโนโลยี Internet of things (IoT) และเทคโนโลยีคลาวด์ของ Amazon โดยระบบแบ่งออก เป็น 3 ส่วนหลัก คือ Smart phone, Smart display และอุปกรณ์ (Lamp, Door, Smart plug) ซึ่งสามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้ถูกต้อง

สำหรับแนวทางการพัฒนาในอนาคต จะนำเทคโนโลยีการสั่งการด้วยเสียงของ Amazon มาช่วยเพื่อให้การควบคุมสั่งการฉลาดมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, and Marimuthu Palaniswami. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Gener. Comput. Syst. 29, 7 (September 2013), 1645-1660.

[2] Luigi Atzori, Antonio Iera, and Giacomo Morabito. 2010. The Internet of Things: A survey. Comput. Netw. 54, 15 (October 2010), 2787-2805.

[3] Dan C. Marinescu. 2013. Cloud Computing: Theory and Practice (1st ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.

[4] AWS Documentation - Amazon Web Services (ออนไลน์). สืบค้นจาก : https://aws.amazon.com/documentation/ html [20 มกราคม 2561]

[5] “Raspberry Pi” คืออะไร (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application-qt.html [20 มกราคม 2560]

[6] “ESP8266 Node MCU” คืออะไร (ออนไลน์). สืบค้นจาก : https://embeddedsystem2558.wordpress.com/esp8266-nodemcu-e/ [20 มกราคม 2560]

[7] “Voltage Sensor” รายละเอียดโมดูล (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.thaieasyelec.com/products/sensors/single-phase-voltage-sensor-detail.html [21 มกราคม 2560]

The Automatic Control system for Plant nursery under LED Light Using Microcontroller

Jassada Sarasook[1] Weerapon Srimuang [1] Chaiyapon Thongchaisuratkrul [1]
[1] Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
1518 Pracharat 1 Road,Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800 E-mail: jassadat77@gmail.com

Abstract

This paper presents the automatic temperature control for plant nursery to grow the plant under LED light using microcontroller. The two types of light; LED light and natural light are studied.

The plant nursery was 1.2x1.2x1.5 m in size is constructed. The structure used PVC tube and covered by black canvas. The condition in the nursery is controlled by Arduino Uno R3 microcontroller. The two sensors module DHT22 which detects the both of temperature and humidity were install inside and outside nursery and displayed value on LCD screen which was outside. The four relays were used to control system. The 9 Watt LED light was hung inside on the top of plant nursery. The four cooling pads were next to air outlets beside of room. The cooling pad acted temperature exchange by cool water from cool water dispenser flowing to cooling pad. A fan was installed at the top to flow the air outside into the room. The two pumps were used for watering the plant and taking cool water from cool water dispenser into cooling pad. Water tube ¼ inch in diameter was installed inside plant nursery to water the plant.

From experimental result, it is investigated that the temperature can be controlled and the plant under the LED light had the rate of germination rapider than the natural condition.

Keywords: plant nursery, plant growth, temperature control, LED light, light influence,

1. Introduction

Thailand is the land of agriculture. The country is well known in the name kitchen of the world. Nowadays, technology steps rapidly and also in Thailand jumps to 4.0 age. This is time to apply modern technology to enhance production in agriculture for example solar cell is a choice applied for the farm [1]. Smart farm is mentioned widely and the research is promoted. The automatic environment control system was applied in order to control temperature and relative humidity for plant nursery for comfortable [2]. Moreover, light technology is a choice to improve product because the plant need it to synthesis so the florescent and LED were applied [3-4]. Presently, LED is lower price than the past and it is various colors which the plant need different [5]. The different colors light were used with the different plants [6-7]. Therefore this research presents the automatic temperature control for plant nursery under LED light using microcontroller to observe plant germination and growth.

2. Experimental Setup

2.1 The Construction of Plant Nursery

The plant nursery is shown in **Figure 1** which consists of plant room, water dispenser and control set. The plant room was 1.2x1.2x1.5 m in size. The main structure made of ½ inch PVC tube closed by PVC canvas. The bottom and beside of room was four air inlets which took air flowing in to the room. The four 15x30x15 cm cooling pads were installed next to air inlets beside of the room. The water drain was the center of floor. The couple of plant shelves beside of room which made of plastic net were high from floor approximately 60 cm. The spray nozzle with ¼ water tube was installed over the plant shelves for watering. The both of LED lamp hung with ceiling lighting to plant. The fan placed on the top of room to flow air out. Two sensors module DHT22 detecting temperature were placed inside and outside room. The control set contained in insulation box outside the room concluding Arduino Uno R3 microcontroller, SD card module and LCD screen. SD card module was used to record temperature and humidity. The water dispenser was placed out of the room on PVC structure. The first pump was used to pump natural water from storage tank to the plant in the room while second pump was used to pump cool water to

cooling pads. Cool water dispenser, cool water storage tank and solenoid valve were used to prepare cool water for cooling pad.

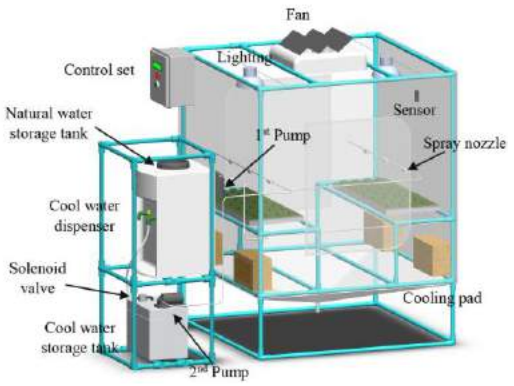


Figure 1 Construction of plant nursery

2.2 Block Diagram

The automatic plant nursery system under LED light condition controlled by Arduino Uno R3 microcontroller in the form of block diagram is shown in **Figure 2**. The system separates two parts; input and output. The input conclude DHT sensor to detect temperature and RTC (Real time clock) to set time for watering the plant and cooling pad. The output part concludes fan, first pump, second pump, solenoid valve and lighting from LED lamp.

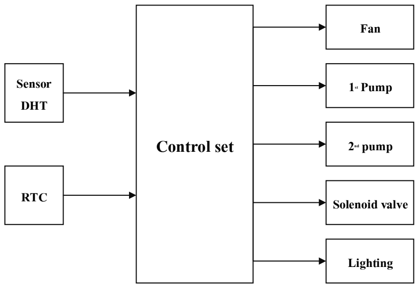


Figure 2 Block diagram

2.3 Flowchart

The processing system classifies to four processes concluding temperature control, plant water system, lighting system and cooling pad water system as flowchart shown in **Figure 3**. For temperature control, the PID control is used to by turning on the fan, if the temperature feedback from DHT sensor is higher than setting temperature. If the fan run, air will flow from outside into the room by air inlet passing cooling pad throughout the fan out of the room so the temperature is lower. For the plant water system, the RTC is used to set time for watering the plant twice a day; in the morning (7.00 am) and evening (6.00 pm). For lighting system, the time to turn on/off the light is set at 5.00 am to turn on and 9.00 pm to turn off. For cooling pad -

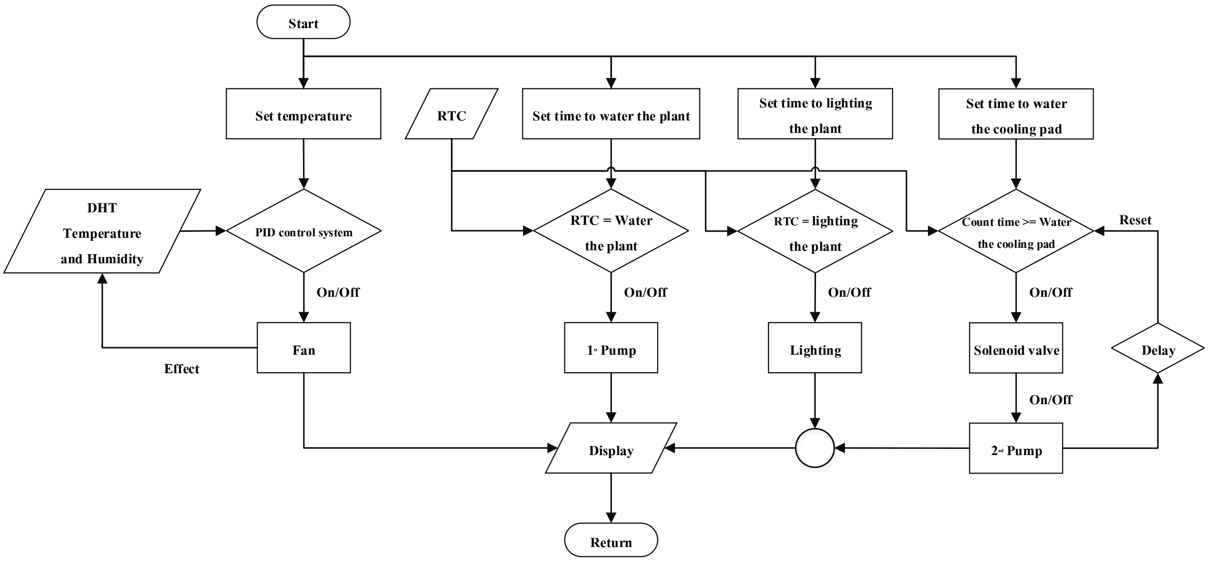


Figure 3 Flowchart of system

water system, the cooling pad is watered every 30 minutes to maintain wet condition. The humid pad will absorb the heat, when the fan turn on hence the temperature will be lower. The solenoid will open to flow the cool water from cool water dispenser into storage. After that, cool water will be pumped to cooling pad by second pump. The air which flows passing the pad will take cool air spreading all over the plant room.

2.4 Test Procedure

The test separates two sections; temperature control and plant germination in the plant nursery under LED light. To test temperature control, the temperature was set at 26 °C and the temperature inside and outside the room was recorded by SD card module every 30 minutes over a day. To test plant germination, the 32 shallots were used obtained simple random. The first 16 shallots were planted under natural condition while another 16 shallots were in proposed plant nursery under LED light. The quantity of water and the soil were the same.

3. Experimental Results

3.1 Temperature Control

The temperature as shown in **Figure 4** was obtained DHT sensors installed inside and outside plant nursery. The set point was set at 26 °C. It is investigated that the outside temperature varied in the range of 28-33 °C over a day. On the other, the most inside temperature was just around or under approximately 26 °C. This means that the temperature control system works as expectations.

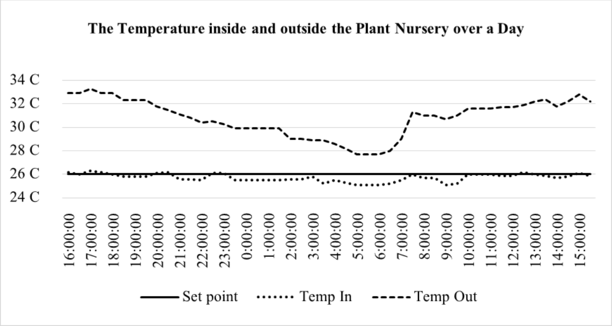


Figure 4 The temperature inside and outside the plant nursery

3.2 Plant Germination

Table 1 shows amount of plants grow in eight days. It can be seen that the plants begin germinating by two days. At second day, the plants in nursery under LED light germinated 7 shallots while there were just 3 shallots germinated under natural condition. The both germination continues but interestingly, the rate of spring in plant nursery still more than natural condition. Eventually, all 16 shallots in nursery germinated in eighth day while there were just 15 shallots started life and another one die. Therefore it can be said that under temperature control with LED light the plants germinated more rapid and more amount than natural condition.

Table 1 Amount of plant germination

	Amount of plant germination	
Day	**Natural light**	**LED light**
1	0	0
2	3	7
3	3	9
4	5	11
5	7	11
6	11	15
7	15	15
8	15	16

3.3 Plant Growth

The plant growth in this research is considered in the form of average height as shown in **Table 2**. It is investigated that although the plants in nursery under LED light started growing in second day, they could be measured the height in third day. On the other hand, the plants in natural condition could be measured in fifth day. Moreover, it is observed that the average height of plants in nursery was higher than other. Considering **Table 2** in eighth day, the maximum height was 15 cm for plant under LED light while just was 4.5 cm for natural condition. The plants under both conditions are shown in **Figure 5**.

Table 2 Average height of plant

	The height of plant growth (cm)					
	Natural light			**LED light**		
Day	**Average**	**SD**	**Max.**	**Average**	**SD**	**Max.**
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5

	The height of plant growth (cm)					
	Natural light			LED light		
Day	**Average**	**SD**	**Max.**	**Average**	**SD**	**Max.**
4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	1.5
5	0.1	0.1	0.3	1.0	1.0	2.5
6	0.3	0.3	0.7	2.7	2.0	5.5
7	1.1	0.4	1.7	5.7	3.3	11
8	3.0	1.3	4.5	8.8	4.4	15

(a) Natural light (b) LED light

Figure 5 The shallots under natural light and LED light at eighth day

4. Discussion

From the **Figure 6**, it is observed that the relative humidity inside the nursery was about 75-98% while outside one was approximately 44-75%. It can say that inside humidity is higher that outside one. Therefore water evaporation in the room is less than outside because quantity of vapor inside is higher. This phenomenon causes the soil inside moister than outside, although it is watered the same. Generally, the plant should water twice a day in the morning and evening but cause of the soil inside nursery can maintain moisture hence it can be reduced quantity of water such as water just once a day enough.

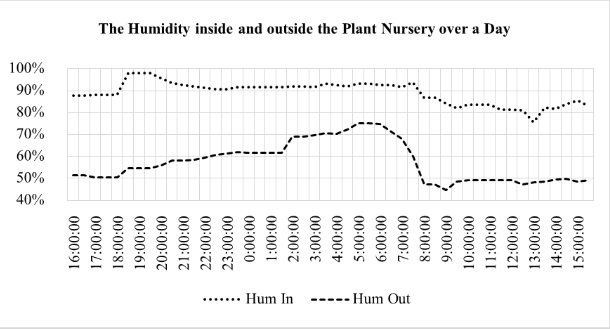


Figure 6 The humidity inside and outside the plant nursery

5. Conclusions

From the results, it can summarize as following.

1. The temperature control for plant nursery can work as expectation which it was set at 26 °C in this research.
2. The plants germination in nursery under LED light condition was more rapid than natural condition.
3. The amount of plants germinates in nursery under LED light condition more than natural condition.
4. The plant growth in temperature controlled under LED light clearly was more rapid than natural condition.

References

[1] M. Fakaim, K. Banlupholsakul and K. Khongseeprai " Case Study of Automatic Plants Watering System Using Solar Energy for Rice Breeding Plan," Journal of Industrial Technology, Ubon Ratchathani, vol. 1, pp. 55-66, 2016.

[2] T. Namhormchan and A. Sareephattananon, " PLC-Based Automatic Control System of Temperature and Relative Humidity in Soilless Culture Greenhouse with an Evaporative Cooling System and Fogging System," EAU Heritage Journal:Science and Technology, Pathum Thani, vol. 8, pp. 98-111, 2014.

[3] J. Yothatip, P. Sunakorn and P. Boonkorkaew, "Study of Growing Indoor Plants using Artificial Light," The 14th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference, 7-8 December, 2014.

[4] A. Chidburee, A. Namin, K. Sansupa and T. Kaipet, " Effect of blue/red/white LEDs combination on growth of eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis Dehnh.) tissue in vitro," Khon Kaen Agr. J. Khon Kaen, vol. 42, pp. 409-414, 2014.

[5] N. Watjanatepin and C. Boonmee, "Which Color of Light from the Light Emitting Diodes is Optimal for Plant Cultivation?," The Technical Writer's Handbook. Science and Technology Journal, Thailand, vol.25, pp. 158-176, 2017.

[6] M. Sunun and N. Lertmanokul, " LED Bulbs for Chrysanthemum Planting," 7th ECTI-CARD, 8-10 July, 2015.

[7] P. Thaperntong, L.Khurnpoon and K. Saetiew, "Effect of Light from Light Emitting Diode (LED) on Petal Culture of Chrysanthemum cv. Canter," Songklanakarin Journal of Plant Science. Songkhla, vol. 3, pp. 57-62, 2016.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การแบ่งชั้นในภาพชั้นวางหนังสือด้วยทิศทางของเกรเดียนต์

Shelves Segmentation in Bookshelf Image using Gradient Orientations

ปิยะรัชช์ ธรรมวัฒนกุล[1] พนมขวัญ ริยะมงคล[1] รัฐภูมิ วรานุสาสน์[1*]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373
E-mail: piyaracht59@email.nu.ac.th, panomkhawnr@nu.ac.th, rattapoomw@nu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการแบ่งชั้นในภาพชั้นวางหนังสือโดยการใช้การทิศทางของเกรเดียนต์ร่วมกับผลการแปลงฮัฟในการหาตำแหน่งของขอบของชั้นหนังสือแต่ละชั้น และการใช้ค่าเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชั้นในการตรวจสอบตำแหน่งของขอบชั้นที่ได้ ผลการทดลองกับรูปชั้นหนังสือแบบเต็มชั้น พบว่าสามารถตรวจสอบพบชั้นหนังสือได้ถูกต้อง 96.02%

คำสำคัญ: การแบ่งชั้นหนังสือ, การประมวลผลภาพ, เกรเดียนต์ ฟิลเตอร์, การแปลงฮัฟ

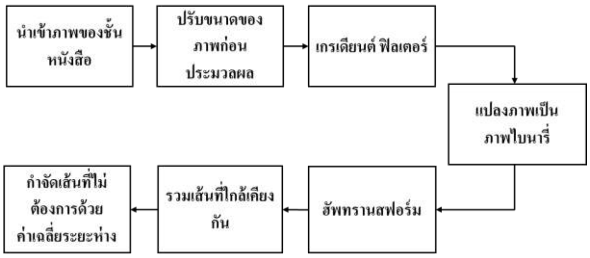
Abstract

This paper presents a method for segmenting shelves in a bookshelf image by using gradient directions and Hough transform algorithm to determine the positions of the edges of each bookshelf. The average distance between each shelves is used to verify the positive edges of the shelves. Experimental results showed the segmentation accuracy of 96.02%.

Keywords: shelve segmentation, digital image processing, gradient filtering, Hough transform

1. บทนำ

ในระยะเวลาที่ผ่านมา มีการนำเสนอกระบวนการ และงานวิจัย ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการชั้นวางหนังสือ เช่น การนับจำนวนหนังสือในชั้น [1] การตรวจสอบหนังสือในชั้นหนังสือกับฐานข้อมูล [2] เป็นต้น แต่กระบวนการส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การประมวลผลโดยการใช้รูปภาพหนังสือในแบบทีละชั้น หรืองานวิจัยที่มีการแบ่งชั้นหนังสือก่อนประมวลผลกับหนังสือในชั้นหนังสือ [3,4] ก็ไม่ได้มุ่งเน้นทดสอบกับการแบ่งชั้นหนังสือจากรูปชั้นหนังสือแบบเต็มชั้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการที่จะแบ่งชั้นหนังสือแบบเต็มชั้นจากรูปภาพชั้นวางหนังสือ เพื่อสามารถนำภาพที่ได้จากกระบวนการการแยกชั้นหนังสือไปต่อยอดพัฒนากับงานวิจัยอื่นๆ ที่มุ่งเน้นในการจัดการหนังสือแบบทีละชั้นได้



รูปที่ 1 ภาพรวมขั้นตอนกระบวนการทำงาน

ปัญหาของการแยกชั้นหนังสือคือการระบุขอบของชั้นหนังสือที่ต้องการแยกอย่างชัดเจนได้ การใช้อัลกอริธึมในการหาขอบของวัตถุอย่างเช่น วิธีการตรวจจับขอบภาพของแคนนี่ (Canny edge detection) [2, 3] หรือการวิธีการตรวจจับขอบภาพของโซเบล (Sobel edge detection) [4] นั้นจะไม่ได้เพียงแค่ได้เส้นขอบของชั้นหนังสือ แต่จะยังได้ขอบของหนังสือมาด้วย ซึ่งทำให้ยากแก่การจำแนก โดยเฉพาะเมื่อหนังสือในชั้นมีการติดป้ายเพื่อระบุรหัสเฉพาะตัวของหนังสือที่สันหนังสืออย่างเช่นหนังสือในห้องสมุดดังตัวอย่างใน รูปที่ 3 (ก) ซึ่งเมื่อวางหนังสือที่ติดป้ายที่สันเรียงกันแล้วจะทำให้เกิดเป็นรูปทรงแนวนอนที่คล้ายกับขอบของชั้นหนังสือได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนากระบวนการที่จะคัดแยกขอบของชั้นหนังสือออกมาโดยเฉพาะ โดยการใช้คุณสมบัติเกรเดียนต์ของค่าสีมาช่วยเพราะช่วงของชั้นหนังสือนั้นจะมีค่าการกระจายทิศทางของเกรเดียนต์ในแนวตั้งที่เด่นชัดกว่าส่วนของหนังสือ และใช้ค่าเฉลี่ยของระยะห่างโดยรวมของชั้นหนังสือมาช่วยในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของชั้นที่ได้ เพื่อแยกเส้นขอบที่ไม่ควรเป็นชั้นออก โดย รูปที่ 1 แสดงภาพรวมการทำงานของขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ

2. วิธีการที่นำเสนอ

2.1 เกรเดียนต์ ฟิลเตอร์

ในการประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) นั้น เกรเดียนต์ (gradient) ของภาพคือ ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของค่า สี (color) หรือ ค่าความเข้มของแสง (intensity) ซึ่งเกรเดียนต์ประกอบไปด้วย เวกเตอร์ (vector) หรือทิศทางการกระจายตัวของค่าเกรเดียนต์ใน แบบ 2 มิติ และ ค่าแมกนิจูด (magnitude) หรือขนาดของค่าความเปลี่ยนแปลงระหว่างจุดตามทิศทางของเวกเตอร์

จากการสังเกตภาพของชั้นหนังสือจะพบว่าลักษณะการกระจายตัวของเวกเตอร์ทิศทางของเกรเดียนต์นั้น บริเวณจุดตัดระหว่างชั้นหนังสือกับ ส่วนอื่นๆ ของภาพ เช่น ภาพพื้นหลัง หรือหนังสือในชั้น เมื่อดูจากทิศทางของเกรเดียนต์ในแนวตั้งจะมีค่าแมกนิจูดที่ต่างกันอย่างชัดเจนดังตัวอย่างใน รูปที่ 3 (ก) โดยเส้นสีแดงเป็นการระบุให้เห็นบริเวณที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ใช้เกรเดียนต์ ฟิลเตอร์ (gradient filter) กับภาพของชั้นหนังสือเพื่อหาเส้นขอบของบริเวณชั้นหนังสือโดยเฉพาะ และจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการใช้เกรเดียนต์ฟิลเตอร์ 2 ทิศทาง คือ ทิศทางจากบนลงล่าง และทิศทางจากล่างขึ้นบนจะพบว่าภาพที่ได้จากการใช้ฟิลเตอร์ในทิศทางจากล่างขึ้นบนนั้น จะได้ขอบของชั้นหนังสือที่ครบถ้วนกว่าแบบจากบนลงล่างดังตัวอย่างในรูปที่ 3 (ข) และ 3 (ค) ดังนั้นในกระบวนการนี้จะใช้เกรเดียนต์ฟิลเตอร์ในทิศทางจากล่างขึ้นบนโดยใช้เกรเดียนต์ฟิลเตอร์ขนาด 3x3 ดังรูปภาพที่ 2

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2 แสดงเกรเดียนต์ฟิลเตอร์

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3 การใช้เกรเดียนต์ฟิลเตอร์ (ก) แสดงตำแหน่งของเกรเดียนต์ (ข) เกรเดียนต์ล่างขึ้นบน (ค) เกรเดียนต์บนลงล่าง

2.2 การแปลงภาพเป็นภาพไบนารี่โดยกำหนดค่าขอบเขตของแมกนิจูด

หลังจากใช้เกรเดียนต์ฟิลเตอร์แล้วจะได้ผลดังรูปที่ 4 (ข) โดยผลต่างจะได้เป็นค่าแมกนิจูด ซึ่งแสดงด้วยภาพเป็นภาพแบบ ระดับเทา (Grayscale) ในขั้นตอนต่อไปคือการแปลงภาพเป็นภาพไบนารี โดยการหาคัดแยกส่วนของแมกนิจูดบริเวณที่ต้องการให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้หาเส้นขอบของบริเวณส่วนที่ควรจะเป็นชั้นหนังสือต่อไป และคัดแยกส่วนที่ไม่ควรเป็นชั้นหนังสือออกโดยการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold) ของแมกนิจูดขั้นต่ำขึ้นมา ค่าแมกนิจูด ณ จุดภาพใดๆ ในภาพที่มีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่งดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นค่าสีดำ และค่าที่มากกว่าค่าขีดแบ่งจะเป็นสีขาว ดังสมการที่ (1) โดยผลลัพธ์จะได้ดังภาพ รูปที่ 4 (ค)

$$I(x,y) = \begin{cases} 0 \text{ เมื่อ } M(x,y) < t \\ 1 \text{ เมื่อ } M(x,y) \geq t \end{cases} \quad (1)$$

เมื่อ $I(x,y)$ คือ ตำแหน่งของจุดภาพในภาพ ณ ตำแหน่ง (x, y)
$M(x,y)$ คือ ค่าแมกนิจูด ณ ตำแหน่ง (x, y)
t คือค่าขีดแบ่งขั้นต่ำของแมกนิจูด

2.3 การแปลงฮัฟ

ผลลัพธ์จากภาพที่ผ่านการใช้กระบวนการในข้อ 2.2 จะมีส่วนที่ควรจะเป็นชั้นหนังสือ เป็นค่าสีขาวในที่มีการจัดวางจุดภาพที่ค่อนข้างต่อเนื่องกันในลักษณะแนวนอนที่มีความต่อเนื่องมากกว่าส่วนอื่นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ขั้นตอนวิธีการแปลงฮัฟ (Hough transform) [5] ในการตรวจจับเส้นตรงทั้งหมดในภาพ ดังตัวอย่างงานวิจัยในการใช้ วิธีการตรวจจับขอบภาพของแคนนี่และการแปลงฮัฟในการแยกหนังสือในภาพชั้นหนังสือ [1] และใช้ค่าขอบเขตของความชันของเส้นตรงในการตรวจสอบและกำจัดเส้นตรงที่มีค่าความชันที่ไม่ควรเป็นขอบชั้นออก โดยผลลัพธ์จากการใช้ผลการแปลงฮัฟจะได้เซ็ตข้อมูลของเส้นตรงที่ควรจะเป็นขอบของวัตถุ ดังภาพ รูปที่ 4 (ง)

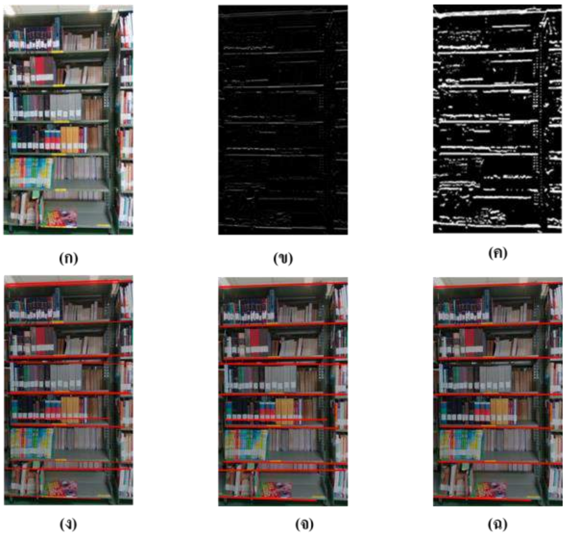
2.4 การรวมเส้นตรงใกล้เคียง

เซ็ตข้อมูลของเส้นตรงที่ได้จากการใช้การแปลงฮัฟนั้นจะมีบางช่วงที่เป็นกลุ่มของเส้นตรงที่อยู่ใกล้กันมากเนื่องจากการใช้เกรเดียนต์ช่วงที่ควรจะเป็นชั้นหนังสือจะมีลักษณะเป็นภาพสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแนวนอนที่มีความหนา ซึ่งต่างจากการใช้วิธีการตรวจจับขอบภาพของแคนนี่ที่หาจะได้เส้นขอบของวัตถุ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการรวมเส้นตรงที่อยู่ใกล้เคียงกันให้เป็นเส้นเดียว โดยการกำหนดค่าขอบเขตระยะห่างของเส้นตรงที่จะทำการรวม เส้นตรงที่อยู่ใกล้กันภายใต้ขอบเขตที่กำหนดจะถูกรวมกันเป็นเส้นเดียวโดยใช้ค่าเฉลี่ยพิกัดในแนวตั้งของทุกเส้นรวมกัน โดยจะได้ผลลัพธ์ดังภาพ รูปที่ 4 (จ)

2.5 การกำจัดเส้นตรงที่ไม่ต้องการด้วยค่าเฉลี่ยของระยะทางระหว่างเส้นตรง

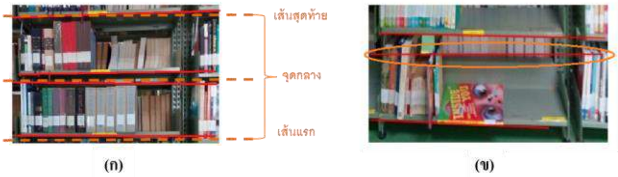
หลังจากกระบวนการรวมเส้นตรงที่อยู่ใกล้เคียงกันเป็นเส้นเดียวแล้วก็ตาม แต่ก็อาจจะมีเส้นตรงที่ไม่ควรเป็นชั้นหนังสือคงอยู่ด้วย เช่นในส่วนที่เป็นป้ายรหัสหนังสือในห้องสมุดที่อยู่บนสันหนังสือที่อยู่

เรียงกันก็จะทำให้เกิดเป็นเส้นได้เช่นกัน และจากการสังเกตชั้นหนังสือพบว่าระยะห่างระหว่างชั้นหนังสือส่วนใหญ่นั้นจะมีระยะห่างที่เท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ค่าเฉลี่ยระยะห่างของเส้นตรงทั้งหมดในภาพเป็นเกณฑ์ในการคัดเส้นที่ไม่ควรเป็นชั้นหนังสือออก โดยเส้นตรงที่มีระยะห่างน้อยกว่าค่าเฉลี่ยจะต้องถูกคัดออก แต่เส้นตรงที่อยู่ติดกันนั้นก็ยังตัดสินยากว่าควรเลือกคัดเส้นตรงใดออก



รูปที่ 4 (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) เกรเดียนต์ฟิลเตอร์ (ค) ขอบเขตแมกนิจูด (ง) ผลการแปลงฮัฟ (จ) การรวมเส้นตรงใกล้เคียง (ฉ) การกำจัดเส้นตรงด้วยค่าเฉลี่ยระยะห่างระหว่างเส้นตรง

ในกระบวนการนี้จึงใช้การเปรียบเทียบกับเส้นตรงใกล้เคียงทั้งด้านบนและล่างของเส้นตรงที่มีปัญหา และเลือกเฉพาะเส้นตรงที่ใกล้เคียงกับค่าระยะห่างที่อยู่ตรงกึ่งกลางมากที่สุดดัง รูปที่ 5 (ก) โดยที่เมื่อตัดเส้นตรงที่มีปัญหาออกไปครั้งละหนึ่งเส้นแล้วจะเริ่มการทำงานกระบวนการคำนวณค่าเฉลี่ยระยะห่างใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง เนื่องจากเมื่อคัดเส้นตรงที่มีปัญหาออกไปแล้ว ค่าเฉลี่ยที่คำนวณใหม่จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าระยะห่างที่แท้จริงของชั้นมากยิ่งขึ้น ทำให้การคัดเส้นตรงที่มีปัญหาในครั้งถัดไปมีความแม่นยำมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งผลลัพธ์จะได้ดังรูปที่ 4 (ฉ)



รูปที่ 5 (ก) เส้นมากกว่า 3 เส้น (ข) เส้น 3 เส้น

รูปที่ 6 รูปตัวอย่างผลการทดลอง 4 ตัวอย่างการแบ่งชั้นหนังสือโดยเส้นตรงสีแดงคือเส้นตรงที่บอกตำแหน่งชั้นหนังสือ

3. การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองนี้ใช้การพัฒนาขั้นตอนวิธีขึ้นเป็นโปรแกรมด้วย MS Visual Studio 2013 และใช้ไลบรารี่ OpenCV เวอร์ชั่น 3.2.0 [5] ในการพัฒนาโปรแกรม บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 และใช้รูปภาพชั้นหนังสือตัวอย่างจากหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยนเรศวรจำนวน 27 ภาพ โดยใช้กล้อง Canon G16 และ กล้องจากสมาร์ทโฟนรุ่น Lenovo P70A โดยใช้แสงปกติที่ใช้ภายในอาหารหอสมุด และจำกัดขนาดของภาพขณะประมวลผลด้วยค่าความกว้างไม่เกิน 320 พิกเซล และ ความสูงไม่เกิน 480 พิกเซล โดยกำหนดค่าขอบเขตของแมกนิจูดของเกรเดียนต์ เป็น 12 และค่าความชันจากการแปลงฮัฟอยู่ในช่วง 178 ถึง 182 องศา

ภาพทั้ง 27 ภาพถูกเก็บข้อมูลโดยเน้นที่ความหลากหลายจากชั้นประเภทต่างๆ ภายในหอสมุด โดยแบ่งเป็น ชั้นหนังสือทั่วไปแบบ 6 ชั้น จำนวน 7 ภาพ ชั้นหนังสือทั่วไปแบบ 5 ชั้นหลักกับ 1 ชั้นเล็ก จำนวน 7 ภาพ ชั้นทั่วไปแบบ 5 ชั้น จำนวน 3 ภาพ ชั้นทั่วไปแบบ 7 ชั้น จำนวน 2 ภาพ ชั้นเหล็กจัดแสดงหนังสือ 5 ชั้น จำนวน 1 ภาพ ชั้นไม้สีเทาเข้มแบบมีผนัง จำนวน 4 ภาพ และชั้นไม้สีขาวแบบมีผนังจำนวน 3 ภาพ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบความถูกต้องของการแยกชั้น แสดงให้เห็นผลการทดลองโดยวัดจากจำนวนเส้นตรงทั้งหมดที่ได้จากรูปภาพทั้ง 27 ภาพหลังจากใช้ การหาค่าเฉลี่ยระยะทางระหว่างเส้นในการคัดเส้นตรง ตารางที่ 2 เปรียบการทดลองจากจำนวนชั้นทั้งหมดของทุกภาพรวมกัน เทียบกับเส้นตรงที่ระบุว่าเป็นชั้นและตารางที่ 3 แสดงจำนวนของภาพชั้นหนังสือทั้งหมด เทียบกับภาพที่นับจำนวนชั้นหนังสือไม่ครบ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการทดลองโดยวัดจากเส้นแบ่งชั้นจากเส้นตรง

การวัด	ความถูกต้อง จากรูปภาพตัวอย่าง 27 ภาพ (จำนวนเส้นตรงทั้งหมด 151 เส้น)		
	ชั้นจริง	ไม่ใช่ชั้น	ความถูกต้อง
เส้นเทียบกับชั้น	145	6	96.02 %

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการทดลองโดยวัดจากจำนวนชั้นทั้งหมด

จำนวนชั้นทั้งหมด	จำนวนชั้นที่แบ่งตามเส้น	ความถูกต้อง
151	110	72.84 %

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการทดลองโดยวัดจากภาพและจำนวนชั้น

จำนวนภาพทั้งหมด	จำนวนภาพที่แบ่งชั้นครบหมด	ความถูกต้อง
27	10	37.03 %

4. อภิปรายผลการทดลอง

ในขั้นตอนวิธีที่นำเสนอนี้นั้นยังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น การถ่ายภาพที่มีความเอียงมากกว่าค่าที่กำหนด ดังตัวอย่างรูปที่ 7 (ก) หรือภาพที่ถ่ายติดชั้นของหนังสือด้านหลังเป็นพื้นหลังทำให้ยากแก่การแยกแยะว่าชั้นควรเป็นตำแหน่งใด ดังตัวอย่างรูปที่ 7 (ข) และชั้นหนังสือที่ใช้ที่มีความหลากหลาย เช่น ระยะห่างของชั้นไม่เท่ากันหรือขนาดความหนาของขอบชั้น ดังตัวอย่างรูปที่ 7 (ค) ทำให้ลักษณะของเส้นขอบของชั้นมีความแตกต่างกันในการตรวจสอบ รวมถึงสีและค่าความสว่างของภาพก็มีผลต่อการใช้เกรเดียนต์ในการแยกความต่างระหว่าขอบด้วย

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 7 รูปตัวอย่างภาพที่มีปัญหาต่อการแยกชั้น (ก) ภาพเอียง (ข) ภาพมีชั้นด้านหลังเป็นพื้นหลัง (ค)ชั้นที่มีระยะห่างของชั้นไม่เท่ากัน

ในการวิจัยในอนาคตนั้นคาดว่าจะสามารถพัฒนาขั้นตอนวิธีที่สามารถแก้ไขข้อจำกัดข้างต้นได้เช่น การปรับภาพให้ตรง การคาดการจากระยะห่างของชั้นหนังสือที่ทราบล่วงหน้า หรือใช้กล้องที่มีความสามารถในการวัดความลึกเพื่อรับภาพแทน และนำกระบวนการที่นำเสนอในงานวิจัยชิ้นนี้ไปต่อยอดเพื่อใช้ในการ พัฒนาหุ่นยนต์สำหรับห้องสมุด และการวิจัยในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น การแยกชั้นในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ หรือ การตรวจสอบภาพถ่ายจากมุมสูงและวิเคราะห์แยกส่วนไร่นาหรือสวนเพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับผลผลิตเป็นต้น

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการแบ่งชั้นของ ชั้นวางหนังสือเพื่อนำไปสู่กระบวนการวิจัยอื่นๆ เช่น การนับจำนวนหนังสือ การตรวจสอบการเรียงของหนังสือในชั้นหรือการพัฒนาหุ่นยนต์ในห้องสมุดเป็นต้น โดยในงานวิจัยได้นำเสนอการใช้เกรเดียนต์มาช่วยในการในการตรวจสอบขอบของชั้นหนังสือ และการใช้ค่าระยะห่างเฉลี่ยของช่วงชั้นหนังสือในการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นของขอบชั้นหนังสือที่ได้จากการแปลงฮัฟ ซึ่งผลลัพธ์จากการทดลองพบว่าการตรวจพบชั้นหนังสือจากรูปนั้นมีความถูกต้อง 96.02% และความครบถ้วนของชั้นที่พบถูกต้อง 72.84%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายชั้นหนังสือ

เอกสารอ้างอิง

[1] Chih-Chang Yu, Rui-Jun Zhang , Hsu-Yung Cheng , “Book Spine Segmentation for Various Book Orientations” 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)

[2] D. Chen, S. Tsai, C. H. Hsu, K. H. Kim, J. P. Singh and B. Girod, “Building book inventories using smartphones,” Proceedings of the international conference on Multimedia, pp. 651-654, 2010.

[3] Mohammad Imrul Jubair , Prianka Banik ,“A Technique to Detect Books from Library Bookshelf Image” ICCC 2013 • IEEE 9th International Conference on Computational Cybernetics • July 8-10, 2013 • Tihany, Hungary

[4] Nuzhat Tabassum , Sujan Chowdhury , Muhammad Kamal Hossen , Salah Uddin Mondal , “An Approach to Recognize Book Title from Multi-Cell Bookshelf Images” , Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR), 2017 IEEE International Conference

[5] Hough, P.V.C. Method and means for recognizing complex patterns, U.S. Patent 3,069,654, Dec. 18, 1962

[6] The OpenCV Library Gary Bradski in Dr. Dobbs Journal, 2000

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การปรับปรุงเครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิคสำหรับชุดทันตกรรมเคลื่อนที่

Improvement of the Ultrasonic Scaler for Mobile Dental Unit

อนุพงษ์ คงแก้ว นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ[1] และสาคร วุฒิพัฒนพันธุ์[1]

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-836300 E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการแก้ไขปัญหาความร้อนของวงจรในเครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิคสำหรับชุดทันตกรรมเคลื่อนที่ การทำงานของวงจรเครื่องขูดหินปูนจะใช้วงจรกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าความถี่ 25 kHz นำมาขยายสัญญาณแรงดันและกระแสเพื่อป้อนให้กับหัวขูดหินปูน ซึ่งวงจรที่ใช้เกิดจากนำเอาหลักการของวงจรเฟสล็อกลูป เป็นตัวผลิตความถี่ของสัญญาณให้ทำงานร่วมกับวงจรขยายสัญญาณแบบดาร์ลิงตันที่ใช้ทรานซิสเตอร์ โดยเลือกแก้ปัญหาด้านความร้อนของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวด้วยการใช้ตัวระบายความร้อนแบบอลูมิเนียมและชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาเรื่องความร้อนที่นำเสนอ จึงทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของทรานซิสเตอร์และระยะเวลาทำงานได้แต่ละครั้ง ทั้งของเครื่องขูดหินปูนเดิมและเครื่องขูดหินปูนที่ปรับปรุงแล้ว

คำสำคัญ: เครื่องขูดหินปูน, วงจรกำเนิดสัญญาณ, ทรานซิสเตอร์

Abstract

This paper presents the thermal solution of the Ultrasonic scaler circuit in mobile dental unit. The operation of the scaler circuit uses a 25 kHz signal generator, which amplifies the voltage and current signals for feed to the head of scaler. This circuit is based on the use of a phase-locked loop circuit as a signal-frequency generator to work with Darlington-based transistors. Choosing the two transistor thermal solutions with the use of a aluminum heat sink and a water cooling set. Transistor's temperature / working-time of the traditional scaler and improved scaler are compared in to prove the results of the proposed heat solution.

Keyword: scaler, signal generator, transistor

1. บทนำ

ปัจจุบันการออกให้บริการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมของโครงการหน่วยทันตกรรมพระราชทานฯ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลตามท้องถิ่นทุรกันดารเป็นไปด้วยความยากลำบาก ไม่ว่าจะในทางด้านการเดินทาง ด้านสาธารณูปโภคต่างๆ หรือแม้แต่พื้นที่สำหรับการรักษาผู้ป่วย ซึ่งสิ่งสำคัญที่สุดในการให้บริการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมนั้นคือชุดทันตกรรมเคลื่อนที่ และทันตแพทย์มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือดังกล่าวในการรักษาผู้ป่วย โดยชุดทันตกรรมเคลื่อนที่นี้ประกอบไปด้วย ชุดกรอฟัน และชุดขูดหินปูน ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจหลักในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรม โดยต้องสมรรถนะที่ดี และมีความสะดวกในการใช้งาน

โดยในส่วนของชุดขูดหินปูนของชุดทัตกรรมเคลื่อนที่ [1] ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องความร้อนสะสมที่ตัวทรานซิสเตอร์ของวงจรขยายสัญญาณ ทำให้ระยะเวลาในการใช้งานแต่ละครั้งได้ประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งถือว่ายังสั้นเกินไป

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการแก้ไขเรื่องความร้อนสะสมของตัวทรานซิสเตอร์สองตัวในวงจรเครื่องขูดหินปูน โดยทรานซิสเตอร์ตัวแรกแก้ปัญหาด้วยตัวระบายความร้อนแบบอลูมิเนียม ส่วนทรานซิสเตอร์ตัวที่สองใช้ชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ระยะเวลาการทำงานในแต่ละครั้งของเครื่องขูดหินปูนนานขึ้นกว่าเดิม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของเครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิค

เครื่องขูดหินปูนชนิดนี้จะอาศัยคลื่นสั่นสะเทือนอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic Vibration) [2] ซึ่งเป็นคลื่นสั่นสะเทือนที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ของมนุษย์ที่สามารถรับฟังได้ คือสูงกว่า 25 kHz เครื่องขูดหินปูนที่ใช้กันอยู่จะมีความถี่ในการสั่นที่ปลายหัวขูดอยู่ระหว่าง 25 – 42 kHz และแอมพลิจูดในการสั่นอยู่ระหว่าง 0.006 – 0.01 มิลลิเมตร เครื่องขูดหินปูนดังกล่าวมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ด้วยกันสองส่วนคือ

1. ส่วนของตัวเครื่องผลิตความถี่ไฟฟ้า (Generator)
2. ด้ามจับ (Hand piece)

โดยตัวเครื่องผลิตความถี่ไฟฟ้าจะทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่มีใช้อยู่ในบ้านที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับให้มีความถี่สูงมาก (มากกว่า 20000 เฮิรตซ์) หรือเรียกว่ากระแสไฟฟ้าที่ความถี่อัลตร้าโซนิค และแรงดันที่ลดต่ำลงมาจากนั้นจึงส่งต่อไปยังด้ามขูดซึ่งตัวด้ามขูดจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนและมีขดลวดฝังอยู่ภายในแบ่งได้เป็นสองแบบ คือ

แบบที่ 1 หัวขูดและแท่งทรานสดิวเซอร์เป็นชิ้นเดียวกัน เวลาเปลี่ยนหัวขูดต้องถอดออกไปทั้งแท่ง

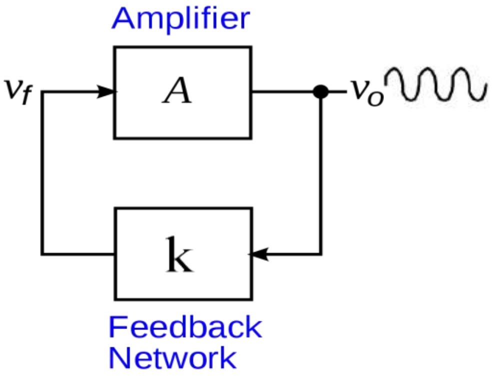
แบบที่ 2 หัวขูดไม่ติดกับแท่งทรานสดิวเซอร์สามารถถอดเปลี่ยนเฉพาะหัวขูด กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งออกมาจากเครื่องผลิตความถี่อัลตร้าโซนิคไปยังขดลวดที่อยู่ภายในด้ามขูด เมื่อแท่งทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ได้รับความถี่อัลตร้าโซนิคก็จะทำให้แท่งทรานสดิวเซอร์เกิดการยืดและหดตามความถี่นั้นจึงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนนั่นเอง

เพื่อเพิ่มการยืดหดที่ว่านี้ให้มีมากขึ้น จึงมีการผ่านกระแสไฟฟ้าชนิดตรงเข้าไปประจำอยู่ขดลวดก่อนหน้าที่กระแสไฟฟ้าอัลตร้าโซนิคจะผ่านเข้าไป

2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ

ด้านระบบสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ หรือในการทดลองต่างๆ นิยมใช้สัญญาณไฟฟ้าที่เป็นสัญญาณซายน์ [3] การผลิตสัญญาณซายน์เพื่อใช้งานเราจะใช้วงจรผลิตสัญญาณซายน์ ซึ่งเรียกว่า วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) วงจรนี้จะผลิตสัญญาณซายน์ได้โดยไม่ต้องใช้สัญญาณอินพุตจากภายนอก แต่จะใช้สัญญาณเริ่มต้นในการกำเนิดสัญญาณจากแหล่งจากไฟเลี้ยงของวงจร โดยสัญญาณซายน์ที่กำหนดนี้ความถี่และแอมปลิจูดของสัญญาณสามารถกำหนดได้จากความต้องการของผู้ใช้

วงจรออสซิลเลเตอร์จะประกอบด้วยสองส่วนหลักๆคือส่วนวงจรขยาย (Amplifier) และส่วนโครงข่ายป้อนกลับ (Feedback Network) ดังบล็อกไดอะแกรมที่แสดงในรูปที่ 1

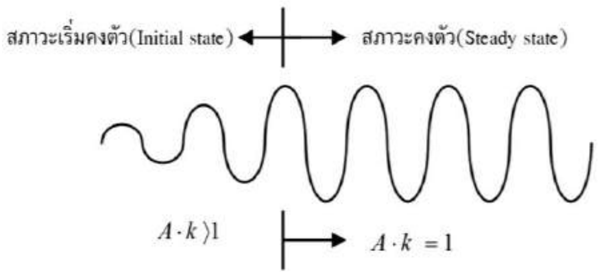


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรออสซิลเลเตอร์

เมื่อเริ่มจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงให้กับวงจรออสซิลเลเตอร์จะมีสัญญาณป้อนเข้าที่อินพุตของโครงข่ายป้อนกลับ วงจรนี้ทำหน้าที่เลือกความถี่จากสัญญาณไฟฟ้าที่มีส่วนประกอบความถี่อยู่มากมาย ออกมาที่เอาต์พุต สัญญาณนี้จะถูกขยายด้วยวงจรขยายจนมีแอมปลิจูดสูงขึ้น และสัญญาณนี้จะถูกขยายไปเรื่อยๆจนแอมปลิจูดคงที่ที่ค่าๆหนึ่งที่จุดนี้เราเรียกว่า สภาวะคงตัว (Steady state) โดยมีเงื่อนไข ตามสมการ (1)

$$A \cdot k = 1 \qquad (1)$$

เงื่อนไขตามสมการ (1) เรียกว่า Barkhausen Criterion ซึ่งเป็นเงื่อนไขของวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ต้องกำหนดให้เป็นไปตามนั้น เพื่อให้ได้การกำเนิดสัญญาณที่มีแอมพลิจูดคงที่ตามรูปที่ 2

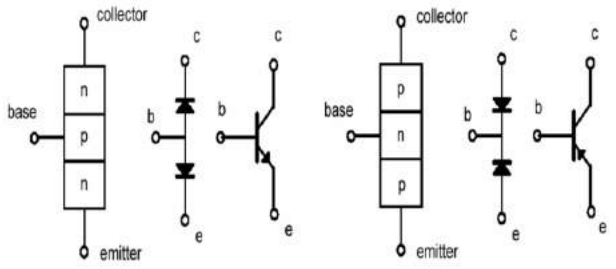


รูปที่ 2 แอมพลิจูดของสัญญาณที่ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์

ในทางปฏิบัติเราจะมองไม่เห็นสัญญาณเริ่มต้นโดยมองเห็นเฉพาะช่วงสภาวะคงตัว (A • k = 1) เท่านั้น นอกจากจะใช้เครื่องมือพิเศษในการวัด ดังนั้นเมื่อเปิดไฟเลี้ยงให้วงจรแล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัด ที่เอาต์พุต จึงเห็นเฉพาะสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่สภาวะคงตัวเอาต์พุต ดังรูปที่ 2 เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าโครงข่ายป้อนกลับจะเป็นตัวเลือกความถี่ของรูปคลื่นซายน์ในทางปฏิบัติแล้ว วงจรส่วนนี้คือตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่กำหนดค่าเพื่อเลือกความถี่ได้ ส่วนวงจรขยายนั้น อาจจะสร้างจากทรานซิสเตอร์หรือออปแอมป์ก็ได้ แต่ในการทดลองนี้เป็นการใช้ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์หลักในการทดลอง ดังนั้นจึงขอกล่าวเฉพาะวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ออปแอมป์เท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปมีอยู่สามชนิดคือ เลื่อนเฟส ทวินที และทวินบริดจ์

2.3 ลักษณะสมบัติของทรานซิสเตอร์ชนิดไบโพลาร์

ทรานซิสเตอร์ชนิดไบโพลาร์ (Bipolar Junction Transistor: BJT) [4] เป็นอุปกร์สารกึ่งตัวนำที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำซิลิกอน (Si) หรือเจอร์มาเนียม(Ge) โดยประกอบด้วยชั้น (Layer) ของสารกึ่งตัวนำที่โดปแล้ว ชนิด –P สองชั้น และชนิด –N หนึ่งชั้น หรือสารกึ่งตัวนำ ชนิด –P หนึ่งชั้น และชนิด –N สองชั้น ซึ่งจะเรียกว่า ทรานซิสเตอร์ชนิดไบโพลาร์แบบ PNP หรือ NPN ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 3



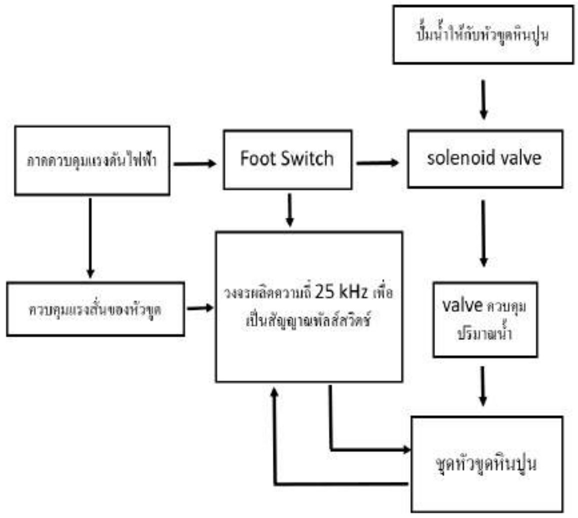
รูปที่ 3 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิดไบโพลาร์

การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิดไบโพลาร์ขึ้นอยู่กับการไบแอสรอยต่อ P-N ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างขา B และ E ทำให้มีลักษณะเหมือนกับการไบแอสไดโอดที่จะมีกระแสไหลต่อเมื่อได้รับไบแอสตรงและไม่มีกระแสไหลต่อเมื่อได้รับไบแอสกลับ

3. การออกแบบ

3.1 รูปแบบการทำงานของเครื่องขูดหินปูน

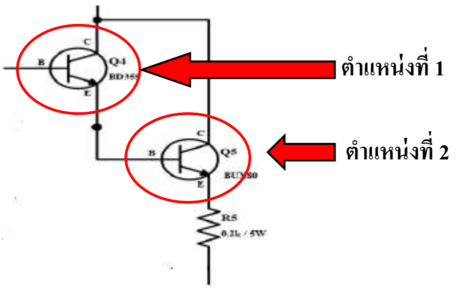
รูปแบบการทำงานของเครื่องขูดหินแบบอัลตร้าโซนิคสามารถอธิบายได้ด้วยผังการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานเครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิค

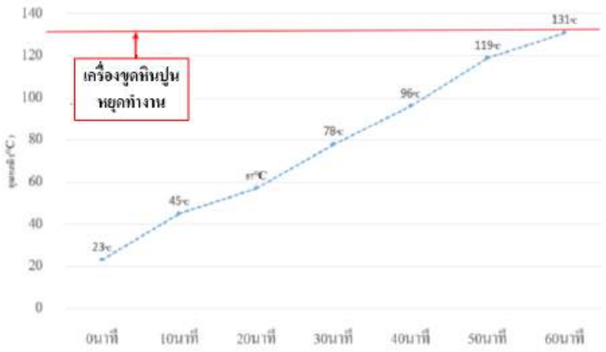
3.2 วงจรขยายสัญญาณ

ภายในวงจรขยายสัญญาณจะทรานซิสเตอร์จำนวนสองตัวต่อกันแบบดาร์ลิงตันเพื่อขยายสัญญาณแรงดันและกระแสสำหรับป้อนให้กับหัวขูดหินปูนซึ่งทำให้เกิดความร้อนขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตำแหน่งความร้อนที่เกิดขึ้นกับทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัว

ขณะที่เปิดใช้งานเครื่องขูดหินปูนเป็นเวลา 60 นาที พบว่าทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 1 มีอุณหภูมิประมาณ 60°C ตัวมันจึงอุ่นๆและยังคงทำงานได้ตามปกติ ส่วนตัวทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 เกิดความร้อนสะสมสูงขึ้นมากโดยมีอุณหภูมิประมาณ 130°C ดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 6 ทำให้เครื่องขูดหินปูนจำเป็นต้องหยุดการทำงาน



รูปที่ 6 อุณหภูมิทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 ของวงจรขยายสัญญาณ

4. รูปแบบการปรับปรุงและผลการทดสอบ

4.1 รูปแบบการปรับปรุงด้านการระบายความร้อน

เมื่อใช้งานไป 1 ชั่วโมง ทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 1 มีอุณหภูมิไม่สูงมากและมีพื้นที่จำกัด จึงเลือกระบายความร้อนด้วยตัวระบายความร้อนแบบอลูมิเนียมดังแสดงในรูปที่ 7 ส่วนทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 มีอุณหภูมิสูงมากและมีพื้นที่เหลือจึงเลือกระบายความร้อนด้วยชุดระบายความร้อนด้วยน้ำดังแสดงในรูปที่ 8

ก่อนปรับปรุง **หลังปรับปรุง**

รูปที่ 7 ระบายความร้อนด้วยตัวระบายความร้อนแบบอลูมิเนียม

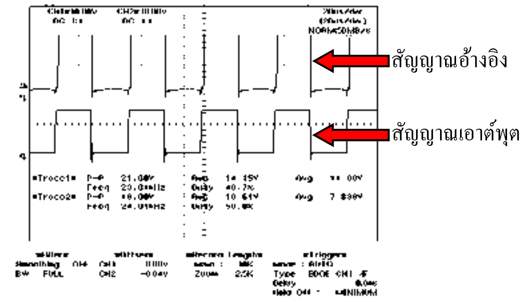
รูปที่ 8 ระบายความร้อนด้วยชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ

4.2 ผลการทดสอบ

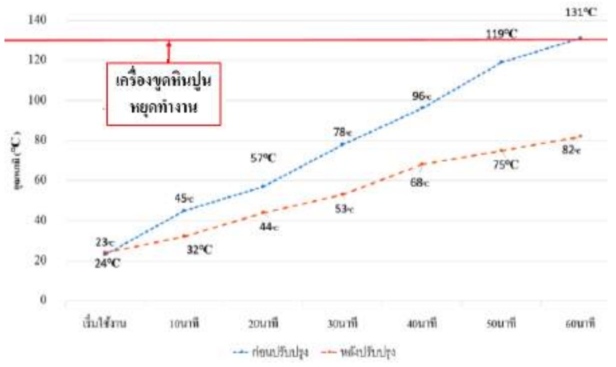
ค่าความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์ที่วัดได้ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงการระบายความร้อนของทรานซิสเตอร์ในวงจรขยายสัญญาณไม่มีผลต่างจากเดิมได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 รูปคลื่นสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณเอาต์พุตของวงจรชุดขูดหินปูนเมื่อปรับปรุงด้านการระบายความร้อนแล้วยังคงเดิมได้แสดงไว้ในรูปที่ 9 อุณหภูมิของทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 เมื่อเทียบกับเวลาใช้งานทั้งก่อนและหลังปรับปรุงได้แสดงไว้ดังกราฟในรูปที่ 10 ส่วนระยะเวลาที่เครื่องขูดหินปูนสามารถทำงานได้ต่อเนื่องทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงได้แสดงไว้ดังกราฟในรูปที่ 11

ตารางที่ 1 ความถี่ออสซิลเลเตอร์ก่อนและหลังปรับปรุงเรื่องความร้อน

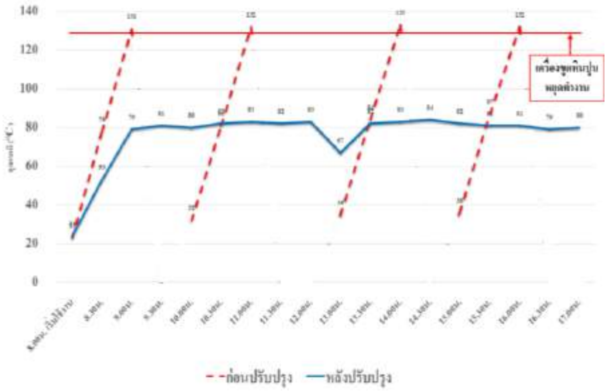
ความต้านทาน	ความถี่ก่อนปรับปรุง	ความถี่หลังปรับปรุง
5 K Ω	24.05 kHZ	24.08 kHZ
4 K Ω	24.01 kHZ	24.04 kHZ
3 K Ω	23.97 kHZ	24.02 kHZ



รูปที่ 9 สัญญาณที่ออกจากวงจรชุดหัวขูดหินปูนหลังปรับปรุง



รูปที่ 10 อุณหภูมิของทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 ก่อนและหลังปรับปรุง



รูปที่ 11 ระยะเวลาที่เครื่องขูดหินปูนทำงานได้ก่อนและหลังการปรับปรุง

5. สรุป

เครื่องขูดหินปูนแบบอัลตร้าโซนิคสำหรับชุดทันตกรรมเคลื่อนที่ ที่ปรับปรุงด้วยการแก้ปัญหาเรื่องความร้อนของทรานซิสเตอร์สองตัวที่ต่อแบบดาร์ลิงตันในวงจรขยายสัญญาณตามที่เสนอในบทความนี้ทำให้เกิดผลดี คือทรานซิสเตอร์ตำแหน่งที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิลงได้ถึง 50°C และจะเห็นได้ว่าเครื่องขูดหินปูนก่อนปรับปรุงจะใช้งานต่อเนื่องได้เพียง 4 ชั่วโมงต่อวัน แต่เมื่อปรับปรุงแล้วสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยที่สัญญาณเอาต์พุตและค่าความถี่ที่จ่ายให้หัวขูดหินปูนยังคงเหมือนเดิม

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เอื้อเฟื้อด้านห้องปฏิบัติการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] จาตุรนต์ธรรมลิขิต, ธรรมรัตน์ สุวรรณแพทย์ และ เรวัตร มากนาสัก, “เครื่องทันตกรรมเคลื่อนที่,” ปริญญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2549.

[2] สันติ ทองช้อย และ ธรรมรัตน์ สุวรรณแพทย์ม, “คู่มือการดูแลบำรุงรักษา ยูนิตทำฟันเบื้องต้นม,” คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้าที่ 33, 2548.

[3] มนตรี ศิริปรัชญานันท์ม, “ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม 2,” ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[4] มนตรี ศิริปรัชญานันท์ม, “ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม 1,” ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

แบบจำลองโมบายแอพพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์ กรณีศึกษา สถานที่ท่องเที่ยวใน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

Recommended Attractions Mobile Application Model with QR code Case Study of Tourist Attractions in Amphoe Mueang, Nan Province

กนกวรรณ คำมูล[1] อดิศร แก้วภักดี[2] สุรางคนา ระวังยศ[3] ศักดิ์พันธุ์ แดงมณี[4]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000 โทรศัพท์ 054-466666
E-mail: [1]57021106@live.up.ac.th [2]57021410@live.up.ac.th, [3]rsurangkana@gmail.com, [4]sakpan.da@up.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองแอพพลิเคชันสำหรับใช้งานบนสมาร์ทโฟนเพื่อใช้ในการแนะนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์ จัดทำขึ้นเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวทั่วไปทั้งชาวไทยและต่างชาติ กลุ่มผู้สูงวัย รวมทั้งผู้ที่มีข้อบกพร่องในการมองเห็นเสมือนเป็นผู้นำเที่ยวส่วนตัว มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีสารเทศที่ให้บริการข้อมูลสารสนเทศแก่นักท่องเที่ยวให้สามารถเข้าถึงข้อมูลของสถานที่ได้ง่าย และมีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบตัวหนังสือ ภาพและเสียงบรรยายสถานที่ท่องเที่ยวจากการใช้รหัสคิวอาร์ทำหน้าที่เป็นดัชนีในการค้นคืนข้อมูล และในส่วนตัวหนังสือแอพพลิเคชันสามารถแสดงข้อมูลได้ 3 ภาษา ได้แก่ ไทย อังกฤษและจีน ในการทดสอบครั้งนี้ได้ทดลองกับข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญในอำเภอเมือง จังหวัดน่าน 9 แห่ง และผู้ใช้งานสามารถส่งข้อมูลที่น่าสนใจของสถานที่ท่องเที่ยวรวมทั้งเพิ่มข้อมูลข้อความและรูปภาพผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยระบบได้ออกแบบให้มีผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นก่อนเผยแพร่ผ่านโมบายแอพพลิเคชันสู่สาธารณะ ทำให้ข้อมูลที่ใช้แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวมีความถูกต้อง มีประโยชน์ ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น สามารถให้บริการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญและนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับสถานที่ท่องเที่ยวในอำเภอเมือง จังหวัดน่านและจังหวัดอื่นๆในประเทศไทย

คำสำคัญ: แบบจำลองให้ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว, โมบายแอพพลิเคชัน

Abstract

This article presents a prototype of a smartphone application for use an introducing tourist information by using the QR code. The objective of this paper is designed for both Thai and foreign tourists, elderly tourists, and poor vision tourists. It seems a private guide. This model is focus on using the information technology to provide information services to tourists for easily accessing the information of those locations with more interesting presentations. The information in the form of texts, images and voices for introducing attractions with QR codes. In addition, the content in text format can be translate to 3 languages such as Thai, English and Chinese. In our experiment, nine major tourist attractions in Nan town were sampling data. Moreover, our model can be added more information and more images via the Android operating system. For accuracy of data, the system has been designed to allow experts to monitor data through web applications before they are published via a mobile application to the public. This model will be provided important tourist information and apply it to tourist attractions in Nan province and other provinces in Thailand.

Keywords: Tourist Information Model, Mobile Application.

1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นที่สนใจของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติ ดังเช่น จังหวัดน่านมีแนวโน้มนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติเพิ่มมากขึ้น69 เปอร์เซ็นต์ [1] ระหว่างปี 2552 ถึงปี 2558 เหตุที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น นอกจากสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจและการบริการที่น่าประทับใจแล้ว สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือการเข้าถึงข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว การเข้าถึงข้อมูลของนักท่องเที่ยวในปัจจุบันมีหลายรูปแบบทั้งอ่านจากหนังสือท่องเที่ยว ค้นหาข้อมูลในเว็บไซต์ หรือบอกต่อกันมา ปัญหาที่พบจากกรณีศึกษาสถานที่เที่ยวในจังหวัดน่านคือ กลุ่มนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวในจังหวัดน่านส่วนใหญ่สนใจศึกษาวัฒนธรรม

ประวัติศาสตร์ ของสถานที่ต่างๆ แต่เนื่องจากไกด์นำเที่ยวมีจำนวนไม่เพียงพอแก่นักท่องเที่ยวที่มาเที่ยว และงบประมาณที่มีจำกัดทำให้การจัดทำเอกสาร แผ่นพับที่ใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารไม่เพียงพอ หรือแม้จะมีเอกสารแต่การอ่านตัวหนังสือจากแผ่นพับที่มีขนาดเล็กของกลุ่มนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุทำได้ยาก ดังนั้นทีมนักวิจัยจึงได้เสนอแนวคิดสนับสนุนการให้บริการข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวแก่นักท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดความประทับใจและตอบสนองการเรียนรู้ของนักท่องเที่ยวในสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ในจังหวัดน่านและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดอื่นๆ ในประเทศไทยได้

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์ผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยทดลองกับข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวใน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของภาพ เสียง และข้อความสำหรับการท่องเที่ยวได้ทุกที่ เสมือนเป็นไกด์นำเที่ยวส่วนตัว รองรับได้ 3 ภาษา ได้แก่ ภาษาไทย ภาษาจีนและภาษาอังกฤษ เพิ่มความสะดวกให้แก่นักท่องเที่ยวในการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกต้อง ลดปัญหาคนนำเที่ยวที่มีจำกัด และเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยว เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถยกระดับแหล่งท่องเที่ยวสู่ความเป็นสากลอีกด้วย

2. หลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 กูเกิ้ลแมพ เอพีไอ

กูเกิ้ลแมพ เอพีไอ(Google Maps API) [2] เป็นเว็บเซอร์วิส เอพีไอ(Web service API) แบบหนึ่งที่กูเกิ้ลเป็นผู้ให้บริการ โดยการเขียนโปรแกรมเรียกใช้งานผ่านเว็บเซอร์วิสไคลเอนต์(Web Service Client) ขอใช้บริการ Google maps จากเว็บเซอร์วิสเซิร์ฟเวอร์(Web Service Server) ที่ได้เตรียมข้อมูลแผนที่ต่างๆ ผ่าน Google API ทำให้สามารถสร้างแอปพลิเคชั่นเชื่อมต่อแสดง ค้นหาหรือระบุบอกตำแหน่งสถานที่ต่างๆ บนแผนที่ด้วย Google maps ได้

2.2 Hybrid Application

การพัฒนาแอพพลิเคชันภายใต้แนวคิดพัฒนาแอพพลิเคชันเดียวสามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ (write one run anywhere) ด้วยหลักการไฮบริดแอพพลิเคชัน(Hybrid application) เป็นการพัฒนาแอพพลิเคชันโดยอาศัยเฟรมเวิร์ก (Framework) หรือ Software development kits(SDK) ที่ถูกสร้างมาจากหลายภาษา เพื่อให้สามารถทำงานบนแต่ละระบบปฏิบัติการได้ โดยการพัฒนาแอพพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีเว็บ HTML, CSS และ Java Script แล้วทำงานผ่าน Web View Component เป็นส่วนของการเชื่อมต่อประสาน(GUI) หลักการนี้สามารถแปลงไปใช้กับระบบปฏิบัติการต่าง ๆ รวมทั้งควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ เช่น การควบคุมการเปิดปิดกล้อง ได้

2.3 IONIC Framework

Ionic framework เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา Mobile Application แบบ Hybrid Mobile Application [3] ที่มีแนวคิดในการพัฒนาโค้ดโปรแกรมชุดเดียวแต่สามารถใช้งานได้หลาย Platform โดย Ionic framework พัฒนา Frontend ด้วยภาษา HTML, CSS, และ JavaScript ซึ่งเป็นภาษาที่นิยมใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และถูก Build เป็นแอพพลิเคชันด้วย Cordova ซึ่ง Cordova คือ platform ตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่สร้างแอพพลิเคชันโดยใช้ภาษา HTML5, CSS3 และ Angular Js ซึ่งเป็น Java Script รูปแบบหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมส่วน font end ของเว็บ มีการทำงานแบบ Model View Controller(MVC) สามารถทดสอบแอพพลิเคชันที่เราพัฒนาขึ้นผ่านอุปกรณ์จริงได้ด้วยโปรแกรม ionic view ที่รองรับหลาย platform

2.4 เทคโนโลยีบาร์โค้ดสองมิติ

บาร์โค้ดสองมิติ(2D Barcode; Quick Response Code : QR code) สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งตัวอักษรและตัวเลข มีการแปลงข้อมูล(Encode)และถอดรหัส(Decode) ด้วยการใช้รูปแบบ 2D เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลที่จัดเก็บในรหัสคิวร์อาร์ เช่น URL ของเว็บไซต์ ข้อความ เบอร์โทรศัพท์ หรือ e-mail และมีสะดวก รวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ปัจจุบันรหัสคิวอาร์นิยมนำไปใช้ในหลายๆ งาน เช่น การโอนเงินผ่านธนาคาร หรือการจ่ายเงินในร้านค้า

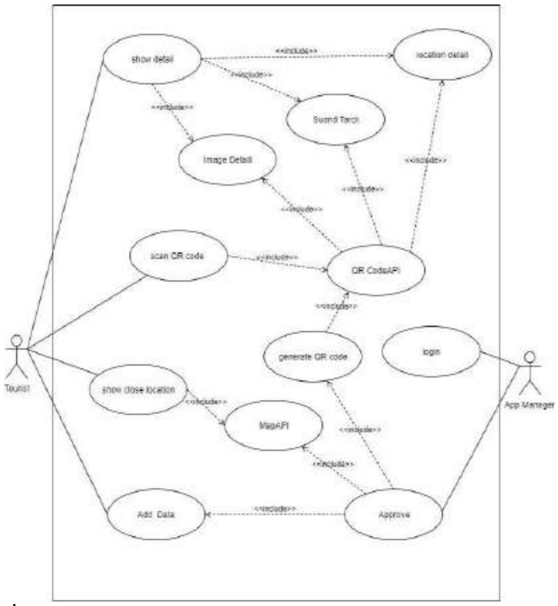
2.5 งานที่เกี่ยวข้อง

การส่งเสริมการท่องเที่ยวในปัจจุบันได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านการท่องเที่ยวกันอย่างแพร่หลายเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สนใจท่องเที่ยวตามสถานที่ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยแต่ละงานต่างมีจุดเด่นต่างกันไป ดังเช่น การเข้าถึงข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม [4] ได้พัฒนาแอพพลิเคชันนำเที่ยวเสนอข้อมูลทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี ศิลปะโบราณสถานและโบราณวัตถุ [5] เสนอแนวคิดในการแนะนำรูปแบบการท่องเที่ยวและวิธีการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว เพื่อการเรียนรู้เชิงอาหาร กรณีศึกษา กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 2 นอกจากโมบายแอพพลิเคชันแล้วยังมีงานวิจัยที่พัฒนาผ่านเว็บแอพพลิเคชันโดยนำออนโทโลยีมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ที่มีข้อมูลจำนวนมาก [6] ในการค้นคืนสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย และได้ค้นหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวโดยประยุกต์ใช้ระบบรู้จำเสียงพูด

ภาษาไทย(iSpeech)ร่วมกับซอฟท์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย (Vaja)ในงานวิจัย [7]อีกด้วย

3. การดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยหลักการเชิงวัตถุ[8] โดยใช้แผนภาพภาษายูเอ็มแอล(Unified Modeling Language : UML) ประกอบด้วย Use Case Diagram, Class Diagram และ Sequence Diagram พัฒนาโมบายแอพพลิเคชันด้วย Ionic Framework และพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันด้วยภาษา PHP ได้มีการออกแบบฐานข้อมูลในรูปแบบของผังภาพอีอาร์(Entity Relationship Diagram : ER diagram)



รูปที่ 1 Use-case diagram แสดงแบบจำลองแอพพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์

ในการพัฒนาแอพพลิเคชันนี้ เริ่มจากผู้ใช้งานทำการสั่งให้เปิดกล้องโทรศัพท์มือถือถ่ายรหัสคิวอาร์ของแต่ละสถานที่ได้สร้างรหัสคิวอาร์ไว้ ระบบทำการดึงข้อมูลของสถานที่ต่างๆ ที่ระบบได้จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงให้กับผู้ใช้งานได้อ่านหรือฟัง พร้อมแสดงรูปภาพ ข้อความ และเสียงการบรรยายทั้ง 3 ภาษา โดยเสียงเกิดจากการเรียกใช้งานไลบรารี่ TTS(text to speech) ของ Ionic Framework อ่านข้อความสถานที่จากฐานข้อมูล นอกจากนั้นนักท่องเที่ยว(Tourist)สามารถส่งรูปภาพ ชื่อสถานที่ รวมทั้งรายละเอียดของสถานที่ท่องเที่ยวเข้าสู่เซิฟเวอร์ โดยก่อนที่ระบบจะทำการเผยแพร่ไปยังนักท่องเที่ยวอื่นๆ ข้อมูลดังกล่าวจะได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้ดูแลระบบ(App manager) แสดงยูสเคสไดอะแกรมดังรูปที่ 1

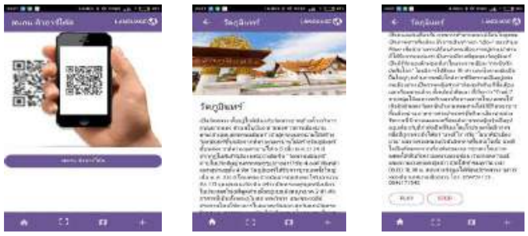
4. ผลการทดสอบระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบต้นแบบที่นำเสนอในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่พัฒนาสำหรับโมบายแอพพลิเคชัน ได้พัฒนาตามแนวคิดไฮบริดแอพพลิเคชันด้วย ionic framework ทำการทดสอบบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วยเครื่องมือที่ชื่อว่า Cordova และส่วนที่พัฒนาสำหรับเว็บแอพพลิเคชันให้ผู้ดูแลระบบทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อมูล ถูกพัฒนาด้วยภาษา PHP และบริหารจัดการระบบฐานข้อมูลด้วย MySQL เมื่อพบข้อผิดพลาดหรือพบปัญหาทางทีมพัฒนาได้นำมาแก้ไขเพื่อให้การทำงานสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แบบจำลองนี้ได้ทำการทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หน่วยประมวลผล Intel Core i3-2100 หน่วยความจำ 8 GB และทดสองกับเครื่องสมาร์ทโฟน โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

4.1 โมบายแอพพลิเคชัน

ส่วนโมบายแอพพลิเคชันเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานกลุ่มนักท่องเที่ยวที่ต้องการทราบข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ เช่น ประวัติความเป็นมา รายละเอียดสถานที่ท่องเที่ยว และข้อมูลการติดต่อเป็นต้น เริ่มจากการเลือกใช้งานภาษาและแนะนำการใช้งาน ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 หน้าจอเริ่มต้นการทำงานแอพพลิเคชัน



รูปที่ 3 หน้าจอการใช้งาน

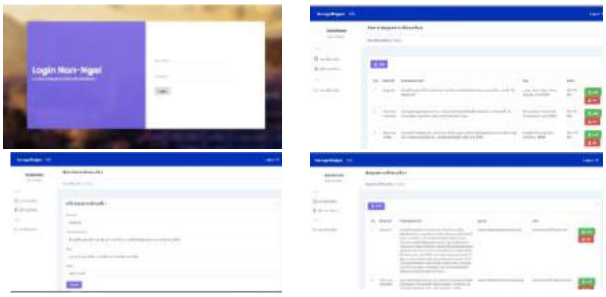
รูปที่ 4 สถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้เคียงและการเพิ่มข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการสแกนคิวอาร์โค้ดของสถานที่ต่างๆที่ได้เตรียมไว้ แอพพลิเคชันจะทำการแสดงข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว และนักท่องเที่ยวสามารถฟังเสียงประกอบ ดังรูปที่ 3

นักท่องเที่ยวสามารถแสดงสถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้เคียงจากแผนที่ และทำการคลิกเพื่อดูรายละเอียด หรือสามารถดูจากดัชนีภาพที่ทางระบบได้เตรียมไว้ และทำการเพิ่มข้อมูล ต่างๆ ไปยังระบบได้ ดังรูปที่ 4

4.2 เว็บแอพพลิเคชัน

ส่วนที่ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ถูกต้องก่อนจะทำการปรับปรุงฐานข้อมูลของระบบจะดำเนินการผ่านเว็บแอพพลิเคชัน เพื่อลดข้อผิดพลาดในการอ่าน กรองข้อมูลรูปภาพ เสียงและข้อความของสถานที่ท่องเที่ยว แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้งานของผู้ดูแลระบบในการตรวจความถูกต้องของข้อมูล

5. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้ได้นำเสนอแบบจำลองแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวด้วยรหัสคิวอาร์ กรณีศึกษา สถานที่ท่องเที่ยวใน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน โดยส่วนโมบายแอพพลิเคชันพัฒนาด้วย ionic framework, Google Map API, CSS และ JavaScript ในส่วนเว็บแอปพลิเคชั่นพัฒนาด้วยภาษา PHP และเชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL จากการทดสอบระบบกับผู้ทดลองใช้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จำนวน 30 คน และประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม สรุปผลการประเมินสรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1. ด้านการใช้งานแอพพลิเคชัน		
-ตอบสนองต่อการใช้งานที่รวดเร็ว	4.36	ดี
-ประมวลผลถูกต้องแม่นยำ	4.25	ดี
2. ด้านส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน		
-มีความเป็นระเบียบเรียกใช้งานง่าย	4.64	ดีมาก
-สัญลักษณ์สื่อความหมายและเห็นชัดเจน	4.75	ดีมาก
3. ด้านสนับสนุนการเรียนรู้		
-ผู้ใช้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว จ.น่าน มากขึ้น	4.60	ดีมาก
-ความน่าจะเป็นในการนำแอพพลิเคชันไปใช้ในสถานที่จริง	4.38	ดี

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้แอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสรุปได้ว่า แบบจำลองที่นำเสนอสามารถนำไปใช้ได้ในระดับดี และมีความน่าจะเป็นในการนำไปใช้งานในสถานที่จริงระดับดี จากแบบจำลองที่นำเสนอสามารถนำไปใช้งานกับสถานที่ท่องเที่ยวได้หลายจังหวัด และสามารถนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจากการใช้งานแอพพลิเคชันไปวิเคราะห์ด้วยหลักการการวิเคราะห์ข้อมูล(Data analytic) เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานหรือนำข้อมูลการท่องเที่ยวตามสถานที่ต่าง ๆ ไปวิเคราะห์เพื่อวางแผนการบริหารจัดการสถานที่ท่องเที่ยวนั้น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สรุปสถานการณ์ท่องเที่ยวภายในประเทศ จังหวัดน่าน พ.ศ. 2552 – 2558 แหล่งที่มา service.nso.go.th/nso/web/statseries/tables/35500_Nan/16.5.xls

[2] Google Developers. "Build the next generation of location experiences" [online] Retrieved from: https://developers.google.com/maps

[3] Ionic. "Build amazing apps in one codebase, for any platform, with the web," Retrieved from: https://ionicframework.com/

[4] วิริยา สีบุญเรือง, "แนวทางใหม่ของการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยด้วยแอพพลิเคชัน," วารสารรามคำแหง ฉบับมนุษยศาสตร์, vol. 2, p.149-170, 2559.

[5] วงศกร อุดมกิจชัย, จุฑาวุฒิ จันทรมาลี, นิพัฒน์ มานะกิจภิญญโญ, "โมบายแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวเพื่อการเรียนรู้เชิงอาหาร กรณีศึกษา กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 2," การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 11, หน้า 225-232, 2559.

[6] อิสรา ชื่นตา, จารี ทองคำ, จิรัฎฐา ภูบุญอบ, "การสืบค้นสารสนเทศการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ออนโทโลยี," วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 15-25, 2557.

[7] จักรกฤษณ์ เสน่ห์ นมะหุต, "ระบบสารสนเทศสำหรับการสืบค้นข้อมูลท่องเที่ยวด้วยเสียง," วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร, ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, 2557.

[8] พนิดา พานิชกุล, "การพัฒนาระบบเชิงวัตถุด้วย UML," กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2552.

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการผลิตทองคำเปลวในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

Productivity Improvement in Gold-Leaf Manufacturing Process in Small-Scale Industry

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข[1*] สุชานาฏ แซ่เบ๊[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 โทรศัพท์ 02-3298000 ต่อ 225
[*]E-mail: kittiwat.sirikasemsuk@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยลดเวลาและของเสียในการตัดทองคำเปลว บริษัทกรณีศึกษาเป็นอุตสาหกรรมการตัดทองคำเปลวขนาดย่อมในจังหวัดกรุงเทพฯ โดยใช้แรงงานคนเป็นหลัก จากการสำรวจเบื้องต้น ปัญหาหลักคือการตัดทองคำเปลวใช้เวลามาก และเกิดของเสียขึ้นสูง งานวิจัยนี้อาศัยหลักการของการศึกษาการทำงาน และวิศวกรรมวัสดุในการวิเคราะห์ปัญหา หลังจากวางแผนการปรับปรุง ผู้วิจัยมีการออกแบบอุปกรณ์ในการตัดทองคำเปลวใหม่ซึ่งมีไฟฟ้าสถิตต่ำ จากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดเวลาการทำงานลงจากเดิมใช้เวลา 3 นาที 44 วินาที เหลือ 1 นาที 5 วินาที รวมถึงของเสียลดลง 50%

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมผลิตทองคำเปลว, การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต, การศึกษาการทำงาน, แผนภูมิต้นไม้

Abstract

The purpose of this research was to reduce the processing time and defects in the gold-leaf cutting. This case study was a small-scale gold-leaf manufacturing factory in Bangkok province which mainly relied upon its employees for production. From the preliminary study, the main problem of the case study was that "a lot of time and defects in the process of the gold-leaf cutting were spent". This research used the principle of work study and materials engineering for the analysis of the problem. After planning, the researcher designed the new cutting equipment with low static electricity. After the implementation of a new solution, the processing time in clothing construction could reduce from 3 minutes 44 seconds to 1 minute 5 seconds. The defects were a reduction of 50%.

Keywords: gold-leaf manufacturing industry, improvement of production efficiency, work study, tree diagram

1. บทนำ

สองปัจจัยหลักที่สำคัญจากหลายๆปัจจัยที่ทำให้องค์กรประสบความสำเร็จ คือ การเพิ่มผลผลิต และการเพิ่มคุณภาพ (หรือการไม่ผลิตของเสียออกมา)

จากการเข้าไปศึกษา กระบวนการผลิตทองคำเปลวของโรงงาน ทองคำเปลวแท้ แห่งหนึ่ง ในประเทศไทย พบว่าปัญหาหลัก คือ "กระบวนการตัดแผ่นทองคำเปลวใช้เวลานาน และมีของเสียเกิดขึ้น"

จากขั้นตอนการตัดบรรจุแผ่นทองคำเปลวนี้พบว่า จำนวนแผ่นทองคำเปลวได้น้อยกว่าที่ควรจะได้ (ใช้เวลาในการตัดนาน) และเหลือเศษทองจากการตัดเยอะ พนักงานในขั้นตอนนี้มีจำนวนที่น้อยและหาได้ยากเนื่องจากการทำงานขั้นตอนนี้ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ ซึ่งการหาพนักงานรุ่นใหม่เข้ามาฝึกฝนจึงทำได้ยาก นอกจากนี้ เวลาที่ใช้ ตัดด้วยวิธีใช้ไม้ไผ่ จะใช้เวลานานกว่าเพราะตัดได้ทีละครั้งและต้องลับคมไม้ไผ่อยู่บ่อยครั้ง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย มีดังนี้ (1) เพิ่มจำนวนแผ่นทองคำเปลว และลดจำนวนเศษทองที่เหลือจากการตัด (2) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน โดยเน้นไปที่ลดเวลาการตัดแผ่นทองคำเปลวและลดเวลาในการลับคมไม้ไผ่

ค่าดัชนีชี้วัดก่อนปรับปรุง มีดังนี้

ดัชนีชี้วัดตัวที่ 1 คือ จำนวนแผ่นทองคำเปลว โดยที่ขนาดตามต้องการ (ของดี) ที่ได้จากการตัด ประมาณ 8 ดวง (ค่าก่อนการปรับปรุง)

ดัชนีชี้วัดตัวที่ 2 คือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการตัด 3 นาที 44 วินาที (ค่าก่อนการปรับปรุง)

ดัชนีชี้วัดตัวที่ 3 คือ จำนวนครั้งที่พนักงานใช้ในการตัด 10 ครั้ง (ค่าก่อนการปรับปรุง)

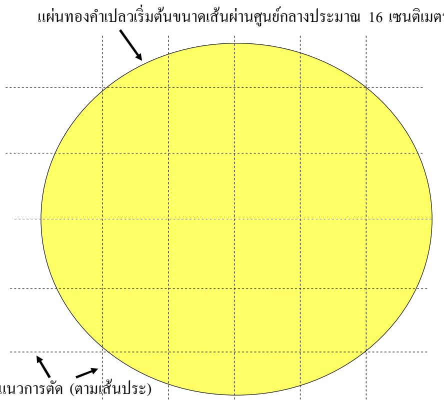
จากการทบทวนวรรณกรรม มักพบว่ามีงานวิจัยไม่มากที่สนใจในอุตสาหกรรมผลิตทองคำเปลว เช่น กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข และพรศักดิ์ อรรถวานิช [1] ได้ทำการปรับปรุงการจัดส่งชิ้นส่วนรถยนต์ที่ล่าช้าให้แก่ลูกค้าตามภูมิภาคของประเทศไทยของธุรกิจค้าปลีกและค้าส่งขนาดเล็กแห่งหนึ่งด้วยเทคนิคคิวซีสตอรี่ โดยการปรับปรุงได้ยึดเทคนิค

5ส. (โดยเน้นส. ตัวที่สองคือสะดวก) จำนวนวันตั้งแต่ลูกค้าสั่งจนสินค้าเดินทางถึงบริษัทขนส่ง เดิมคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4 วันต่อใบส่งของ หลังจากการปรับปรุงไม่เกิน 2 วันต่อใบส่งของ ในขณะที่งานวิจัยของ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข [2] ได้ออกแบบและสร้างระบบการบริหารคุณภาพที่เหมาะสมให้กับธุรกิจขนาดเล็กแบบครอบครัวของร้านขายชิ้นส่วนทำความเย็น รวมถึงการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น โดยใช้เกณฑ์ของข้อกำหนด ISO9001:2000 มาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม ในปีเดียวกัน ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข [3] ได้เน้นใช้มาตรฐานของ ISO9001:2000 ข้อกำหนดที่ 7.5.5 มาประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์ ทำการปรับปรุงสถานที่จัดเก็บสินค้าให้เหมาะสม เน้นถึงความสะดวกของการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสถานที่จัดเก็บ การปรับปรุงที่สำคัญ คือ (1) ออกแบบแผนผังสถานที่จัดเก็บใหม่ โดยคำนึงถึงความถี่ในการเคลื่อนย้าย น้ำหนักและขนาดของสินค้า (2) เพิ่มพื้นที่การจัดเก็บในแนวตั้งโดยการสร้างชั้นวาง (3) สร้างป้ายชื่อพร้อมแต่งตั้งที่อยู่ถาวรให้กับสินค้า (4) สร้างความเด่นชัดสำหรับภาชนะสินค้าที่มีความถี่ในการขายบ่อย เป็นต้น

ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) คือ ความไม่สมดุลของประจุไฟฟ้าภายในหรือบนพื้นผิวของวัสดุหนึ่ง ประจุยังคงอยู่กับที่จนกระทั่งมันสามารถจะเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของอิเล็กตรอน หรือมีการปลดปล่อยประจุ (Electrical Discharge) ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถสร้างขึ้นได้เมื่อไรก็ตามที่สองพื้นผิวสัมผัสกันและแยกจากกัน และอย่างน้อยหนึ่งในพื้นผิวนั้นมีความต้านทานสูงต่อกระแสไฟฟ้า [4]

2. การศึกษาสภาพปัจจุบัน

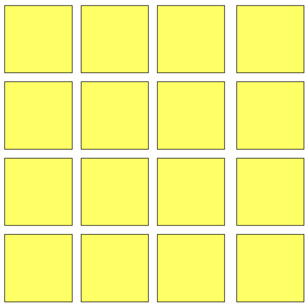
แผ่นทองคำเปลวเริ่มต้น ที่ถูกตีแล้ว จะมีลักษณะเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 เซนติเมตร และจะถูกตัดโดยด้ามไม้ไผ่ตามรอยเส้นประ ตามรูปที่ 1 ทั้งหมด 10 ครั้ง (ค่าก่อนการปรับปรุง)



รูปที่ 1 แผ่นทองคำเปลวเริ่มต้นซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 เซนติเมตร

หลังจากการตัดเสร็จ แผ่นทองคำเปลวที่ต้องการ จะลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดประมาณ 3x3 เซนติเมตร ซึ่งควรจะได้ทั้งหมด 16 ดวง ตามรูปที่ 2 แต่ปรากฏว่า จำนวนแผ่นทองคำเปลว โดยที่ขนาดตามต้องการ (ของดี) ที่ได้จากการตัด ได้ประมาณ 8 ดวง (ค่าก่อนการปรับปรุง) ที่เหลือไม่สามารถนำไปบรรจุลงกระดาษแก้วได้ทันที เพราะขนาดไม่ได้ตามที่ต้องการ

หลังจากนั้นแผ่นทองคำเปลวขนาดเล็กที่ต้องการ จะถูกบรรจุลงในการกระดาษแก้วที่เตรียมไว้ต่อไป แผ่นทองที่ได้จำนวน 10 แผ่นมาไขว้กันไปมา แล้วนำมาเข้าขั้นตอนการมัดทองโดยจะมัดแผ่นทองรวมกันเป็นมัด มัดละ 100 แผ่น จากนั้นนำมาวางรวมกันเป็นมัดใหญ่มัดละ 500 แผ่น ตามที่ลูกค้าต้องการและ ทำการจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า โดยกระบวนการของการนำแผ่นทองคำเปลวที่ตัดเสร็จแล้วใส่กระดาษแก้ว จะไม่อยู่ในขอบเขตของงานวิจัยนี้



รูปที่ 2 แผ่นทองคำเปลวที่ต้องการ หลังจากการตัดเสร็จจะมีขนาดประมาณ 3 x 3 เซนติเมตร (เป้าหมายคือ 16 ดวง)

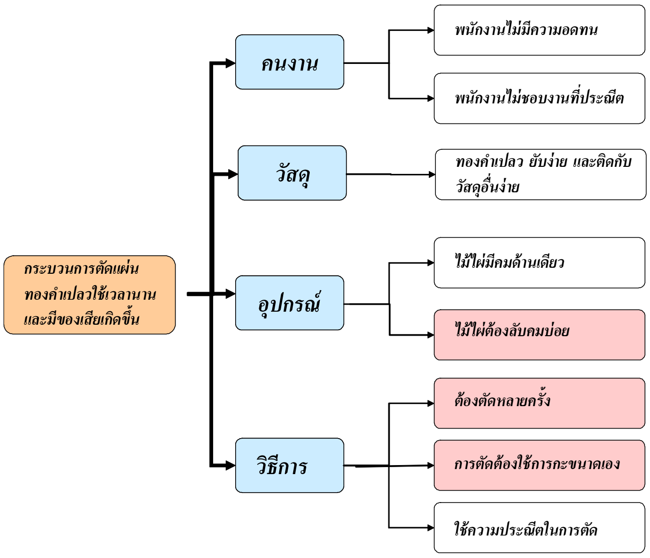
จากรูปที่ 2 แผ่นทองคำเปลวที่ต้องการ หลังจากการตัดเสร็จจะมีขนาดประมาณ 3 x 3 เซนติเมตร สิ่งนี้จะเป็นเป้าหมายหรือขอบเขตของการทำงานในงานวิจัยนี้

เครื่องมือที่ทางโรงงานใช้ก่อนปรับปรุง คือ ไม้ไผ่ 1 ด้าม ซึ่งจะใช้เวลานานเพราะตัดได้ทีละครั้ง (ทั้งหมด 10 ครั้ง) และต้องลับคมไม้ไผ่อยู่บ่อยครั้ง ตามรูปที่ 3

รูปที่ 3 ด้ามไม้ไผ่ ที่ใช้ตัดแผ่นทองคำเปลว

3. การวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางการแก้ไข

เมื่อกำหนดปัญหาให้ชัดเจนแล้ว ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ใช้แผนผังต้นไม้ ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ตามรูปที่ 4 โดยสาเหตุหลักที่ถูกนำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ คือ ไม้ไผ่ต้องลับคมบ่อย, ต้องตัดหลายครั้ง และ การตัดต้องใช้การกะขนาดเอง



รูปที่ 4 แผนผังต้นไม้ ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ

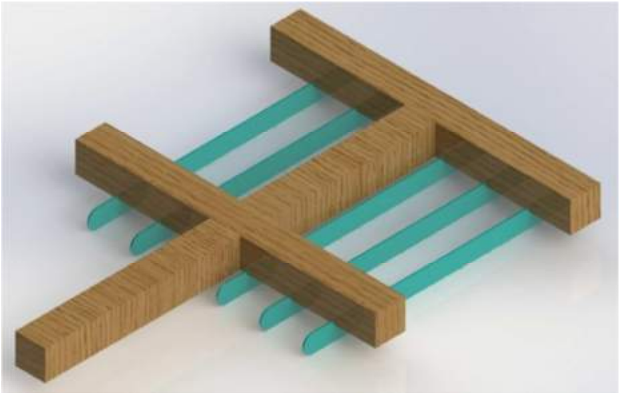
หลักการของการจัดการที่นำมาใช้ คือ หลักการการปรับปรุงกระบวนการการทำงานด้วยวิธีกำจัด การผสมผสาน การจัดลำดับใหม่และการทำให้ง่ายขึ้น (Eliminate, Combine, Rearrange, and Simplify: ECRS)

การหลักการ ECRS ในการกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากการตัด และการปรับปรุงทำให้งานง่ายขึ้น โดยการสร้างเครื่องมือในการตัดโดยเปลี่ยนจากไม้ไผ่มาเป็นใบมีดโลหะ

จากการที่ "พนักงานต้องตัดหลายครั้ง รวมถึงการกะขนาดเองในระหว่างการตัด" ทำให้ทางกลุ่มผู้วิจัยได้พยายามออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ความพยายามเพียง 1 - 2 ครั้ง โดยตัดได้หลายช่อง (ตามเส้นประ จากรูปที่ 1) จึงมีการออกแบบติดตั้งใบมีดเพิ่มเข้าไปในอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแผ่นทองเปลว ดังรูปที่ 5 เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

อีกสาเหตุหนึ่ง "ไม้ไผ่ต้องลับคมบ่อย" ดังนั้นทางกลุ่มผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้โลหะมาเป็นใบมีดตัด แทนด้ามไม้ไผ่ เพราะใบมีดที่ทำจากโลหะมีความทนทาน คมมีดไม่สึกกร่อนง่ายไม่ต้องลับคมบ่อยๆ อีกด้วย

ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทดลองนำเอาเหล็กที่มีคุณสมบัติต่างๆ เช่น โลหะ กึ่งโลหะและอื่นๆ มาใช้เป็นใบมีด แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากใบมีดที่นำมาใช้นั้น มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าสถิตสูง ทำให้เวลาตัดแผ่นทองคำเปลว ใบมีดดังกล่าวจะติดกับแผ่นทองคำเปลว ทำให้แผ่นทองคำเปลวดังกล่าวเสียหาย



รูปที่ 5 การออกแบบอุปกรณ์ที่มีใบมีดหลายใบ สำหรับตัดแผ่นทองคำเปลว

ด้วยความรู้ทางด้านวิศวกรรมวัสดุ พบว่า คุณสมบัติทางไฟฟ้าสถิตนี้ เป็นตัวการเป็นสาเหตุหลัก ที่ทำให้ใบมีดและแผ่นทองคำเปลวติดกัน โดยทั่วไปในโลหะจะมีคุณสมบัติในการเกิดไฟฟ้าสถิตสูง

ทางกลุ่มผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า ใบมีดเลื่อย เมื่อนำไปเลื่อยโลหะ ผงโลหะจะไม่ติดกับของใบมีดกับชิ้นงาน ซึ่งหมายถึงใบมีดเลื่อยมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าสถิตมีน้อย ดังนั้น ใบมีดเลื่อย จึงถูกเลือกใช้มาเป็นมีดตัด แทนด้ามไม้ไผ่ แต่จะเลือกใช้ใบเลื่อยด้านที่ไม่มีฟันเลื่อย

ความรู้เพิ่มเติม เนื่องจากใบเลื่อยที่ใช้เป็นใบเลื่อยชนิดเหล็กไฮสปีดหรือเหล็กความเร็วสูง (High Speed Steel: HSS) มีธาตุผสม คือ ทังสเตน โครเมียม วาเนเดียม และมีการพ่นสีทับ ซึ่งส่วนผสมดังกล่าวทำให้โครงสร้างอิเล็กตรอนเปลี่ยนหรือพันธะอิเล็กตรอนแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากผิววัสดุได้ยากขึ้น ทำให้คุณสมบัติของความเป็นไฟฟ้าสถิตลดลง จึงนำมาทดลองตัด จากการทดลองพบว่าใบมีดชนิดนี้เหมาะต่อการนำมาใช้ในงานตัดแผ่นทองคำเปลว เพราะใบมีดกับแผ่นทองไม่ติดกันอีกต่อไปและธาตุผสมดังกล่าว

4. ผลการดำเนินงาน

มีการสร้างมีดไฟฟ้าสถิตต่ำขึ้นมา สามารถแสดงรูปเปรียบเทียบการตัดทองคำเปลวตามรูปที่ 6

สามารถสรุปการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบดัชนีชี้วัด ก่อนและหลังปรับปรุง

KPI ของปัญหา	ก่อนปรับปรุง (ใช้ด้ามไม้ไผ่ในการตัด)	หลังปรับปรุง (ใช้มีดไฟฟ้าสถิตต่ำ ที่ออกแบบขึ้นมา)
ดัชนีชี้วัดตัวที่ 1 คือ จำนวนแผ่นทองคำเปลว โดยที่ขนาดตามต้องการ (ของดี) ที่ได้จากการตัด	8 ดวง	16 ดวง
ดัชนีชี้วัดตัวที่ 2 คือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการตัด	3 นาที 44 วินาที	1 นาที 5 วินาที
ดัชนีชี้วัดตัวที่ 3 คือ จำนวนครั้งที่พนักงานใช้ในการตัด	10 ครั้ง	2 ครั้ง

(ก) ก่อนปรับปรุง

(ข) หลังปรับปรุง

รูปที่ 6 การเปรียบเทียบการใช้ด้ามไม้ไผ่ (ก่อนปรับปรุง) และมีดไฟฟ้าสถิตต่ำ (หลังปรับปรุง)

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทีมผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาโรงงานผลิตทองคำเปลวแท้แห่งหนึ่ง จากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการตัดบรรจุแผ่นทองคำเปลวมีปัญหาเกิดขึ้น เช่น ทางด้านอุปกรณ์ คือ ด้ามไม้ไผ่ในการตัด สามารถผลิตชิ้นงานได้น้อย ส่วนทางด้านวิธีการ คือ มีวิธีการที่ยุ่งยาก สุดท้ายนำไปซึ่งการขาดแคลนพนักงาน

การประดิษฐ์อุปกรณ์มีดไฟฟ้าสถิตต่ำขึ้นมา เป็นอุปกรณ์ที่เป็นใบมีด 6 ใบมีดน้ำหนักพอดีมือ โดยควบคุมกำหนดขนาดระยะห่างของใบมีดเอาไว้แล้วตามขนาดของแผ่นทองที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ลดเวลาการตัดแผ่นทองคำเปลวลงได้ เพราะ

- ลดการตัดสินใจของพนักงานลง จากการกะประมาณขนาดในการตัด
- ลดจำนวนครั้งที่พนักงานใช้ในการตัด
- การลับคมจะไม่บ่อย เหมือนกับการใช้ด้ามไม้ไผ่

ทำให้ได้ชิ้นงานครบจำนวนต้องการ ผลผลิตของจำนวนแผ่นทองคำเปลวเพิ่มมากขึ้น โดยไม่ต้องเสียแผ่นทองจากการตัดเสียโดยการประมาณของพนักงาน นั่นหมายถึงจำนวนของเสียที่ลดลง นอกจากนี้แล้วจะเห็นว่าวิธีการทำงานง่ายขึ้น ทำให้ฝึกฝนพนักงานง่ายขึ้น และพนักงานมีขวัญและกำลังใจในการทำมากขึ้นด้วย สุดท้ายนำไปสู่การสร้างความพึงพอใจให้แก่ทั้งเจ้าของกิจการและพนักงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต คือ ลำดับขั้นตอนและความคิดของการปรับปรุงในงานวิจัยฉบับนี้ จะนำไปใช้เป็นแนวทางของธุรกิจหรืออุตสาหกรรมนี้และอื่นๆต่อไปในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข และ พรศักดิ์ อรรถวานิช, "การปรับปรุงการจัดส่งชิ้นส่วนรถยนต์ที่ล่าช้าด้วยเทคนิคคิวซีสตอรี่," การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 4, วันที่ 8-9 ธันวาคม พ.ศ. 2548 หน้า IE1-IE5

[2] ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, "การออกแบบระบบการบริหารคุณภาพสำหรับธุรกิจขนาดเล็กแบบครอบครัว : กรณีตัวอย่างของร้านขายชิ้นส่วนทำความเย็น," The 6th Symposium on TQM–Best Practices in Thailand, วันที่ 24-26 มีนาคม พ.ศ. 2548, หน้า 151-166

[3] ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และ กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, "การปรับปรุงการจัดเก็บสินค้าสำหรับธุรกิจขนาดเล็กของร้านขายชิ้นส่วนทำความเย็น," การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2548, วันที่ 3-4 ตุลาคม พ.ศ. 2548, หน้า 545-552

[4] P.S. Dhogal, “Basic Electrical Engineering”, Volume 1. Tata McGraw-Hill. p. 41, 1986.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การสื่อสารด้วยบีม อนาคตแห่งการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 (5G)

The High-Gain Beamforming for the Fifth-Generation Wireless Network (5G) (Invited)

ธนา อุดมศรีไพบูลย์[1]
[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000 โทรศัพท์ 054-466666 E-mail: thana.ud@up.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วยสาเหตุของการบริโภคข้อมูลข่าวสารในปริมาณมากผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากอุปกรณ์การสื่อสารไร้สายในปัจจุบันซึ่งมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นเป็นทวีคูณในอนาคต การพัฒนาเทคนิคต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งข้อมูลในระบบการสื่อสารไร้สายเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการสื่อสารในยุคถัดไป หนึ่งในเทคนิคที่ถือว่าเป็นหัวใจหลักของการสื่อสารในยุคหน้า คือ การสื่อสารด้วยบีม (Beamforming) บทความวิจัยนี้จะนำเสนอทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน ข้อดีและข้อเสีย การสร้าง และการใช้งานของการสื่อสารแบบบีม เพื่อจะเป็นแนวทางในการวิจัยต่อนักวิจัยไทยรุ่นใหม่ที่สนใจในการทำวิจัยในหัวข้อนี้ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ของการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 (5G) ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การสื่อสารด้วยบีม, การสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 (5G), เทคนิคการส่งข้อมูลไร้สาย

Abstract

With the growth of data application and the ultimate data usage in present state and future of mobile communication systems, the need to improve the data transmission technique of the wireless communication systems is inevitable. Beamforming is one of the key techniques for next generation in wireless communication systems. This paper presents an overview of the major aspects related to beamforming technique including, theory and basic principle, strengths and weaknesses, and its applications. Finally, this paper will provide guidelines for Thai researchers to gain the state of the art in the fifth-generation (5G) wireless network in the future.

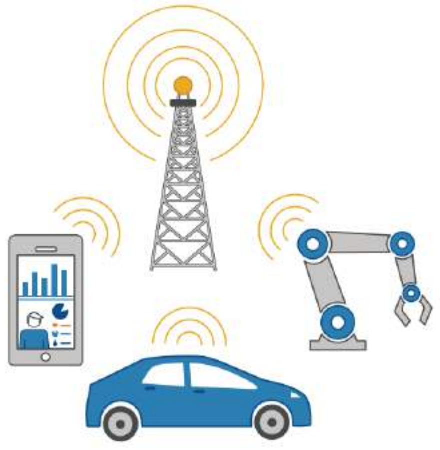
Keywords: beamforming, fifth-generation (5G) wireless network, data transmission technique

1. บทนำ

การสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 (The Fifth-Generation Wireless Network: 5G) จะเป็นมาตรฐานของการสื่อสารไร้สายในยุคถัดไปที่จะเข้ามาแทนที่ในการสื่อสารในยุคปัจจุบันที่เป็นการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 4 (4G) โดยมีการคาดการณ์ว่าจะสามารถเริ่มใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ในปี พ.ศ. 2563 [1] ซึ่งการพัฒนาระบบการสื่อสาร 5G จะถูกพัฒนาให้ตอบโจทย์ใหญ่หลักๆ 2 ข้อ คือ

1) เพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตของการบริโภคข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตเพื่อความบันเทิงและความสะดวกสบายต่างๆ ของมนุษย์ในลักษณะเรียลไทม์ที่มีคุณภาพหรือความละเอียดสูง ไม่ว่าจะเป็นภาพ, วีดีโอ, เสียง, เกมส์ออนไลน์, หรือ การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในระยะไกล เป็นต้น

2) เพื่อตอบสนองการบริการต่างๆ ของ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT)” โดยจะทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อการติดต่อสื่อสารกันของอุปกรณ์อัจฉริยะและเซ็นเซอร์ต่างๆ (สมาร์ทโฟน, แท็บเล็ต, หุ่นยนต์, รถยนต์ ฯลฯ) จำนวนมากเข้าไว้ด้วยกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



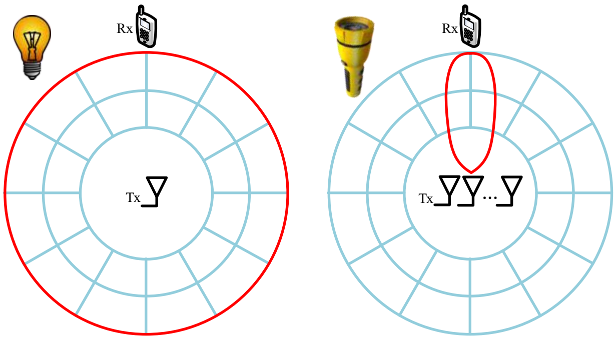
รูปที่ 1 การติดต่อสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 จะเชื่อมทุกสิ่งเข้าไว้ด้วยกัน [2]

จากเป้าหมายหลักของการพัฒนาระบบการสื่อสารในยุคหน้าทั้ง 2 ข้อที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น เราอาจจะสรุปคร่าวๆ ได้ว่า เครือข่าย

การสื่อสารไร้สาย 5G จะต้องทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลในเครือข่ายที่มีความเร็วสูงมาก[1] (Extreme Broadband Speed) มีความหน่วงในระบบเครือข่ายของการสื่อสารที่น้อยมาก (Ultralow Latency) และการเชื่อมต่อการใช้งานบนอินเทอร์เน็ตมีความเสถียรสูงสุด (Ultrareliable Web Connectivity) โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้เทคนิคการสื่อสารด้วยบีม (Beamforming) อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถตอบโจทย์ทั้งหมดดังที่ได้กล่าวมา [3]

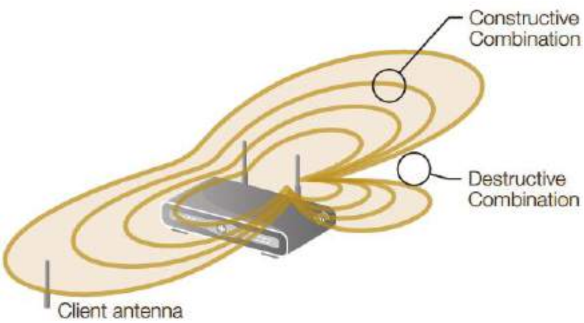
2. การสร้างบีมเพื่อใช้ในการสื่อสารไร้สายความเร็วสูง

มนุษย์เราเรียนรู้และใช้งานการส่งข้อมูลไร้สายผ่านคลื่นความถี่ต่างๆ แบบใช้เสาอากาศเสาเดียวมาเป็นเวลานาน โดยส่วนมากจะพบเห็นในยุคเริ่มต้นและยุคกลางของการสื่อสารไร้สาย (ยุค 1G, 2G, และ 3G) ลักษณะการแพร่กระจายคลื่นของการส่งข้อมูลไร้สายแบบเสาเดียวจะมีลักษณะที่เป็นวงกลมแพร่กระจายออกไปจากตัวเสาอากาศ (Omnidirectional Patterns) ซึ่งการสื่อสารโดยการใช้บีมนั้นจะเริ่มพบเห็นได้ในการสื่อสารในยุคถัดมา (3.5G, 4G และ 5G) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเสาอากาศที่ใช้สำหรับส่งข้อมูล 2 เสาขึ้นไป โดยอาศัยปรากฏการณ์การหักล้างกันของสัญญาณ (Destructive Combination) และการเสริมกันของสัญญาณ (Constructive Combination) เพื่อทำการสร้างบีมขึ้น [4]



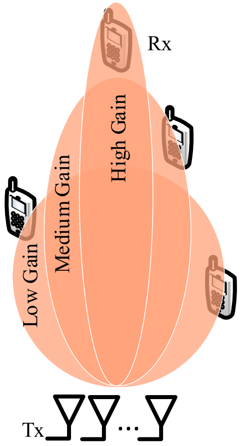
(ก) แบบ 1 เสาอากาศ (ข) แบบหลายเสาอากาศ

รูปที่ 2 ลักษณะการแพร่กระจายคลื่นพาหะโดยใช้เสาอากาศ



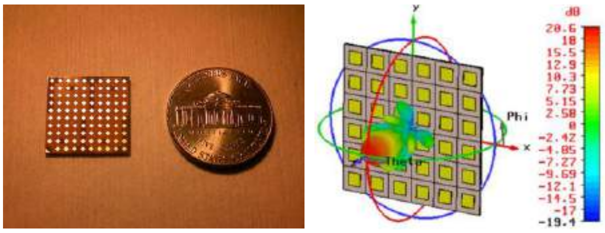
รูปที่ 3 ปรากฏการณ์การหักล้างและการเสริมกันของสัญญาณ [4]

จากรูปที่ 2 และ 3 แสดงให้เห็นถึงการสร้างลำคลื่นบีมเพื่อใช้ส่งสัญญาณไปในอากาศ โดยหากเราเพิ่มจำนวนเสาอากาศที่ภาคส่งให้มีจำนวนที่มากขึ้น สิ่งที่ได้จากการทำเพิ่มขึ้นของเสาอากาศนั้นจะทำให้ลำคลื่นของบีมมีลักษณะที่แคบลงแต่ลำคลื่นไปได้ไกลมากกว่าเดิม (กำลังส่งของสัญญาณจะมีความเข้มมากขึ้นและพุ่งไปรวมในทิศทางเดียวกัน) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเพิ่มจำนวนเสาอากาศส่งผลกระทบต่อลำคลื่นของบีม

ในทางอุดมคติแล้วการส่งสัญญาณแบบบีมจะมีประโยชน์มากหากตัวลำคลื่นนั้นมีลักษณะที่แคบและสามารถส่งสัญญาณไปได้ไกล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ยิ่งเสาอากาศส่งยิ่งมากเท่าไหร่ ก็จะทำให้การส่งสัญญาณในลักษณะของบีมนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น[2] และด้วยการผสมผสานกับเทคโนโลยีการสื่อสารที่เรียกว่า Millimeter Waves [5] เข้าด้วยกัน จะส่งผลทำให้ขนาดของเสาอากาศที่ใช้ในระบบการสื่อสาร 5G ในแต่ละต้นนั้นมีขนาดที่เล็กลงไปจากเดิมมากดังแสดงในรูปที่ 5



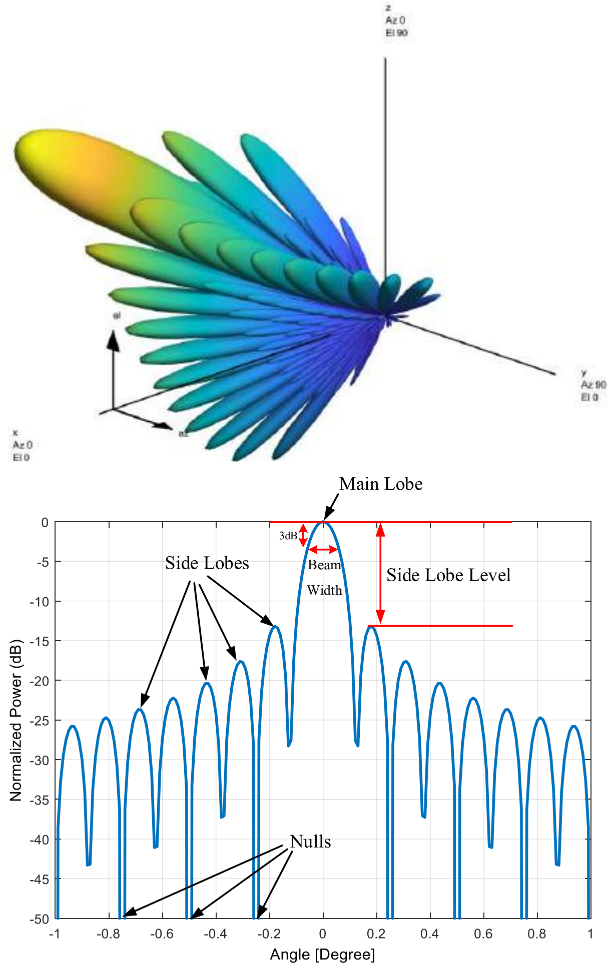
รูปที่ 5 เสาอากาศที่มีลักษณะการเรียงตัวเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Uniform Rectangular Array: URA) เพื่อใช้สร้างลำคลื่นบีม [อ้างอิงจาก https://www-03.ibm.com/press/us/en/photo/41229.wss], [6]

[1] ตามที่คาดการณ์กันไว้ ความเร็วขั้นต่ำของการสื่อสาร 5G จะอยู่ที่ 10 กิกะบิตต่อวินาที (10 Gbit/s)

[2] การสื่อสารไร้สายในยุค 5G เสาอากาศที่ใช้ส่งสัญญาณนั้นคาดการณ์ว่าจะมีจำนวนมาก (หลักร้อยจนไปถึงหลักพันต้น) เราจะเรียกระบบการส่งสัญญาณโดยใช้เสาอากาศจำนวนมากนี้ว่า “Massive MIMO” และคำว่า MIMO ย่อมาจาก Multiple-Input and Multiple-Output

3. คุณลักษณะของบีม

ในส่วนของหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของบีมที่ได้จากการจำลองการทำงานของการปล่อยลำคลื่นบีมออกจากเสาอากาศแบบ URA ที่มีขนาด 16x16 ต้น โดยมีระยะห่างระหว่างเสาแต่ละต้นอยู่ที่ 1.2 มิลิเมตร[3] ดังแสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของบีมในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ

ในส่วนขององค์ประกอบของบีมสามารถแบ่งอธิบายได้ดังนี้คือ

บีมหลัก (Main Lobe) คือบริเวณลำคลื่นที่มีความเข้มข้นของกำลังงานการส่งมากที่สุด โดยที่บีมหลักนี้จะถูกใช้เพื่อส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์เป้าหมาย ณ ปลายทางที่ต้องการ

บีมด้านข้าง (Side Lobes) คือลำคลื่นขนาดเล็กที่อยู่ด้านข้างของบีมหลัก โดยปกติแล้ว บีมด้านข้างนี้จะเป็นสิ่งที่ไร้ประโยชน์และไม่เป็นที่พึงประสงค์ของการออกแบบเสาอากาศเพื่อใช้สร้างบีม

ขนาดความกว้างของบีม (Beam Width) โดยปกติแล้วจะทำการวัดความกว้างของบีมได้จากบีมหลัก โดยทำการวัดจากขนาดแมกนิจูดสูงสุดลงมา 3 เดซิเบล (Decibel: dB)

บีมด้านหลัง (Back Lobes) คือลำคลื่นขนาดเล็กเหมือนกับบีมด้านข้าง แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับบีมหลัก และเป็นที่ไม่พึงประสงค์ของนักออกแบบเสาอากาศเพื่อใช้สร้างบีมเช่นกัน

บริเวณที่ไม่มีค่า (Nulls) คือบริเวณที่กำลังงานการส่งมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งเกิดมาจากปรากฏการณ์การหักล้างกันของสัญญาณดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2

4. จุดแข็งและจุดด้อยของวิธีการสื่อสารด้วยบีม

สำหรับการสื่อสารด้วยบีมนั้นมีข้อดีที่ตามมาหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่มีความแม่นยำมากขึ้น ลดผลกระทบที่มาจากสัญญาณรบกวนต่างๆ ในอากาศได้ดีกว่าการส่งสัญญาณแบบเดิมที่เป็นลักษณะกระจายสัญญาณทั่วทุกทิศทางในอากาศ ลดความซับซ้อนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับกู้ข้อมูลที่ภาครับ (ทำให้อุปกรณ์ภาครับมีขนาดที่เล็กลง) ประสิทธิภาพการจัดการกำลังงานการส่งทำได้ดีกว่าการส่งแบบกระจายคลื่นแบบเดิม ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตในส่วนของเสาอากาศที่ใช้ส่ง เนื่องจากเสาอากาศนั้นมีขนาดเล็กลงกว่าเดิมมาก

สำหรับส่วนที่เป็นจุดอ่อนและจำเป็นที่ต้องพัฒนาของวิธีการสื่อสารด้วยบีมนั้นก็พอมีให้เห็นอยู่บ้าง เช่น ในกรณีที่เสาอากาศนั้นมีจำนวนมาก บีมหลักก็จะมีขนาดความกว้างที่แคบลง ดังนั้นวงจรในการตรวจจับเครื่องรับปลายทาง (ในกรณีที่เครื่องรับมีการเคลื่อนไหว) จะต้องมีวงจรตรวจจับที่ถูกต้องและแม่นยำมาก อีกทั้งในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ (ตึกอาคาร, ต้นไม้, ป้ายโฆษณา ฯลฯ) การส่งด้วยบีมนั้นจะไม่สามารถทำได้มีประสิทธิภาพเท่ากับการส่งแบบการกระจายสัญญาณทั่วทุกทิศทางในอากาศในแบบเดิม[4]

5. ผลการทดลอง

สำหรับการทดลองในบทความวิจัยนี้ จะอาศัยการจำลองการทำงานในโปรแกรม MATLAB โดยผ่านฟังก์ชัน Sensor Array Analyzer เพื่อทำการทดลองหาผลกระทบจากการเพิ่มหรือลดจำนวนของเสาอากาศ

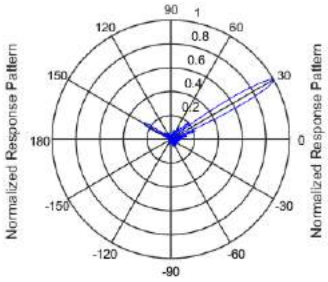
---

[3] โปรแกรมจำลองของบทความวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน R2017a

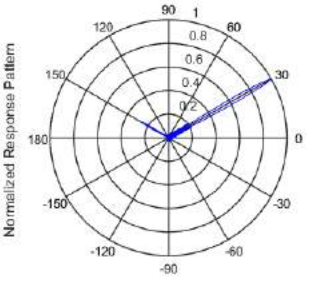
[4] สิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ที่เป็นอุปสรรคในการส่งสัญญาณแบบบีมนั้น ทางแก้ในอนาคตที่เห็นได้ชัดที่สุด จะนิยมทำให้ขนาดเซลล์ของการสื่อสารให้มีขนาดที่เล็กลงแต่มีปริมาณเครือข่ายย่อยให้มากขึ้น โดยเราจะเรียกเทคนิคการวางเครือข่ายย่อยๆ แบบนี้ว่า “HetNets” เพื่อทำให้รอบตัวของอุปกรณ์ภาครับ มีจุดกระจายสัญญาณย่อยที่ใช้ติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น เพื่อแก้ปัญหาจุดอับของสัญญาณที่ภาคส่ง[7]

ที่มีผลต่อความกว้างและแคบของลำคลื่นบีม โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

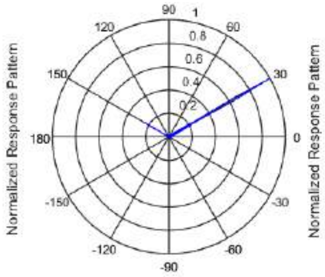
เสาอากาศมีการจัดเรียงตัวกันแบบ URA และกำลังงานการส่งของเสาอากาศเท่ากันทั้งหมดอยู่ที่ Cosine Power [1 1] ระยะห่างระหว่างเสาแต่ละต้นอยู่ที่ 0.5 มิลิเมตรโดยกำหนดให้เสาอากาศทั้งหมดทำการแพร่กระจายคลื่นอยู่ที่ 0.3 กิกะเฮิร์ตซ์ (Gigahertz: GHz) โดยองศาของบีมที่ใช้ในการส่งจะมีค่าคงที่อยู่ที่ 30 องศา (30 Degree Azimuth)



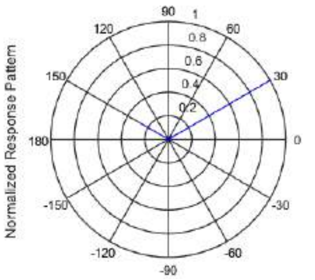
(ก) 16x16 (256 ต้น)



(ข) 32x32 (1,124 ต้น)



(ค) 64x64 (4,096 ต้น)



(ง) 128x128 (16,384 ต้น)

รูปที่ 7 ขนาดความกว้างของบีมเมื่อจำนวนของเสาอากาศที่ใช้ส่งต่างกัน

ตารางที่ 1 ค่ากำลังงานการส่งของบีมหลักในกรณีที่จำนวนของเสาอากาศต่างกัน

จำนวนเสาอากาศ	Normalised Power (dB)
16x16 (256 ต้น)	29.15dB
32x32 (1,124 ต้น)	35.12dB
64x64 (4,096 ต้น)	41.12dB
128x128 (16,384 ต้น)	47.18dB

ดังรูปที่ 7 (ก) และ (ข) จะเห็นได้ชัดว่า เมื่อจำนวนของเสาอากาศมีจำนวนมากขึ้นนั้น จะส่งผลทำให้ขนาดความกว้างของบีมนั้นแคบลง อีกทั้งยังส่งผลดีต่อบีมด้านข้างที่มีขนาดที่เล็กลงอีกด้วย ดังรูปที่ 7 (ค) และ (ง) ในกรณีที่ขนาดเสาอากาศมีขนาด 64x64 และ 128x128 จะทำให้ขนาดของบีมด้านข้างหายไป รวมไปถึงค่ากำลังงานการส่งสัญญาณจะถูกรวมเอาไว้ที่บีมหลักเกือบทั้งหมด ทำให้สามารถส่งสัญญาณข้อมูลไปได้ไกลมากยิ่งขึ้น ซึ่งค่ากำลังงานการส่งของบีมหลักของเสาอากาศที่ใช้ส่งสัญญาณในจำนวนที่แตกต่างกันจะสามารถแสดงได้ในตารางที่ 1

6. สรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอความรู้พื้นฐานของการสื่อสารด้วยบีม ซึ่งจะเป็นหัวใจหลักของการสื่อสารไร้สายในยุคที่ 5 โดยได้นำเสนอถึงจุดอ่อนและจุดแข็งของการสื่อสารแบบบีม หลักการสร้างสัญญาณบีมและการใช้งาน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานแก่ผู้ที่สนใจที่จะทำงานวิจัยในด้านนี้ในอนาคต

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศ. ดร. จอห์น บิลลิงสเล่ย์ (Prof. John Billingsley, PhD), ศ. ดร. เหว่ย เซียง (Prof. Wei Xiang, PhD) และ ดร. แอนดริว แมกซ์เวลล์ (Andrew Maxwell, PhD) ที่ช่วยชี้แนะและให้ความรู้กับผู้วิจัยในระหว่างการทำปริญญานิพนธ์ ณ The University of Southern Queensland (USQ) ซึ่งเป็นที่มาของบทความวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Q. Ngo, “Massive MIMO: Fundamentals and System Designs,” Ph. D. dissertation, Linkoping University, Linkoping, Sweden, Jan. 2015.

[2] The MathWorks, Inc., *5G Development with MATLAB*, March 2018. [Online]. Available: https://www.mathworks.com/

[3] S. K. Bodhe, B. G. Hogade, and S. D. Nandgaonkar, “Beamforming Techniques for Smart Antenna using Rectangular Array Structure,” *IJECE Int. J.,* vol. 4, no. 2, pp. 257-264, Apr. 2014.

[4] Ruckus Wireless, Inc., *Using All the Tools You Can: Getting the Best Wi-Fi Performance Possible through Both Beamforming and Adaptive Antennas*, January 2013. [Online]. Available: https://www.ruckuswireless.com/

[5] A. L. Swindlehurst, E. Ayanoglu, P. Heydari, and F. Capolino, “Millimeter-wave massive MIMO: The next wireless revolution?,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 9, pp. 56–62, 2014.

[6] M. Mueck et al., “5G CHAMPION – Rolling out 5G in 2018” in *Proc. IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, Washington, DC, USA, Dec. 2016.

[7] M. Kountouris and N. Pappas, “HetNets and massive MIMO: Modeling, potential gains, and performance analysis,” in *Proc. IEEE Antennas and Propagation in Wireless Communications*, Torino, Italy, Sep. 2013, pp. 1319–1322.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องถ่ายภาพยาในสภาวะแวดล้อมแบบปิดเพื่อเก็บคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะ

Closed Environment Pill Photo Studio Machine to Obtain Antibiotic Profiles

ธราธร บุญศรี[1] วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จังหวัดชลบุรี 20131 โทรศัพท์ 038-102222

E-mail: tharatho@eng.buu.ac.th, wiroon@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบเครื่องถ่ายภาพยาในสภาวะแวดล้อมแบบปิดเพื่อเก็บคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะ โดยควบคุมค่าความเข้มแสงให้อยู่ในช่วง 400 - 510 ลักซ์ เพื่อให้สามารถถ่ายภาพเม็ดยาทให้ได้ค่าสี RGB (Red, Green, Blue) ที่ใกล้เคียงกับสีจริงของเม็ดยาและสามารถเก็บคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะชนิดเม็ดผ่านโปรแกรม HALCON จำนวน 10 รายการได้แก่พื้นที่, รัศมี, ค่าความกลม, ค่าสี RGB (Red, Green, Blue), ค่า HSV (Hue, Saturation, Value) และรูปร่าง เมื่อทดสอบกับยาเม็ดทรงกลมและยาแคปซูล ผลปรากฏว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง ±2% และ ±3% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ยาเม็ด, ยาปฏิชีวนะ, การแยกประเภทยา, คุณลักษณะเด่นของยาปฏิชีวนะ, โปรแกรม HALCON

Abstract

This research is about designing pill photo studio machine in a closed environment to store important antibiotic profiles. The light intensity is controlled in the range of 400 - 510 Lux. The purpose of this is to obtain the RGB color value (Red, Green and Blue) as close as possible regarding the actual sample pills. HALCON is used to identify 10 antibiotic profiles: area, radius, circularity, RGB (Red, Green and Blue), HSV (Hue, Saturation, Value) and shape. Experimental results show that the errors are ±2% for circular pill and ±3% for capsule.

Keywords: Pill, Antibiotics, Pill Classification, Antibiotics profiles, HALCON

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้ที่ประสบปัญหาด้านสุขภาพเป็นจำนวนมากและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อม สภาพอากาศ สารเคมี อาหาร รวมทั้งการดำเนินชีวิตที่ผิดสุขลักษณะ ส่งผลให้มีผู้คนจำนวนมากประสบปัญหาสุขภาพร่างกายอ่อนแอลง ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บและต้องได้รับการรักษาตัวเป็นประจำทั้งในโรงพยาบาล โดยยาปฏิชีวนะชนิดเม็ดเป็นทางเลือกหนึ่งที่แพทย์ใช้ในการรักษาผู้ป่วย อีกทั้งยาปฏิชีวนะยังมีราคาที่หลากหลายตั้งแต่ราคาถูกจนถึงราคาแพง ยาปฏิชีวนะชนิดเม็ดมีจำนวนมากหลากหลายชนิดทั้งที่ผลิตภายในและภายนอกประเทศ มีทั้งยาจริงและยาปลอมปะปนกัน ดังนั้นการจำแนกชนิดของยาที่ถูกต้องจะช่วยลดความเสี่ยงที่จะทำให้เป็นอันตรายสำหรับผู้ใช้ยาได้ ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีตรวจจับภาพด้วยกล้องถ่ายภาพและนำไปประมวลผลภาพเพื่อบอกชนิดของยา [1], [2] เข้ามามีบทบาทมากขึ้น การเก็บคุณลักษณะของเม็ดยาเช่นขนาด, สี หรือตัวอักษรที่ประทับอยู่บนเม็ดยา [3] เป็นวิธีหนึ่งเพื่อใช้จำแนกยา โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประมวลผลภาพเป็นส่วนสำคัญสำหรับการเก็บรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากโปรแกรม HALCON มีไลบรารี่ให้ใช้งานทางด้านการประมวลผลภาพมากกว่า 1,100 รายการ [4] จึงทำให้สามารถนำไปใช้กับการจำแนกวัตถุจากภาพขั้นสูงได้ [5]

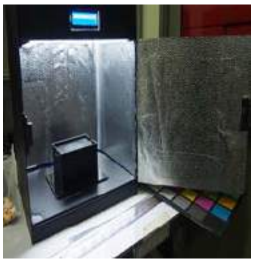
จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพยาปฏิชีวนะโดยควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เป็นแบบปิดโดยโครงสร้างหลักประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งจะถูกออกแบบโดยการเลือกวัสดุและบุด้วยผนังสะท้อนแสง วงจรดิมเมอร์สำหรับปรับค่าความเข้มแสง เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง พร้อมแสดงค่าผ่านโมดูลแอลซีดีและส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมและอ่านค่าเซ็นเซอร์ด้วยภาษาไพธอน โดยใช้อุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพยาปฏิชีวนะในสภาวะแวดล้อมแบบปิดโดยสามารถควบคุมและแสดงผลค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับเม็ดยา เพื่อให้ได้ค่าแสงที่เหมาะสมสำหรับภาพยาปฏิชีวนะโดยผ่านโปรแกรม HALCON เพื่อเก็บคุณลักษณะเฉพาะของยารูปทรงกลมและวงรี จำนวน 10 รายการได้แก่พื้นที่ (area), รัศมี (radius), ค่าความกลม (circularity) ,ค่าสี RGB, ค่า HSV และรูปร่าง (shape) ของยาปฏิชีวนะ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของยาที่ใช้ทดสอบ

2. ระบบที่นำเสนอ

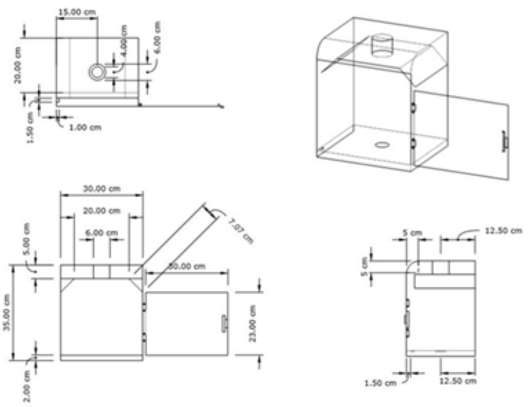
2.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องถ่ายภาพยาปฏิชีวนะในสภาวะแวดล้อมแบบปิด

อุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพยาปฏิชีวนะในสภาวะแวดล้อมแบบปิดถูกออกแบบให้มีขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 25 ซม. ความสูง 35 ซม. ความกว้างและความยาวถูกกำหนดโดยใช้ฐานยึดกล้องเป็นตัวอ้างอิง ส่วนความสูงถูกออกแบบโดยการใช้ระยะโฟกัสของกล้อง Sony X-T2 ที่ระยะ 20 เซนติเมตร และมีช่องที่เจาะไว้ทางด้านบนของตัวตู้สำหรับใส่เลนส์ของกล้อง โดยช่องนี้ออกแบบมาโดยใช้เลนส์ Fujinon Aspherical f = 60 mm ในการทดสอบ ดังนั้นจึงสามารถใช้ได้กับเลนส์กล้องที่มีความกว้างไม่เกิน 6 เซนติเมตรทุกชนิด ส่วนประตูของตู้ถูกออกแบบให้เปิด-ปิด โดยมีแม่เหล็กเป็นตัวยึดประตู และส่วนของฐานวางเม็ดยามีขนาดความกว้างและความยาว 11×8.5 ซ.ม. โดยมีความสูงของฐาน 6 ซ.ม. โดยคำนึงถึงระยะโฟกัสของเลนส์กล้อง ในส่วนของถาดวางยาได้ถูกออกแบบให้วางบนฐานวางยาและสามารถถอดเข้าออกได้ โดยรัศมีบริเวณที่วางเม็ดยามีขนาด 3 ซ.ม.

(ก)



(ข)



(ค)

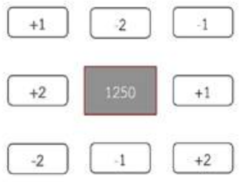
รูปที่ 1 (ก) ภาพต้นแบบของเครื่องถ่ายภาพยา, **(ข)** เครื่องถ่ายภาพยา, **(ค)** แบบร่างแสดงขนาดของเครื่องถ่ายภาพยา

2.2 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมในการควบคุมแสงและผลของค่าสี RGB ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ

2.2.1 วัสดุที่ใช้สำหรับตัวตู้และอุปกรณ์ช่วยกระจายแสง

ในการออกแบบเพื่อประกอบเป็นตัวตู้เริ่มต้นจากการเลือกวัสดุโดยคำนึงถึงรายละเอียด 7 หัวข้อได้แก่ ความแข็งแรง, การสร้างเป็นสภาวะแวดล้อมปิด, การจัดหาวัสดุ, การขึ้นรูปและการประกอบ, การแก้ไขและต่อเติม, น้ำหนัก และความเรียบร้อยของรอยเชื่อมรอยต่อ ซึ่งจากการทดสอบและวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นโดยมีแผ่นไม้อัด, อะคริลิค, อลูมิเนียมและเหล็ก ผลปรากฏว่าเหล็กมีคุณสมบัติที่สำคัญตรงตามหัวข้อที่พิจารณามากที่สุดจึงเหมาะที่จะนำมาทำเป็นตัวตู้ นอกจากนี้ภายในตัวตู้ยังถูกบุด้วยผนังสะท้อนแสงลายหินเพื่อทำให้แสงมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอตรงบริเวณวัตถุ โดยเมื่อบุด้วยผนังสะท้อนแสงแล้วปรากฏว่าค่าความเข้มแสงในพื้นที่ที่เป็นฐานวางเม็ดยามีค่า 1250±2 Lux ซึ่งมีค่าการกระจายของแสงบริเวณใกล้เคียงสม่ำเสมอกว่าก่อนที่จะบุด้วยผนังสะท้อนแสง

(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก), (ข) ค่าความเข้มแสงที่ถาดวางยาก่อนและหลังติดตั้งผนังสะท้อนแสงลายหิน

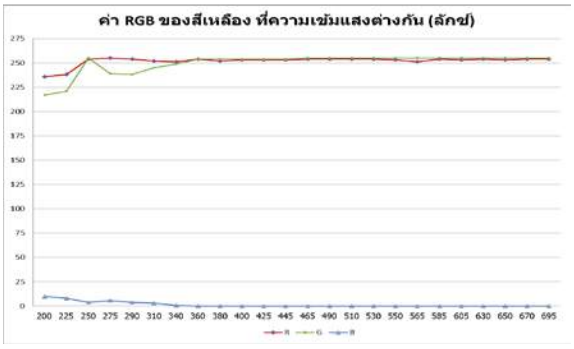
2.2.2 การติดตั้งและทดสอบแอลอีดี, เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง BH1750 และการแสดงผลผ่านจอแอลซีดี

จากการศึกษาโครงสร้างเครื่องต้นแบบ Sanoto Digital Imaging Box B270 ที่มีการให้แสงจากด้านบน, ด้านล่าง และด้านข้างเพื่อออกแบบและติดตั้งหลอดแอลอีดีสำหรับเครื่องถ่ายภาพยา จากการทดสอบกับเครื่องที่ได้ออกแบบโดยมีการให้แสงด้านบน, ด้านข้าง และด้านบนและด้านข้างพร้อมกันและทดสอบกับวัตถุที่มีสีขาว ปรากฏว่า

การให้แสงจากทางด้านบนให้ค่า RGB ของวัตถุทดสอบที่ 228, 223, 223 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า RGB ของสีขาวที่มีค่า 255, 255, 255 มากกว่าการให้แสงจากด้านข้างและการให้แสงจากทั้งสองด้านพร้อมกัน จากรูปแบบการให้แสงและการกระจายแสง โดยพิจารณาให้แสงกระจายมากเพื่อให้แสงตกกระทบผิวของเม็ดยาได้มาก ทีมวิจัยได้เลือกใช้ LED

Strip 5050 เป็นแหล่งกำเนิดแสงและใช้แผ่นอะคริลิคสีขาวขุ่นทำหน้าที่ลดความสว่างจากหลอดแอลอีดี และลดเงาสะท้อนบนผิวเม็ดยา เมื่อติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง BH1750 ซึ่งแสดงค่าความเข้มแสงได้ละเอียดจำนวน 2 ชุดโดยติดตั้งอยู่ตรงกลางของฐานวางยา ผลการทดสอบเซนเซอร์นี้กับความเข้มแสงช่วง 100 ถึง 2,000 ลักซ์ที่มีทิศทางการให้แสงจากทางด้านบนโดยเลือกความเข้มแสงจำนวน 10 ค่า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากลักซ์มิเตอร์ ปรากฏว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ไม่เกิน 4.72% จากนั้นค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ทั้ง 2 ชุดจะถูกประมวลผลโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi 3 และแสดงผลที่โมดูลแอลซีดี 16x2 Segment ผ่านการเขียนโค้ดด้วยภาษาไพธอน

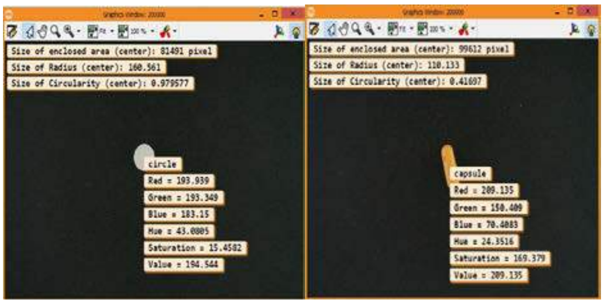
ในการหาความสัมพันธ์ของค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าสี RGB ที่ใกล้เคียงกับเม็ดยาจริง การทดสอบเริ่มต้นจากการถ่ายภาพแผ่นสีสีเหลือง โดยปรับค่าความเข้มแสงเพิ่มขึ้น 24 ช่วงโดยเริ่มตั้งแต่ 200 จนถึง 695 ลักซ์ ซึ่งกราฟแสดงค่า RGB ของแผ่นสีเหลืองแสดงดังรูปที่ 3 จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าที่ความเข้มแสงตั้งแต่ 400 – 510 ลักซ์ ค่า R และ G ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสีเหลืองนั้นมีค่าใกล้ 255 ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงเลือกค่าความเข้มแสงช่วง 400 – 510 ลักซ์สำหรับการถ่ายภาพยาเพื่อใช้เก็บคุณลักษณะเฉพาะของยาปฏิชีวนะต่อไป



รูปที่ 3 ค่า RGB ของสีเหลือง ที่ความเข้มแสงระหว่าง 200 – 695 ลักซ์

2.3 ค่าคุณลักษณะเฉพาะของยาเม็ดทรงกลมและแคปซูลและค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

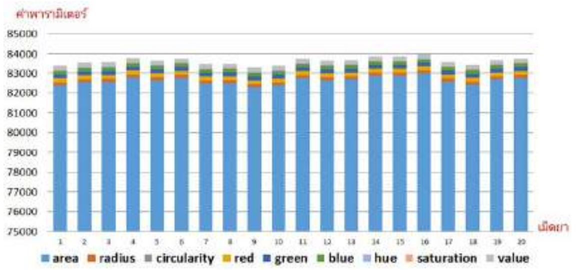
เมื่อนำภาพยาที่ได้จากการควบคุมความเข้มแสงในช่วง 400 - 510 ลักซ์ผ่านโปรแกรม HALCON ซึ่งสามารถแสดงคุณลักษณะเฉพาะทั้งหมด 38 ชนิด โดยค่าคุณลักษณะเฉพาะ10 ชนิดที่เลือกแสดงผลได้แก่ พื้นที่, รัศมี, ค่าความกลม, ค่าสี RGB (Red, Green, Blue), ค่า HSV (Hue, Saturation, Value) และรูปร่าง ในการทดสอบการแสดงผลของยาปฏิชีวนะโดยเลือกตัวอย่างทดสอบจากรูปทรงของยาปฏิชีวนะ ซึ่งยารูปทรงวงกลมได้ใช้ยา Roxithromycin 100 mg ชนิดทรงกลม และยารูปทรงเป็นวงรีได้ใช้ยา Cefixime 100 mg ชนิดแคปซูลเป็นยาที่ใช้ทดสอบ ซึ่งผลการแสดงค่าคุณลักษณะทั้ง 10 ชนิดปรากฏดังรูปที่ 4



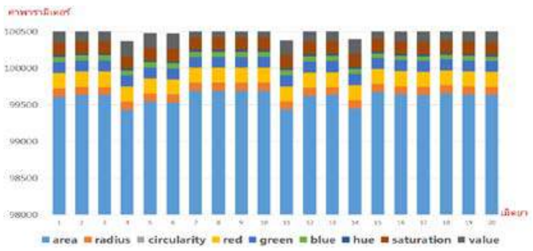
(ก) (ข)

รูปที่ 4 (ก) และ (ข) ผลการแสดงค่าคุณลักษณะเฉพาะของยา Roxithromycin 100 mg ชนิดทรงกลมและยา Cefixime 100 mg ชนิดแคปซูลตามลำดับ

จากการทดสอบถ่ายภาพยาทั้ง 2 ชนิด โดยนำเม็ดยาแต่ละชนิดจำนวน 20 เม็ดมาทดสอบ กราฟค่าคุณลักษณะเฉพาะแสดงได้ดังรูปที่ 5 และ 6 และค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะเฉพาะแสดงได้ดังตารางที่ 1



รูปที่ 5 คุณลักษณะเฉพาะของยา Roxithromycin 100 mg ชนิดทรงกลมจำนวน 20 เม็ด



รูปที่ 6 คุณลักษณะเฉพาะยา Cefixime 100 mg ชนิดแคปซูลจำนวน 20 เม็ด

ตารางที่ 1 ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะเฉพาะของยา Roxithromycin 100 mg ชนิดทรงกลม และ Cefixime 100 mg ชนิดแคปซูล

Profiles	Roxithromycin 100 mg			Cefixime 100 mg		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Area (pixel)	81987	82987	82439	98435	99675	99394
Radius (radian)	160.1540	161.8760	160.9795	108.4650	110.2760	109.5246
Circularity	0.9577	0.9876	0.9816	0.4023	0.4170	0.4131
Red (0-255)	192.8974	196.0553	194.2338	203.2210	209.1350	206.2954
Green (0-255)	191.4304	193.7855	192.9051	148.5220	152.4220	149.8428
Blue (0-255)	181.4522	184.9827	183.7649	62.0434	71.7568	67.3948
Hue (0-255)	49.0034	50.8745	49.9658	23.1388	25.0683	23.8796
Saturation (0-255)	15.4582	17.9856	16.4987	169.3430	176.0520	173.1820
Value (0-255)	194.5540	196.2520	195.3983	202.2420	209.2487	206.7124
Shape	Circle			Capsule		

จากตารางที่ 1 เมื่อนำค่าคุณลักษณะเฉพาะของยาทั้ง 2 ชนิด มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยนำค่าที่น้อยที่สุดและค่าที่มากที่สุดในแต่ละคุณลักษณะเฉพาะมาเทียบกับค่าเฉลี่ย ผลปรากฏว่าค่าความคลาดเคลื่อนของยา Roxithromycin 100 mg มีค่าไม่เกิน ±2% และค่าความคลาดเคลื่อนของยา Cefixime 100 mg มีค่าไม่เกิน ±3%

3. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบเครื่องถ่ายภาพยาในสภาวะแวดล้อมแบบปิดโดยขนาดของตัวเครื่องและฐานวางยาที่เป็นส่วนประกอบภายในตัวตู้ได้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับระยะโฟกัสของกล้องที่ใช้ทดสอบโดยสามารถใช้ได้กับเลนส์กล้องที่มีความกว้างไม่เกิน 6 เซนติเมตรทุกชนิดและทำการติดตั้งชุดแอลอีดีจากทางด้านบนเพื่อควบคุมความเข้มของแสงบริเวณถาดวางยาให้อยู่ในช่วง 400 - 510 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่า RGB ของวัตถุทดสอบ จากนั้นได้ทำการเก็บคุณลักษณะเฉพาะจำนวน 10 รายการได้แก่พื้นที่, รัศมี, ค่าความกลม, ค่าสี RGB (Red, Green, Blue), ค่า HSV (Hue, Saturation, Value) และรูปร่างผ่านโปรแกรม HALCON ของยาทดสอบ 2 ชนิดคือชนิดที่มีรูปร่างทรงกลมและยาแคปซูลที่มีรูปร่างเป็นวงรี ซึ่งหลังจากทำการเก็บค่าคุณลักษณะเฉพาะของยาแต่ละชนิดจำนวน 20 ครั้งและหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของคุณลักษณะเฉพาะทุกรายการ ผลปรากฏว่ายาที่ใช้ทดสอบคือ Roxithromycin 100 mg รูปทรงกลมและ Cefixime 100 mg ชนิดแคปซูลที่มีรูปทรงเป็นวงรีมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง ±2% และ ±3% ตามลำดับ

การพัฒนาต่อไปในอนาคตจะทำการเก็บข้อมูลยาปฏิชีวนะในชนิดต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมภายใต้ระบบสมองกลฝังตัว โดยจะนำค่าคุณลักษณะเฉพาะของยาไปบันทึกลงในระบบฐานข้อมูลกลาง เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์จำแนกตรวจจับยาอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาปฏิชีวนะทั้งในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทยได้

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) รหัสโครงการ 222686 สัญญาเลขที่ 157/2559 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารอ้างอิง

[1] K.J. Baik, J.H. Lee, Y. Kim and B.J JangG, "Pharmaceutical tablet classification using a portable spectrometer with combinations of visible and near-infrared spectra," In Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2017 ninth International Conference on, pp. 1011-1014, July 2017.

[2] Y. Wang, J. Ribera, C. Liu, S. Yarlagadda and F. Zhu, "Pill recognition using minimal labeled data," In Multimedia Big Data (BigMM), 2017 IEEE Third International Conference on, pp. 346-353, April 2017.

[3] J.J. Caban, A. Rosebrock and T.S. Yoo, "Automatic identification of prescription drugs using shape distribution models," In Image Processing (ICIP), 2012 19th IEEE International Conference on, pp. 1005-1008, Sep.-Oct. 2012.

[4] HALCON 7.1 user manual to quickGuide, the Power of Machine Vision, Germany, 2006.

[5] X. Xu, X. Zhang, J. Han and C. Wu, "HALCON application for shape-based matching," In Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2008 3rd IEEE Conference on, pp. 2431-2434, June 2008.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัติโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ สำหรับอุตสาหกรรมการประมงน้ำจืดขนาดเล็ก

The Automatic Measurement and Classification Snakehead Fish's Size using Image Processing from Video Camera for Small Scale Inland Fisheries Industry

กนกวรรณ พันตรี[1] เจริญขวัญ จันพลับ[1] และ นนทรัฐ บำรุงเกียรติ[1*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422115 E-mail: b.nontarat@gmail.com[*]

)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัติโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมการประมงน้ำจืดขนาดเล็ก ซึ่งวิธีการดำเนินงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1.การออกแบบสายพานลำเลียงและการติดตั้งกล้องวีดิทัศน์ 2.การออกแบบขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพที่เหมาะสมต่อการตรวจจับ การแยกส่วนและการคำนวณขนาดความยาวของปลาช่อน รวมถึงการตัดสินใจในการจัดกลุ่มขนาดของปลาช่อน และ 3.การสร้างหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน ผลการออกแบบและสร้างระบบนั้น ระบบสามารถตรวจจับภาพปลาช่อนได้อย่างอัตโนมัติ โดยสามารถคำนวณและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนได้อย่างถูกต้อง มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการคำนวณขนาดปลาช่อนเท่ากับ 94.46 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพและวีดิทัศน์, ปลาช่อน

Abstract

This paper presented the automatic measurement and classification snakehead fish's size using image processing from video camera for small scale inland fisheries industry. The methodology of this research separated into 3 parts consisting of 1.The belt conveyor design and video camera setup 2. The suitable image processing algorithms such as snakehead fish detections, segmentations, size measurements and classifications. And 3. The graphic user interface design. The results of this research are show that the accuracy of the snakehead fish detections, segmentations, size measurements and classifications correctly which approximate about 94.46 %

Keywords: image and video processing, snakehead fish

1. บทนำ

การทำประมงน้ำจืดยังคงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คนในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มจังหวัดที่ราบลุ่มแม่น้ำภาคกลาง อันได้แก่ จังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดลพบุรีและจังหวัดอ่างทอง เป็นต้น ซึ่งกลุ่มจังหวัดเหล่านี้เป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงด้านการทำการประมงและการค้าขายปลาน้ำจืดมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำประมงและการค้าขายปลาช่อน ซึ่งมีจำนวนมากจนเป็นเอกลักษณ์ของกลุ่มจังหวัดเหล่านี้ ปัจจุบันยังคงมีปลาช่อนไว้สำหรับนำออกขายตามท้องตลาดเป็นจำนวนมาก จึงยากต่อการคัดแยกเพื่อส่งออกได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งปลาช่อนที่ต้องการตามท้องตลาดนั้น มีขนาดความยาวที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค

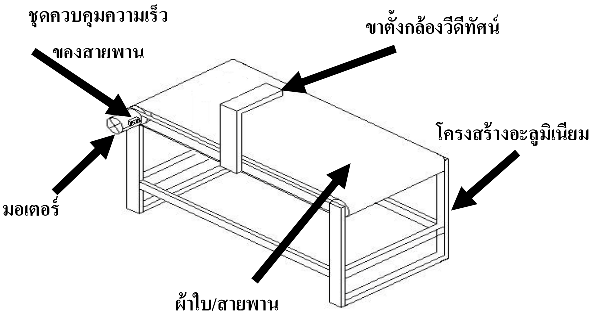
สำหรับอุตสาหกรรมการประมงสำหรับพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำภาคกลางถือเป็นอุตสาหกรรมการประมงขนาดเล็ก อาศัยแรงงานจากคนในกระบวนการคัดแยกขนาดปลาก่อนส่งขายสู่ตลาด โดยทั่วไปแล้วใช้เพียงการคาดคะเนจากสายตาของคนเท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้ก่อให้เกิดปัญหาความไม่ได้มาตรฐานในการคัดแยกขนาด การคัดแยกขนาดปลาโดยคนมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย หากปลามีขนาดที่ใกล้เคียง นอกจากนี้ปลาที่ได้หลังจากการคัดแยกแล้วอาจช้ำ ราคาตลง เนื่องจากผ่านมือคนในการคัดแยก อีกทั้งต้องใช้คนจำนวนมากต้นทุนของการดำเนินการจึงสูง ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสาเหตุให้ต้นทุนของกระบวนการผลิตสูงขึ้นเป็นผลให้ราคาขายของปลาช่อนตามท้องตลาดสูงขึ้นตามไปด้วย เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภคให้ได้รับความเดือดร้อน

จากปัญหาการดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัติ โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อนำหลักการประมวลผลภาพและวีดิทัศน์ที่เหมาะสมมาใช้ให้เกิดประโยชน์แทนการทำงานของมนุษย์ อีกทั้งผู้วิจัยได้สร้างระบบจำลองการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงในโรงงานอุตสาหกรรมขึ้น เพื่อให้เห็นภาพถึงการใช้งานการวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอย่างชัดเจนมากขึ้น

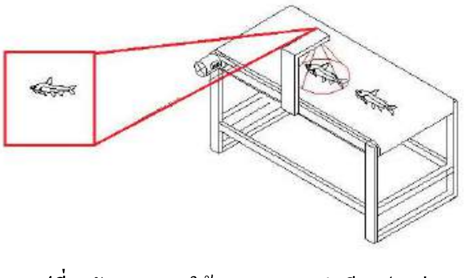
2. ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานของระบบ

2.1 สายพานลำเลียงปลาช่อนและการติดตั้งกล้องวีดิทัศน์

สายพานลำเลียงเป็นส่วนประกอบของระบบที่นำเสนอนี้ โดยการทำงานของสายพานลำเลียงนี้จะอาศัยมอเตอร์แบบปรับระดับได้ เพื่อควบคุมความเร็วของสายพาน มีปุ่มเปิดปิดมอเตอร์และส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ โครงสร้างอะลูมิเนียมและขาตั้งกล้องวีดิทัศน์ โดยสายพานลำเลียงนี้มี ความสูง 50 เซนติเมตร ความกว้าง 50 เซนติเมตรและมีความยาว 150 เซนติเมตร ประกอบร่วมกับผ้าใบขนาด 150x40 เซนติเมตร นำมาประกอบกับเพาหมุนและตุ๊กตาจับแกนเพาเพื่อยึดผ้าใบ แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของสายพานลำเลียงปลาช่อนที่นำเสนอนี้และลักษณะการใช้งานสายพานลำเลียงเพื่อลำเลียงปลาช่อนดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 ส่วนประกอบต่างๆ ของสายพานลำเลียงปลาช่อนที่นำเสนอ



รูปที่ 2 ลักษณะการใช้งานสายพานลำเลียงปลาช่อน

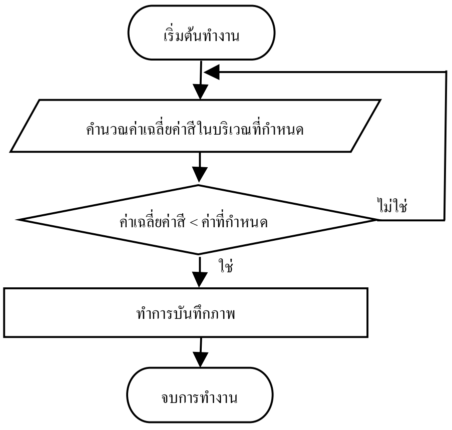
2.2 ขั้นตอนวิธีการตรวจจับปลาช่อนอัตโนมัติ

เมื่อผู้ใช้งานนำปลาช่อนลำเลียงบนสายพานเข้าสู่มุมมองกล้องวีดิทัศน์ที่ติดตั้งไว้ กระบวนการแรกของระบบ ได้แก่ กระบวนการให้กล้องวีดิทัศน์ตรวจจับและบันทึกภาพปลาช่อนอย่างอัตโนมัติ ผู้วิจัยอาศัยหลักการคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าสีของบริเวณที่กำหนดให้เป็นพื้นที่เฉพาะ โดยหากมีปลาช่อนเข้าสู่บริเวณพื้นที่เฉพาะที่ผู้วิจัยกำหนดไว้แล้ว จะทำให้ค่าเฉลี่ยค่าสีในบริเวณที่กำหนดนั้นมีการเปลี่ยนแปลง (ค่าเฉลี่ยค่าสีจะมีค่าลดลงเนื่องปลาช่อนมีลักษณะสีดำ ค่าของจุดภาพจะต่ำ) [1] และทำการบันทึกภาพเพื่อเข้าสู่กระบวนการแยกส่วนภาพปลาช่อนต่อไป แผนภาพขั้นตอนวิธีการตรวจจับปลาช่อนอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3

2.3 ขั้นตอนวิธีการแยกส่วนภาพปลาช่อน

ภาพปลาช่อนที่ถูกบันทึกและรับเข้ามาในขั้นตอนแรกนั้น ภาพปลาช่อนที่ได้จะเป็นภาพที่อยู่ในปริภูมิสีแบบ RGB ดังนั้นแต่ละพิกัดของภาพจะประกอบด้วยค่าของเซตจำนวนเต็มที่แสดงถึง ค่าของสีแดง R ค่าของเขียว G และค่าของน้ำเงิน B ระบบจะทำการเปลี่ยนให้เป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale image) เพื่อทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายขึ้น สมการสำหรับแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทาอ้างอิงจากงานวิจัย [2-3]

หลังการแปลงภาพระดับสีเทาแล้ว ระบบจะแปลงภาพระดับสีเทานี้ให้เป็นภาพขาวดำ (Binary image) โดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ตามเข้าช่วย ซึ่งค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่กำหนดไว้นี้ หากจุดภาพใดมีค่าความเข้มระดับสีเทาต่ำกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 แต่ถ้าจุดภาพใดที่มีค่าความเข้มระดับสีเทามากกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน จะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 1 ซึ่งเห็นได้ว่าผลของการดำเนินการนี้ ทำให้ภาพที่ได้มีขอมูลแค่ 1 และ 0 เท่านั้น

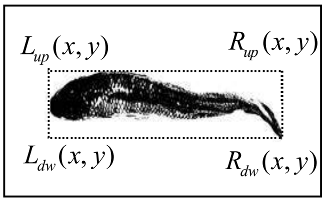


รูปที่ 3 ขั้นตอนวิธีการตรวจจับปลาช่อนอัตโนมัติ

นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้อาศัยหลักการการกร่อนภาพ (Erosion) [2] เพื่อใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เป็นจุดเล็กน้อยในภาพ การกร่อนภาพ มีหลักการดังนี้ คือ กำหนดสร้างส่วนประกอบโครงร่าง (Template) ขึ้นจากนั้นนำไปดำเนินการตามข้อมูลภาพทั้งหมด โดยจะเลื่อนไปทุกตำแหน่งเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพ ถ้าข้อมูลใดมีค่าเหมือนกับส่วนประกอบโครงร่าง จะดำเนินการลดขนาดวัตถุให้เล็กลง เพื่อไม่ให้จุดเล็กๆ เหล่านั้นส่งผลกระทบต่อการแยกส่วนปลาช่อนในขั้นตอนต่อไป

เมื่อดำเนินการกำจัดสัญญาณรบกวนเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพปลาช่อนที่มีค่าจุดภาพเป็นสีดำ บนพื้นหลังที่จุดภาพเป็นสีขาว จากนั้น จะตรวจสอบตำแหน่งจุดภาพสีดำที่เกิดขึ้นลำดับแรกและลำดับสุดท้ายของภาพทั้งแถวและหลัก เพื่อกำหนดเป็นตำแหน่งเริ่มต้น

และตำแหน่งสุดท้ายสำหรับการพิจารณาตำแหน่งของแยกส่วนภาพ ซึ่งอธิบายตัวแปรต่างๆ ของการกำหนดตำแหน่ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งต่างๆ ก่อนการแยกส่วนปลาช่อน

$L_{up}(x,y)$ คือ จุดภาพสีดำแรกของหลักและจุดแรกของแถว
$L_{dw}(x,y)$ คือ จุดภาพสีดำสุดท้ายของหลักแต่เป็นจุดแรกของแถว
$R_{up}(x,y)$ คือ จุดภาพสีดำแรกของหลักแต่เป็นจุดสุดท้ายของแถว
$R_{dw}(x,y)$ คือ จุดภาพสีดำสุดท้ายของหลักและจุดสุดท้ายของแถว

จากนั้น จะทำการแยกส่วนภาพตามตำแหน่งพิกัดจุดภาพ 4 จุดดังกล่าว

2.4 ขั้นตอนวิธีการวัดขนาดปลาช่อน

การคำนวณขนาดปลาช่อน ดำเนินการโดยนำค่าความยาวของภาพที่ได้รับจากกล้องวีดิทัศน์และขนาดที่วัดได้จริง เมื่อระบบทำการประมวลผลจำนวนจุดภาพที่แยกส่วนขนาดปลาช่อนแล้ว จะนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าขนาดจริงของปลาช่อน โดยอาศัยสมการที่ 1

$$X = \frac{Y \times A}{B} \qquad (1)$$

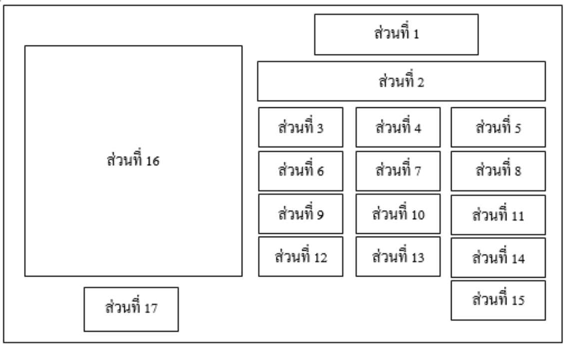
โดยที่

X คือ ความยาวของปลาช่อนจริงในหน่วยเซนติเมตร
Y คือ จำนวนจุดภาพตามยาวของภาพปลาช่อนหน่วยจุดภาพ
A คือ ขนาดความยาวของภาพจากมุมมองของกล้องวีดิทัศน์ในหน่วยเซนติเมตร
B คือ ขนาดความยาวของภาพจากมุมมองของกล้องวีดิทัศน์ในหน่วยจุดภาพ

เมื่อได้ขนาดความยาวของตัวปลาช่อนแล้วระบบจะนำข้อมูลความยาวที่ได้ไปเปรียบเทียบกับความยาวของแต่ละกลุ่มที่กำหนดไว้ในพร้อมทั้งนับจำนวนผลรวมของปลาช่อนในแต่ละกลุ่มรวมถึงผลรวมของปลาช่อนทั้งหมดและแสดงผ่านหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน

2.5 การออกแบบหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน

สำหรับการตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับระบบวัดขนาดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัตินี้ ดำเนินการโดยการกำหนดค่า หรือช่วงความยาวขนาดปลาช่อนในแต่ละกลุ่ม โดยผู้วิจัยกำหนดจำนวนกลุ่มของปลาช่อนที่ต้องการจัดกลุ่ม ไว้ 4 กลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่ม จะสามารถกำหนดช่วงขนาดค่าความยาวปลาช่อน จากค่าน้อยที่สุดไปค่ามากที่สุดในหน่วยเซนติเมตร ส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน

ส่วนที่ 1 แสดงผลการแยกส่วนภาพปลาช่อน

ส่วนที่ 2 แสดงค่าความยาวของตัวปลาช่อนหน่วยเซนติเมตร

ส่วนที่ 3 และส่วนที่ 4 พื้นที่ในการกำหนดค่าช่วงความยาวของปลาช่อน กลุ่มที่ 1 ตามลำดับ และส่วนที่ 5 พื้นที่ในการแสดงผลการนับจำนวนปลาช่อนของ กลุ่มที่ 1

ส่วนที่ 6 และส่วนที่ 7 พื้นที่ในการกำหนดค่าช่วงความยาวของปลาช่อน กลุ่มที่ 2 และส่วนที่ 8 พื้นที่ในการแสดงผลการนับจำนวนปลาช่อนของ กลุ่มที่ 2

ส่วนที่ 9 และส่วนที่ 10 พื้นที่ในการกำหนดค่าช่วงความยาวของปลาช่อน กลุ่มที่ 3 และส่วนที่ 11 พื้นที่ในการแสดงผลการนับจำนวนปลาช่อนของ กลุ่มที่ 3

ส่วนที่ 12 และส่วนที่ 13 พื้นที่ในการกำหนดค่าช่วงความยาวของปลาช่อน กลุ่มที่ 4 และส่วนที่ 14 พื้นที่ในการแสดงผลการนับจำนวนปลาช่อนของ กลุ่มที่ 4

ส่วนที่ 15 แสดงผลการนับจำนวนปลาช่อนทั้งหมด

ส่วนที่ 16 แสดงภาพมุมมองจากกล้องวีดีทัศน์

ส่วนที่ 17 ปุ่มเริ่มต้นการทำงานของระบบ

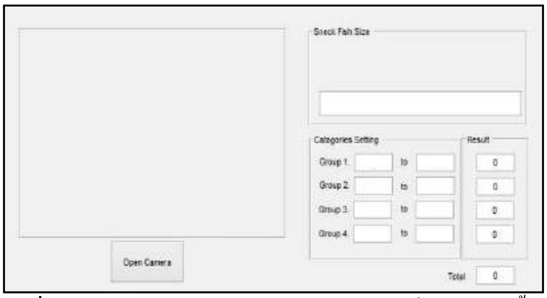
3. ผลการดำเนินงานของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างสายพานลำเลียงปลาช่อนขึ้นเพื่อจำลองการทำงานภายในอุตสาหกรรมการประมงน้ำจืดขนาดเล็กและแสดงลักษณะการติดตั้งกล้องวีดิทัศน์ที่ใช้ในการตรวจจับและประมวลผลภาพปลาช่อน ดังรูปที่ 6

นอกจากนี้ เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งานระบบ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งผลของหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน

แสดงดังรูปที่ 7 โดยก่อนการทำงานนั้น ผู้ใช้งานต้องตั้งค่าช่วงความยาวของปลาช่อนในแต่ละกลุ่มก่อน จึงเริ่มต้นการใช้งานได้

รูปที่ 6 สายพานลำเลียงปลาช่อนและการติดตั้งกล้องวีดิทัศน์ของระบบ



รูปที่ 7 ส่วนประกอบของหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รูปที่ 8 ตัวอย่างผลการวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อน

จากรูปที่ 8 แสดงตัวอย่างผลการวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อน ซึ่งพบว่าปลาช่อนสำหรับการทดลองนี้ เมื่อปลาช่อนเคลื่อนที่ตามสายพานลำเลียงเข้าสู่มุมมองกล้องวีดิทัศน์แล้ว ระบบสามารถตรวจจับภาพได้อย่างอัตโนมัติ และสามารถวัดความยาวได้ 19.59 เซนติเมตร พร้อมแสดงผลความยาวที่หน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน จากนั้นเมื่อนำมาจัดกลุ่ม พบว่า ความยาวดังกล่าวถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ 2 ซึ่งถูกต้องตรงตามที่ผู้ใช้งานกำหนดช่วงความยาวของกลุ่มไว้ก่อนระบบเริ่มทำงาน

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ผลการคำนวณตัวอย่างการวัดขนาดปลาช่อนความยาวจริงเปรียบเทียบกับความยาวที่วัดได้จากระบบ โดยทดสอบจากปลาช่อนตัวอย่างจำนวน 10 ตัว พบว่า ระบบที่นำเสนอมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการวัดขนาดความยาวปลาช่อนที่ 94.46% ทั้งนี้การใช้งานระบบที่นำเสนอจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อมีการควบคุมสภาวะแสงหรือติดตั้งระบบในสภาวะแสงที่เหมาะสม และการจับวางปลาช่อนบนสายพานลำเลียงนั้นต้องอยู่ในลักษณะลำตัวตรง

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณตัวอย่างการวัดขนาดปลาช่อนความยาวจริงเปรียบเทียบกับความยาวที่วัดได้จากระบบ

ลำดับที่	**ความยาวจริง (เซนติเมตร)**	**ความยาวที่วัดได้จากระบบ (เซนติเมตร)**
ตัวที่ 1	19.0	18.89
ตัวที่ 2	21.1	19.45
ตัวที่ 3	22.0	21.14
ตัวที่ 4	22.5	19.96
ตัวที่ 5	21.5	20.20
ตัวที่ 6	20.7	20.81
ตัวที่ 7	19.8	19.26
ตัวที่ 8	23.0	21.37
ตัวที่ 9	20.0	19.59
ตัวที่ 10	20.2	20.10

3. สรุปผลการทำงานของระบบ

ระบบวัดและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนอัตโนมัติโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์สำหรับอุตสาหกรรมการประมงน้ำจืดขนาดเล็กที่นำเสนอนี้ ได้อาศัยขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพและวิดีทัศน์ที่เหมาะสมกับการทำงานของระบบหลายขั้นตอนวิธี โดยระบบสามารถตรวจจับภาพปลาช่อนได้อย่างอัตโนมัติ อีกทั้งสามารถคำนวณและจัดกลุ่มขนาดปลาช่อนได้อย่างถูกต้อง โดยมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 94.46 เปอร์เซ็นต์

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เอื้อเฟือห้องปฏิบัติการประมวลผลภาพและวีดิทัศน์สำหรับการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Joel Trussell, Eli Saber, and Michael Vrhe, " Color Image Processing Basics and Special Issue Overview," IEEE Signal processing magazine, January, 2005

[2] Tarun Kumar. and Karun Verma, "A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image," International Journal of Computer Applications, pp.0975 – 8887, Volume 7 – No.2, September, 2010

[3] Pratt, W. K., "Digital Image Processing", Fourth Edition, A John Wiley & Sons Inc. Publication, 2007.

การศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงดิจิตอลไร้สาย

A Study on the Design and Construction of Wireless Digital Weight Height Scale

จินดา สามัคคี[1] คอเลต โดยดี[2] ณัฐชัย ทะลิทอง[3]
[1,2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 074-317100 E-mail: chinda.s@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงดิจิตอลแบบไร้สาย การออกแบบและสร้างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนแรกภาคส่งคือเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงในเวลาเดียวกันโดยส่งค่าที่วัดได้แบบไร้สาย และส่วนที่สองภาครับ จะรับค่าน้ำหนักและส่วนสูงแบบไร้สายมาแสดงผลผ่านจอแอลซีดีพร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) และเก็บบันทึกประวัติ บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างในส่วนของภาคส่งและภาครับแบบไร้สาย ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ภาคส่งและภาครับในการวัดส่วนสูงระยะ 100-190 cm และวัดน้ำหนักช่วง 10-150 kg มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.15% และ 0.32% ตามลำดับ ภาครับสามารถรับข้อมูลมาแสดงผลผ่านจอแอลซีดีได้อย่างถูกต้อง ประโยชน์ของเครื่องนี้จะเป็นการช่วยเพิ่มความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าและผู้รับบริการ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดต้นทุนราคาในการจัดซื้ออีกด้วย

คำสำคัญ: เครื่องชั่งน้ำหนักวัดส่วนสูง, สื่อสารไร้สาย, ดัชนีมวลกาย

Abstract

This objective of this paper was to study on the design and construction of wireless digital weight height scale. The design and construction is divided into two parts. The first part of transmitter is the weight height scale by transmitting values with wireless module. Second part of receiver will be received weight and height values to LCD display, and connect to a computer for calculating body mass index (BMI) and record patient history. In this paper presents the design and construction in the wireless transmitter and receiver parts. The equipment testing results of the transmitter-receiver for measuring weight height in the range of 100 to190 cm and 10 to 150 kg, the mean percentage error values of weight and height are 0.15% and 0.32%, respectively. The receiver can be correctly received for display. The benefit of this weight height scale will be helpful to staffs and clients. Moreover, it is still cost savings in purchasing.

Keywords: weight height scale, wireless communication, body mass index: BMI

1. บทนำ

ในการซักประวัติเพื่อคัดกรองโรคเบื้องต้น ข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงถือเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้การคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body moss index: BMI) สำหรับการคัดกรองภาวะสุขภาพประกอบการตรวจวินิจฉัยโรค ค่า BMI เป็นค่าดัชนีที่ใช้วัดความสมดุลของร่างกายซึ่งสามารถระบุได้ว่ารูปร่างเป็นอย่างไรโดยมีระดับตั้งแต่น้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐานไปจนถึงอ้วนมากเกินไป นอกจากนี้สามารถวิเคราะห์อัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่นภาวะไขมันและความอ้วน เป็นต้น [1-2] ดังนั้นการควบคุมให้ร่างกายมีค่านี้อยู่ในเกณฑ์ที่ปกติจึงมีสำคัญสำหรับการเฝ้าระวังรักษาโรค ค่า BMI ไม่ได้ใช้เฉพาะในการคัดกรองโรคเท่านั้น ในทางวิทยาศาสตร์การกีฬาได้ใช้ประโยชน์สำหรับการตรวจสอบเพื่อวางแผนการปรับปรุงร่างกายให้ดีขึ้น ซึ่งนักกีฬาบางประเภทจะต้องสร้างมวลกล้ามเนื้อและควบคุมน้ำหนักที่เหมาะสมเพื่อการแข่งขัน ดังนั้นการควบคุมค่านี้จะช่วยให้นักกีฬาสามารถวางแผนควบคุมอาหารและการออกกำลังเพื่อให้สามารถติดตามผลตามเป้าหมายที่ต้องการนั้น [3-6]

เครื่องชั่งน้ำหนักและการวัดส่วนสูงที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในโรงพยาบาลส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะเป็นแบบแยกส่วน ซึ่งผู้ใช้งานไม่ได้ชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงในคราวเดียว นอกจากนี้จะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยจดบันทึกในแต่ละครั้งที่ทำการวัดค่า จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงพบว่ามีราคาที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้การออกแบบจัดสร้างยังไม่มีเอกสารรายงานวิจัยมากนัก ดังนั้นเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกทั้งผู้ใช้งานและเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังจะลดต้นทุนราคาการผลิตที่ต่ำกว่าท้องตลาด การออกแบบและจัดสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อ

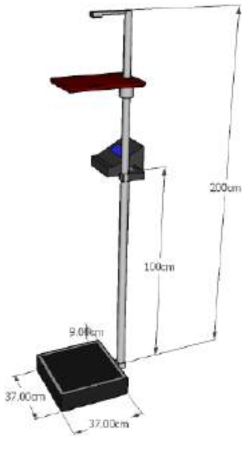
เก็บบันทึกและรายงานผลค่า BMI จะช่วยตอบสนองเหตุผลดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงดิจิตอลไร้สายในส่วนของภาครับและภาคส่ง

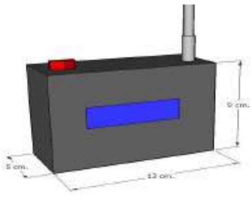
2. การออกแบบและอุปกรณ์

2.1 การออกแบบระบบทำงาน

การออกแบบเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงแบบไร้สาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย ภาคส่งเป็นส่วนของตัวเครื่อง โดยการออกแบบโครงสร้างของตัวฐานติดตั้งโหลดเซลล์ชั่งน้ำหนักทำจากเหล็กกล่องครอบด้วยแผ่นอะคริลิคมีขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากับ 37×37×9 cm จากพื้น และส่วนวัดความสูงทำจากท่อสแตนเลสจำนวนสองท่อนมีความยาวท่อนละ 100 cm โดยติดตั้งโมดูลอัลตร้าโซนิกส์ที่ระยะ 200 cm จากฐานวัด พร้อมติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและจอแสดงผลแอลซีดี ในส่วนภาครับจะแสดงผลค่าน้ำหนักและส่วนสูงจากภาคส่งแบบไร้สาย ใช้กล่องเอนกประสงค์โดยเจาะส่วนยึดหน้าจอแอลซีดีและสวิตช์ปิด-เปิด ลักษณะโครงสร้างของภาคส่งและภาครับดังแสดงในรูปที่ 1(ก) และ (ข) สำหรับระบบการทำงานภาคส่ง เริ่มจากโหลดเซลล์วัดน้ำหนักพร้อมด้วยอัลตร้าโซนิกส์ส่งสัญญาณวัดส่วนสูงและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ในการวัดความสูงใช้ค่าความเร็วเสียง $v(m/s)$ ที่แปรผันไปตามอุณหภูมิ $T(^{\circ}C)$ คำนวณได้จาก $v = 331 + 0.6 \times T$ โดยระยะทาง $s(m)$ หาได้จาก $s = v \times t / 2$ เมื่อ t คือระยะเวลาตั้งแต่ส่งจนกระทั่งรับสัญญาณคลื่นอัลตร้าโซนิกส์ ดังนั้นค่าส่วนสูง (h) สามารถคำนวณได้จาก $h(cm) = 200 - s(cm)$ สัญญาณจากเซ็นเซอร์ทั้งหมดจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำค่าที่ได้มาประมวลผลเพื่อหาค่าน้ำหนักและส่วนสูงแสดงผลผ่านจอแอลซีดี และส่งแบบไร้สายไปยังภาครับ บล็อกไดอะแกรมของระบบภาคส่งและรับแสดงดังรูปที่ 2(ก) และ (ข)

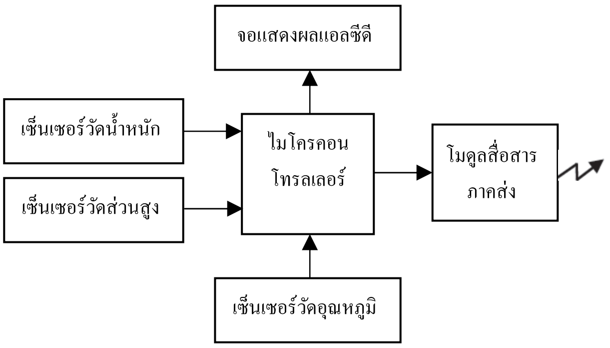
(ก)



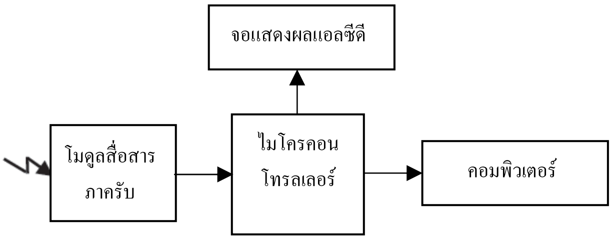


(ข)

รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของตัวเครื่อง (ก) ภาคส่ง และ (ข) ภาครับ



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 การออกแบบระบบทำงาน (ก) ภาคส่ง และ (ข) ภาครับ

2.2 ไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมและประมวลผลการทำงานของเซ็นเซอร์และโมดูลต่างๆทั้งภาคส่งและภาครับ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 มีตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 16 MHz มีพอร์ต ICSP เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์สำหรับรับ-ส่งข้อมูล Enable ลักษณะของ Arduino UNO R3 ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 [7]

3.3 โหลดเซลล์

โหลดเซลล์เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดค่าน้ำหนักโดยใช้สเตรนเกจในการวัดแรงตึงเครียด ซึ่งเมื่อถูกแรงมากระทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ส่งผลให้ความต้านทานของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปตามแรงที่มากระทำ โดยใช้การต่อวงจรวิทสโตรนบริดจ์ในการหาค่าแรงดันไฟฟ้าเพื่อนำมาคำนวณค่าน้ำหนักเมื่อความต้านทานเปลี่ยนแปลง โหลดที่ใช้ขนาด 500 kg ต่อผ่านโมดูล HX71 สำหรับขยายสัญญาณและถูกแปลงออกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 24 บิท

รูปที่ 4 โหลดเซลล์พิกัด 500 kg

2.4 โมดูลอัลตร้าโซนิกส์

โมดูลอัลตร้าโซนิกส์ใช้สำหรับวัดระยะทาง โดยการส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิกส์ออกไป และเมื่อกระทบกับวัตถุที่ต้องการจะสะท้อนคลื่นกลับมาด้วย ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่ส่งและรับนำมาสำหรับการคำนวณหาระยะทาง โมดูลที่ใช้ รุ่น HS-SCR04 ส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิกส์ความถี่ 40 kHz วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2-400 cm ทำงานโดยไมโครคอนโทรเลอร์ ลักษณะของโมดูลดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 โมดูลอัลตร้าโซนิกส์ [7]

2.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ รุ่น DHT22 มีขนาดเล็กเป็นตัวอุณหภูมิในอากาศได้ตั้งแต่ 0-50 $^{\circ}C$ สามารถอ่านค่าอุณหภูมิจากขาสัญญาณดิจิตอล 1 ขาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะของเซ็นเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ [7]

2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย

โมดูลสื่อสารไร้สายเป็นตัวส่งและรับสัญญาณคลื่นวิทยุใช้ความถี่ 2.4 GHz รุ่น NRF24L01 มีคุณสมบัติสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ไกลประมาณ 100 เมตร ความเร็วในการรับ-ส่งสูงสุด 2 Mbps ลักษณะของโมดูลดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 โมดูลสื่อสารไร้สาย

2.7 จอแสดงผลแอลซีดี

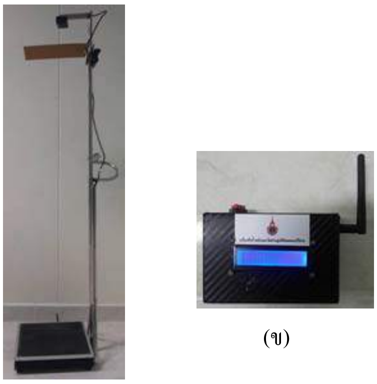
จอแสดงผลแอลซีดีแบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด สามารถปรับความสว่างหน้าจอได้ สามารถติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านบัสข้อมูล 8 บิทแบบขนาน ควบคุมการอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณพัลส์ Enable ลักษณะของจอแสดงผลดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 จอแสดงผลแอลซีดี [7]

3. ผลทดสอบและวิจารณ์ผล

ลักษณะการจัดสร้างอุปกรณ์ภาคส่งและภาครับดังที่รายละเอียดที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.1 แสดงดังรูปที่ 9(ก) และ (ข) ตามลำดับ การทดสอบความประสิทธิภาพของเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วยการวัดส่วนสูง น้ำหนักและการรับส่งแบบไร้สาย การทดสอบวัดส่วนสูงที่ระยะต่างๆของเครื่องโดยเริ่มที่ระยะ 100 cm ถึง 190 cm ที่อุณหภูมิ 32 $^{\circ}C$ โดยการปรับเลื่อนแผ่นกันไม้อัดสะท้อนคลื่นอัลตร้าโซนิกส์เหนือศีรษะครั้งละ 10 cm เปรียบเทียบกับตลับเมตรที่ใช้กันโดยทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 10 พบว่าเครื่องสามารถวัดค่าส่วนสูงได้โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.15% รายละเอียดผลการวัดส่วนสูงบางส่วนดังตารางที่ 1 การทดสอบวัดน้ำหนักเริ่มจากทำการเปรียบเทียบค่าเครื่องชั่งโดยใช้ถุงน้ำตาลสุทธิ 1 kg จากนั้นทำการทดสอบเครื่องโดยนำแผ่นน้ำหนักขนาดตั้งแต่ 10 kg ถึง 150 kg โดยเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 10 kg โดยเทียบกับเครื่องชั่งน้ำหนักที่ใช้กันทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 11 พบว่าเครื่องชั่งสามารถวัดค่าน้ำหนักได้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.32% รายละเอียดผลการวัดน้ำหนักบางส่วนดังตารางที่ 2 จากนั้นทำทดสอบวัดน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงสำหรับทดสอบการรับส่งแบบไร้สาย พบว่าภาครับสามารถรับค่าน้ำหนักและส่วนสูงแสดงผลผ่านแอลซีดีได้ถูกต้องช่วงระยะทางตั้งแต่ 1-10 m รูปที่ 12 แสดงตัวอย่างการน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูง ที่อุณหภูมิ 30.1 $^{\circ}C$

(ก)



(ข)

รูปที่ 9 อุปกรณ์ที่จัดสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูง (ก) ภาคส่ง และ (ข) ภาครับ

รูปที่ 10 การทดสอบวัดส่วนสูงที่ระยะต่างๆเทียบกับตลับเมตร

ตารางที่ 1 ผลทดลองวัดส่วนสูงเทียบกับตลับเมตร ที่อุณหภูมิ 32 °*C*

ลำดับ	เครื่องวัดส่วนสูงไร้สาย (cm)	ตลับเมตร (cm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	100	100.3	0.29%
2	120	119.8	0.16%
3	140	139.8	0.14%
4	160	160.3	0.18%
5	180	180.2	0.11%
6	190	190.1	0.05%

(ก) (ข)

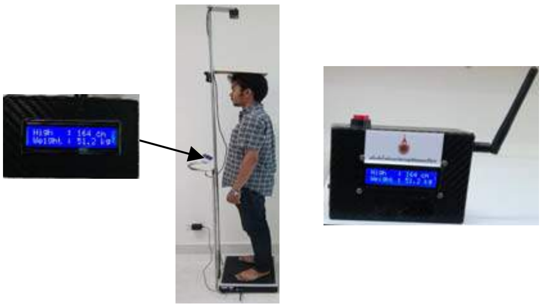
รูปที่ 11 การทดสอบวัดน้ำหนักเทียบแผ่นน้ำหนักขนาดต่างๆ
(ก) 10 kg และ (ข) 150 kg

ตารางที่ 2 ผลทดลองวัดส่วนน้ำหนักด้วยแผ่นน้ำหนักที่ขนาดต่างๆ

ลำดับ	แผ่นน้ำหนัก (kg)	เครื่องชั่งน้ำหนัก (kg)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	10	10.1	1%
2	50	50.1	0.20%
3	90	90.2	0.22%
4	120	120.1	0.08%
5	150	150.2	0.13%

5. สรุปผลและแนวทางการพัฒนา

บทความนี้นำเสนอการศึกษาออกแบบและจัดสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมวัดส่วนสูงไร้สาย ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานและผู้รับบริการ จากการทดสอบผลเบื้องต้น เครื่องสามารถวัดค่าส่วนสูงและน้ำหนักได้โดยมีค่าความผิดพลาด 0.15% และ 0.32% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นที่ต้องปรับปรุงพัฒนาแก้ไขต่อไปคือ หาวิธีการวัดส่วนสูงโดยที่ไม่มีแผ่นไม้กั้นบริเวณเหนือศีรษะการรับรองความถูกต้องของเครื่องที่จัดสร้างโดยการสอบเทียบตามมาตรฐาน และสุดท้ายการส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์คำนวณค่า BMI และเก็บบันทึกประวัติ



รูปที่ 12 การทดสอบภาคส่งและรับค่าน้ำหนักส่วนสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] P. Wattanasit and A. Kautrakool, "The Relation Between Anthropometric Indices and Hypertension in Thai Adolescents," Songklanagarind Journal of Nursing, vol. 37, no. 3, pp. 83-96, September 2017.

[2] C. Nishida, "Appropriate Body-Mass Index for Asian Populations and Its Implications for Policy and Intervention Strategies," The Lancet, vol. 363, pp. 157-163, January 2004.

[3] สุพัชริน เขมรัตน์, "ลักษณะของสัดส่วนร่างกายและสมรรถภาพทางกลไกของนักกีฬาฟุตซอลระดับเยาวชนไทย," กลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, รายงานการวิจัย, กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2558.

[4] พรพล พิมพาพร และอาภัสรา อัครพันธุ์, "ผลของการเดิน วิ่ง และปั่นจักรยานสะสมต่อดัชนีมวลกาย มวลกล้ามเนื้อ และร้อยละของไขมันในร่างกายของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์," 1st Bike and Walk Forum, สาขาวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] JJ. Reilly, "Diagnstic Accuracy of the BMI for Age in Paediatrics," International Journal of Obesity, vol. 30, pp. 595-597, 2006.

[6] R.C. Weisell, "Body Moss Index as an Indicator of Obesity," Asia Pacific J. Clin. Nurt., vol. 11, pp. s681-s684, 2002.

[7] บริษัทวีนัส ซัพพลาย จำกัด, [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก www. Thaieasyelec.com, สืบค้น 9 มีนาคม 2561.

ระบบควบคุมการเข้าออกสำหรับองค์กรด้วยบอร์ดราสเบอรี่พาย

Door Access Control System for Enterprise using Raspberry Pi

อภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์ ประสาน เอื้อทาน มานพ ศรีดงกลาง และ ศรายุทธ ซากลม
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: apiwat.sa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบควบคุมการเข้าออกประตูแบบไม่ใช้ลูกกุญแจยังคงไม่แพร่หลายมากนักเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงและการปกปิดเทคนิคการทำงานของอุปกรณ์ ระบบที่นำเสนอนี้เป็นวิธีที่คุ้มค่าใช้จ่ายซึ่งออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานสะดวกและง่ายต่อการปรับแต่งหรือขยาย เราเลือกบอร์ดราสเบอรี่พายนำมาใช้งานเนื่องจากเป็นโอเพ่นซอร์สสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวกและใช้งานง่าย โดยระบบนี้ใช้ราสเบอรี่พายทำงานในสองลักษณะคือ: หน่วยบริการเว็บ (WebUnit) และ หน่วยควบคุมประตู (DoorUnits) โดยจะมีเพียงหนึ่งหน่วยบริการเว็บเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมประตูที่มีได้หลายหน่วย โดยที่แต่ละหน่วยควบคุมประตูจะรักษาความปลอดภัยเฉพาะประตู ทั้งนี้บอร์ดราสเบอรี่พายทั้งหมดรวมถึงคอมพิวเตอร์ของผู้ดูแลระบบจะเชื่อมต่อบนเครือข่ายเดียวกันทั้งในแบบไร้สายหรือผ่านสายเคเบิล

คำสำคัญ: ควบคุมการเข้าออก, ความปลอดภัย, ราสเบอรี่พาย

Abstract

Modern keyless door access control systems remain largely inaccessible to the public, due to their high cost and low transparency. Our system is a cost-effective solution that is designed to be intuitive to use, and easy to customize or extend. We chose the Raspberry Pi for our platform because it is open-source, accessible, and easy to set up. Our system has two types of Raspberry Pis: the WebUnit and the DoorUnits. There is only one WebUnit unit in the system, and it has multiple DoorUnit units associated with it, with each DoorUnit associated with each door to be secured. All Raspberry Pis, and the admin's computer, are connected to the same network, either wirelessly or through a cable.

Keywords: door access control, security, RaspberryPi

1. บทนำ

ในอดีตระบบควบคุมการเข้าออกประตูสำหรับองค์กรยังไม่แพร่หลายมากนักเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะค่าติดตั้งและบำรุงรักษาโครงข่ายในการเชื่อมต่อข้อมูลและการปกปิดเทคนิคการทำงานของอุปกรณ์ แต่ในปัจจุบันทุกองค์กรมีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์พร้อมใช้งานอยู่แล้วจึงเหลือเพียงการเลือกระบบที่เหมาะสมมาใช้งานในองค์กร ยกตัวอย่างเช่น [1-2] ระบบควบคุมการเข้าออกสำหรับองค์กรด้วยบอร์ดราสเบอรี่พายที่นำเสนอนี้เป็นวิธีที่คุ้มค่าใช้จ่ายซึ่งออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานสะดวกและง่ายต่อการปรับแต่งหรือขยายซึ่งผู้สนใจสามารถหาอุปกรณ์ได้ตามท้องตลาดเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดและซ่อมบำรุงได้เอง

ระบบนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบสิทธิของบุคลากรในการผ่านเข้าออกประตูตามภาระหน้าที่และหรือพื้นที่รับผิดชอบ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีบุคลากรมากและหรือมีหลายหน่วยงาน หลายอาคาร ซึ่งสิทธิในการผ่านเข้าออกนี้ได้ถูกออกแบบให้เป็นระบบรวมศูนย์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยระบบได้ถูกออกแบบด้วยชุดซอฟแวร์เสรีที่ชื่อว่า แลมป์ (LAMP) โดยติดตั้งบนระบบสมองกลฝังตัวที่สามารถรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมหลักประจำประตูใช้ราสเบอรี่พาย ในกระบวนการรับส่งข้อมูลและควบคุมการเปิดปิดประตูซึ่งพัฒนาด้วยภาษา C++ ซึ่งล้วนเป็นระบบเปิด พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถให้ระบบยังคงสามารถทำงานได้เมื่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานเกิดความคับคั่งของข้อมูลหรือล้มเหลว

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุมการเข้าออกประตู

ระบบควบคุมการเข้าออกประตู (Door Access Control) [3-5] ในที่นี้เราจะใช้กับการผ่านเข้าออกประตูหรือการผ่านเข้าออกพื้นที่ ระบบที่คุ้นเคยกันดีได้แก่ ระบบกดรหัสผ่านและระบบการ์ดแม่เหล็ก ซึ่งคำนี้เป็นที่รู้จักกันมานานแล้ว จนกระทั่งเทคโนโลยีเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดี (RFID) [3,6] ได้เข้ามาทำให้ระบบคีย์การ์ดเดิมได้ถูกพัฒนาให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้น เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีใช้คลื่นวิทยุในการส่งสัญญาณรหัส

บัตรไปยังเครื่องอ่านบัตร ทำให้ไม่ต้องมีการรูดหรือเสียบบัตรอีกต่อไป เพียงแต่นำบัตรไปวางในตำแหน่งด้านหน้าของเครื่องอ่านบัตร หลักการทำงานก็คือเครื่องอ่านบัตร (Card Reader) จะส่งสัญญาณวิทยุ ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าอ่อนๆออกมาจากขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ จากนั้นบัตรอาร์เอฟไอดีสำหรับงานควบคุมการเข้าออกประตูนี้ซึ่งส่วนใหญ่มีการใช้งานกันอยู่ใน 2 ย่านความถี่ได้แก่ 125 kHz (Proximity Card) และ 13.75 MHz (Mifare Card) ภายในจะมีขดลวดเล็กพันเป็นวงและเชื่อมต่อเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก (chip) ซึ่งถูกฝังอยู่ภายในตัวบัตร (RFID Card) เมื่อบัตรถูกนำไปใกล้รัศมีที่สามารถรับสัญญาณไฟฟ้าอ่อนๆจากเครื่องอ่านบัตร บัตรจะได้รับกระแสไฟฟ้านำเหนี่ยว ทำให้เกิดเป็นพลังงานและส่งกลับข้อมูลออกไปยังเครื่องอ่านบัตร เครื่องอ่านบัตรก็จะทำการแปลรหัสที่ได้ออกมาและตรวจสอบสิทธิ ถ้ามีสิทธิในการผ่านเครื่องอ่านบัตรก็จะทำการสั่งให้ชุดควบคุมการเปิดปิดประตูทำงานและตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ไปเลี้ยงชุดกลอนล็อค ทำให้ประตูถูกปลดล็อคนั้นเอง

2.2 ราสเบอรี่พาย

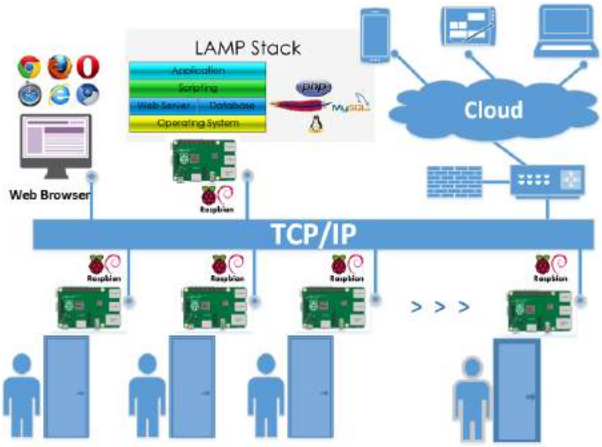
ราสเบอรี่พาย (Raspberry Pi) [7-8] หรือเรียกย่อๆว่า RPi เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ประมาณเครดิตการ์ด ราคาประหยัด ออกแบบโดย Raspberry Pi Foundation สำหรับใช้ในการทดลองและการศึกษา มีพอร์ตหรือช่องต่ออุปกรณ์ ที่เราคุ้นเคยกันดี เช่น HDMI, USB, Ethernet เป็นต้น บางคนใช้เป็นไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อควบคุมวงจรอิเล็คทรอนิกส์ เช่น ปิดหรือเปิดไฟผ่านอินเตอร์เน็ต, ควบคุมกล้องผ่านอินเตอร์เน็ต เป็นต้น ใช้เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ภายในบ้านเป็นได้ทั้ง Storage Server, FTP Server, Web Server เป็นต้น ข้อเด่นอีกด้านหนึ่งคือมีเอกสารออนไลน์อย่างเป็นทางการและมีเครือข่ายสังคมออนไลน์จำนวนมากช่วยแนะนำข้อมูลในการใช้งาน จึงเป็นที่นิยมใช้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้าน IoT

2.3 SQLite

ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของตาราง โดยแต่ละตารางจะแบ่งออกเป็นแถว ในแต่ละแถวก็ยังแบ่งย่อยออกเป็นคอลัมน์ตามแต่ผู้ใช้กำหนด การจัดการข้อมูลแบบตารางนี้มีความนิยมแพร่หลายมากที่สุด เพราะง่ายต่อการทำความเข้าใจ เช่น ระบบฐานข้อมูล MySQL , Oracle , Microsoft SQL เป็นต้น และ SQLite ก็เป็นหนึ่งในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เช่นกัน การใช้ระบบฐานข้อมูล SQLite มีข้อดีหลายอย่าง เช่น ทำงานเร็ว ใช้หน่วยความจำน้อย และข้อดีที่เห็นได้ชัดอีกอย่างหนึ่งคือมีไลบรารีและชุดคำสั่งภาษา C ให้เรียกใช้งาน SQLite เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็กมาก (ไม่ถึง 1MB) เก็บฐานข้อมูลเป็นไฟล์โดยไม่จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ถูกใช้ในหลายๆโปรแกรมหรือถูกติดตั้งลงไปในอุปกรณ์พกพาหลายชนิดๆ เช่น iPhone, Android เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

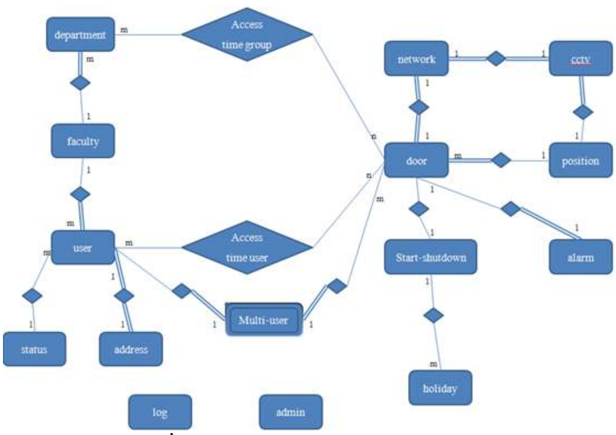
3. การออกแบบและดำเนินการ

3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ

ระบบที่นำเสนอนี้เป็นวิธีที่คุ้มค่าใช้จ่ายซึ่งออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานสะดวกและง่ายต่อการปรับแต่งหรือขยาย เราเลือกบอร์ดราสเบอรี่พายนำมาใช้งานเนื่องจากเป็นโอเพ่นซอร์สสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวกและใช้งานง่าย โดยระบบนี้ใช้ราสเบอรี่พายทำงานในสองลักษณะคือ: หน่วยบริการเว็บ (WebUnit) และ หน่วยควบคุมประตู (DoorUnits) โดยจะมีเพียงหนึ่งหน่วยบริการเว็บเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมประตูที่มีได้หลายหน่วย โดยที่แต่ละหน่วยควบคุมประตูจะรักษาความปลอดภัยเฉพาะประตู ทั้งนี้อุปกรณ์ทั้งหมดจะเชื่อมต่อบนเครือข่ายเดียวกันทั้งในแบบไร้สายหรือผ่านสายเคเบิลผ่านโปรโตคอล TCP/IP ดังรูปที่ 1 ส่วนรูปที่ 2 แสดง E-R Diagram ของฐานข้อมูลหลักจะเห็นได้ว่าผู้ใช้แต่ละคนสามารถมีสิทธิผ่านเข้าออกได้หลายประตู จากทั้งสิทธิส่วนบุคคลและสิทธิจากกลุ่มงาน ทั้งยังสามารถระบุวันและช่วงเวลาในการใช้งานได้หลายรูปแบบ

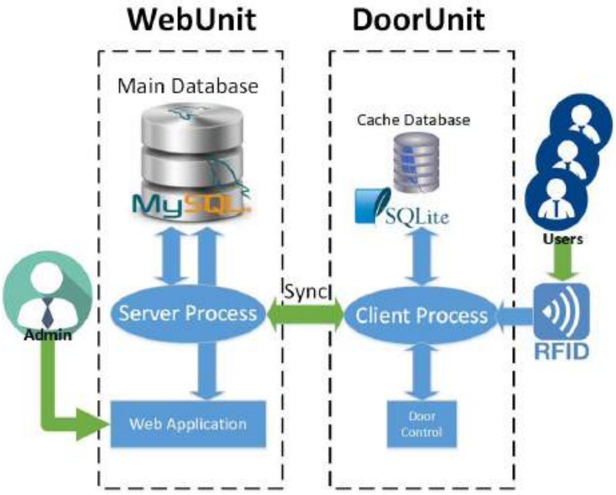


รูปที่ 2 E-R Diagram ของฐานข้อมูลหลัก

3.2 การทำงานของระบบ

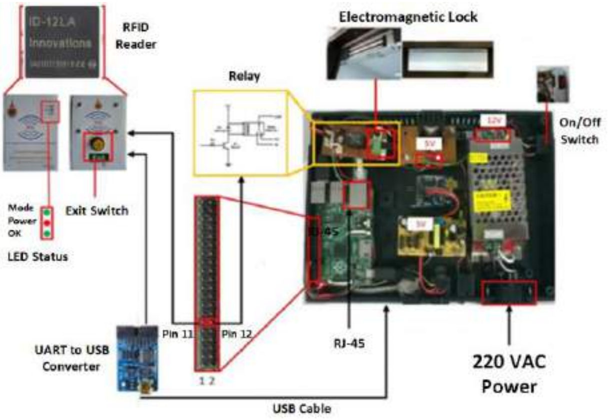
จากรูปที่ 3 แสดงการทำงานของระบบเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการเพิ่มผู้ใช้งานเข้าไปในระบบผ่านเว็บแอฟลิเคชั่น ทั้งกำหนดสิทธิต่างๆ ในการใช้งานประตู รวมถึงช่วงเวลาที่ใช้งาน โดยในระบบนี้เราจะใช้ชื่อเรียกว่า WebUnit ใช้ราสเบอรี่พายที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการราสเบี้ยน (Raspbian) ทั้งติดตั้งชุดซอฟแวร์เสรีที่ชื่อว่า แลมป์ (LAMP) มี Apache Web Server ให้บริการเว็บ มี MySQL เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล และใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ในการสร้างโปรแกรมเว็บแอฟลิเคชั่น ทั้งนี้หากต้องการให้ประสิทธิภาพของระบบสูงขึ้นก็สามารถนำชุดซอฟแวร์นี้ไปติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ประสิทธิภาพสูงกว่าได้

ในส่วนของลูกข่ายที่จะนำมาต่อเข้ากับระบบจะใช้ชื่อเรียกว่า DoorUnit จะทำหน้าที่รับรหัสบัตรอาร์เอฟไอดี และส่งต่อไปตรวจสอบสิทธิในการใช้งานประตูกับฐานข้อมูล ซึ่งถูกออกแบบให้ติดตั้งระบบปฏิบัติการราสเบี้ยนบนราสเบอรี่พายเช่นกัน โดยมี SQLite เป็นตัวจัดการฐานข้อมูลซ่อนอยู่บนระบบ เหตุที่เลือกใช้ราสเบอรี่พายมาใช้งานในระบบนี้ เนื่องจากผู้พัฒนาต้องการลดความคับคั่งของข้อมูลที่อยู่บนเครือข่ายซึ่งแทบจะทุกองค์กรจะใช้งานระบบควบคุมการเข้าออกนี้ร่วมกับเครือข่ายเดิม หากเครือข่ายมีความคับคั่งของข้อมูลอยู่ก่อนหน้าแล้วระบบควบคุมการเข้าออกแบบร่วมศูนย์กลางที่มีขายในท้องตลาดโดยทั่วไปจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบนี้ใช้แนวคิดที่ว่าทุกๆประตูจะมีฐานข้อมูลเป็นของตัวเอง เพียงแค่คอยปรับปรุงข้อมูลจากฐานข้อมูลรวมเมื่อมีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหน่วยควบคุมประตูของตน จึงทำให้ลดจำนวนข้อมูลที่ต้องใช้เครือข่ายลง แต่ยังสามารถควบคุมการใช้งานแบบร่วมศูนย์กลางได้



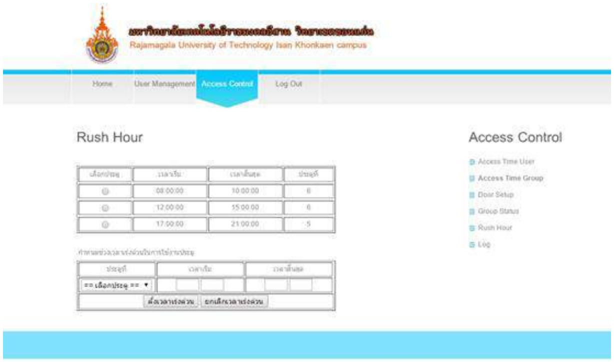
รูปที่ 3 กระบวนการทำงานของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน



รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในหน่วยควบคุมประตู

หน่วยอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีเลือกใช้ ID12 เป็นซึ่งใช้ความถี่ 125 KHz มีเสาอากาศในตัวมีระยะการอ่าน 4-6 เซนติเมตรโดยการสื่อสารสัญญาณผ่านทาง TTL และใช้ IC MAX232 (Baud Rate Default 9600 bps) เพื่อส่งข้อมูลที่ได้ไปยังหน่วยควบคุมประตู พร้อมติดตั้ง Exit Switch ภายในกล่องเดียวกันเพื่อความสะดวก ในส่วนหน่วยควบคุมประตูนอกจากราสเบอรี่พายแล้ว ยังใช้ Serial UART to USB Converter เพื่อรับข้อมูลจากหน่วยอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีมาใช้ผ่านพอร์ท USB ของราสเบอรี่พาย พร้อมทั้งเลือกใช้กลอนล็อกประตูแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Lock) 300 ปอนด์ 12VDC ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 350 mA จึงใช้ Relay 5VDC ในการตัดต่อวงจรเปิดปิดประตู



รูปที่ 5 หน้าเว็บแอฟลิเคชั่นของระบบ

ในส่วนของเว็บแอฟลิเคชั่นดังรูปที่ 5 ถูกพัฒนาด้วยภาษา PHP โดยสร้างหน้าเว็บให้สามารถกำหนดสิทธิของแต่ละบุคคลในการเข้าออกประตูแต่ละบานได้ตามวันและเวลาอย่างอิสระ ทั้งสามารถกำหนดสิทธิของแต่ละกลุ่มบุคคลในการเข้าออกประตูแต่ละบานได้ตามวันและเวลาได้เช่นกันโดยสิทธิของแต่ละบุคคลยังใช้งานได้เช่นเดิม

พร้อมทั้งมีระบบบันทึกข้อมูลในการใช้งานแต่ละประตู หรือที่นิยมเรียกว่า Logs File เพื่อนำข้อมูลการใช้งานนี้มาตรวจสอบในภายหลัง ทั้งนี้จากการจำลองเหตุการณ์การเข้าออกประตูด้วยผู้เข้าร่วมทดสอบจำนวนยี่สิบคนในการทดสอบระบบ ซึ่งผู้ใช้งานแต่ละคนจะมีบัตรอาร์เอฟไอดีเป็นของตัวเองเข้ามาใช้บริการระบบฯ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการกำหนดสิทธิส่วนบุคคลที่แตกต่างกัน และกำหนดกลุ่มเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มเช้า (7.00 – 11.59 น.) จำนวน 10 คนและกลุ่มบ่าย (12.00 – 16.59 น.) จำนวน 10 คนเช่นกัน พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้องไม่พบข้อผิดพลาดใด

5. สรุป

จากการออกแบบและทดสอบระบบควบคุมการเข้าออกสำหรับองค์กรด้วยบอร์ดราสเบอรี่พาย พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบนี้เหมาะกับองค์กรที่มีบุคลากรจำนวนมากและหรือมีหลายหน่วยงาน หลายอาคาร ซึ่งสิทธิในการผ่านเข้าออกนี้ได้ถูกออกแบบให้เป็นระบบรวมศูนย์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยระบบได้ออกแบบด้วยชุดซอฟแวร์เสรี สามารถติดตั้งบนระบบสมองกลฝังตัวที่สามารถรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และในส่วนของอุปกรณ์สามารถหาได้ซื้อได้โดยทั่วไป ซึ่งล้วนเป็นระบบเปิด พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถให้ระบบยังคงสามารถทำงานได้เมื่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานเกิดความคับคั่งของข้อมูลหรือล้มเหลว

6. แนวทางการพัฒนาในอนาคต

เนื่องจากระบบที่นำเสนอนี้มุ่งเน้นไปที่การนำราสเบอรี่พาย ซึ่งคือคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว ทั้งมีจุดเด่นที่ราคาถูกเป็นที่นิยมในท้องตลาด ผู้พัฒนายังมีแนวคิดที่จะเพิ่มความสามารถทางด้านสำนักงานอัตโนมัติ (office Automation) เพิ่มเติมเข้าไปในระบบ เช่นควบคุมการเปิดปิดระบบแสงสว่างอาคาร ระบบลงเวลาปฏิบัติงาน เป็นต้น เนื่องจากทรัพยากรของระบบยังเพียงพอที่จะนำไปใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] E. Welbourne et al., "Building the Internet of Things Using RFID: The RFID Ecosystem Experience," in IEEE Internet Computing, vol. 13, no. 3, pp. 48-55, May-June 2009. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.

[2] M. Kishwar Shafin et al., "Development of an RFID based access control system in the context of Bangladesh," 2015 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), Coimbatore, 2015, pp. 1-5.

[3] R. S. Divya and M. Mathew, "Survey on various door lock access control mechanisms," 2017 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), Kollam, 2017, pp. 1-3.

[4] Brian Rhodes, Designing Access Control Guide, Published on Jan 08, 2015. [Online]. Available: https://ipvm.com/reports/designing-an-access-control-system

[5] Wikipedia.org, Access control, last edited on 17 February 2018. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Access_control

[6] X. Jia, Q. Feng, T. Fan and Q. Lei, "RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT)," 2012 2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), Yichang, 2012, pp. 1282-1285.

[7] วสันต์ คุณดิลกเศวต, Raspberry Pi Home Server, หนังสือโอเพ่นซอร์ส(ฉบับดาวน์โหลด) [Online]. Available: http://www.poeclub.org/ebook-rpi-home-server/

[8] Wikipedia.org, Raspberry Pi, last edited on 24 February 2018. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ โรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวผ่านเว็บบราวเซอร์

A Humidity and Temperature Control System of the Long White Fungi House Via Web Browser

วิริยะ ทองทัพ[1] และ ดวงอาทิตย์ ศรีมูล[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์มหาบัณฑิต วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
52/347 เมืองเอก ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 120000 โทรศัพท์ 02-9772000 E-mail: markas33@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวผ่านเว็บบราวเซอร์ เมื่อ 2 โรงเรือนขนาด 2 x 2.3 m^2 สูง 2 m ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบผล โรงเรือนหนึ่งเห็ดจะถูกเพาะโดยวิธีทั่วไป ส่วนอีกโรงเรือนหนึ่งถูกสังเกตการณ์ความชื้นและอุณหภูมิอย่างใกล้ชิด ผ่านหน้าต่างที่สร้างขึ้นโดย NETPIE ที่สามารถแสดงผลและควบคุมได้ด้วยบราวเซอร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ที่ติดตั้งไว้กับโรงเรือน ทั้งความชื้นและอุณหภูมิจะถูกตรวจจับด้วยเซนเซอร์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าความชื้นและอุณหภูมิมีค่าเป็นเท่าใด ถ้าไม่ตรงกับความต้องการ ผู้ใช้สามารถสั่งให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้ให้ทำงานจากที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ เพื่อปรับความชื้นและอุณหภูมิตามต้องการ อุปกรณ์หลักประกอบด้วย สปริงเกอร์พ่นน้ำ พัดลมดูดอากาศ และเครื่องทำความร้อน นอกจากนี้ ระบบนี้ยังสามารถทำงานในโหมดอัตโนมัติ นั่นคือสามารถกำหนดช่วงค่าความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดขอนขาวได้ เมื่อค่าจากเซนเซอร์ที่ตรวจจับได้เปรียบเทียบกับความชื้นและอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ มีค่ามากหรือน้อยกว่าช่วงที่กำหนดไว้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในโรงเรือนทำงานเพื่อปรับความชื้นและอุณหภูมิโดยอัตโนมัติต่อไป จากการทดสอบพบว่า ระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถช่วยให้เห็ดขอนขาวมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.9%

คำสำคัญ: ความชื้น, อุณหภูมิ, สังเกตการณ์, เห็ดขอนขาว, ระบบควบคุม

Abstract

This paper presents a humidity and temperature control system of the long white fungi house via web browser. The 2 long white fungi houses with the size of **2 x 2.3** m^2 and high of 2 m are contributed for testing and comparison. One house is operated with a conventional farming while the other is monitored the humidity and temperature closely. The user interface is contributed from NETPIE that can be show and control by browser via internet. It connects to Arduino Mega 2560 microcontroller which is installed with the house. Both humidity and temperature are detected by sensors make users to know the level of humidity and temperature. The user can order any equipment from anywhere that can be connect with internet for adjusting humidity and temperature. The equipment composes of sprinkle, fan, and heater. Moreover, this system can also operate in automatic mode. That is input the range of appropriate humidity and temperature of the long white fungi. The detected values from sensors are compared with the fixed humidity and temperature values. If they are more or less than the range, the microcontroller will order the equipment to adjust the humidity and temperature level, automatically. From testing, this control system can be makes the yield of the long white fungi increased by 11.9%.

Keywords: humidity, temperature, monitor, long white fungi, system control

1. บทนำ

ในการสรรหาเห็ดมารับประทานกันในอดีตนั้น จะเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเห็ดก็มักจะเกิดตามฤดูกาลเท่านั้นโดยเฉพาะช่วงฤดูฝน ทำให้นอกฤดูโอกาสที่จะมีเห็ดได้รับประทานจึงมีน้อยมาก ปัจจุบันผู้คนรู้จักวิธีเพาะเห็ดกันแล้ว ทำให้สามารถหาเห็ดมารับประทานกันได้ง่ายมากขึ้น สามารถมีให้รับประทานนอกฤดูกาลได้หลากหลายมากขึ้น เห็ดบางชนิดได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดหูหนู นอกจากนี้ยังมีเห็ดที่มีสรรพคุณทางยา เช่น เห็ดหลินจือ เป็นต้น เมื่อมีผู้นิยมบริโภคมากขึ้น จึงก่อให้เกิดแนวคิดการเพาะเห็ดในเชิงการค้าขึ้น เพื่อให้สามารถผลิตเห็ดออกมาได้ในจำนวนมาก ๆ การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดจึงเกิดขึ้นตามมา เนื่องจากสามารถควบคุมได้

การสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี [1] เช่น สถานที่ที่จะใช้เพาะเห็ดควรจะมีลักษณะเป็นที่โล่งแจ้ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่เปียกชื้นมากเกินไป น้ำไม่ท่วมขัง มีระบบระบายน้ำที่ดี ไม่เป็นสถานที่ที่มีสารปนเปื้อน ยาฆ่าแมลง และเชื้อรา เป็นต้น ส่วนลักษณะของสภาพดิน ดินที่จะนำมาเพาะเห็ดนั้น ไม่ควรเป็นดินเค็มเพราะความเค็มของดินจะทำให้เส้นใยของเห็ดไม่รวมตัวกันเป็นดอกเห็ด และนอกจากนี้ ถ้าหากเป็นพื้นที่ที่เคยเพาะเห็ดมาก่อน ควรทำความสะอาดบริเวณนั้นให้สะอาดเสียก่อน จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมของการเพาะเห็ดมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้เพาะเห็ดจะต้องจัดสภาพภายในโรงเรือนเพาะเห็ดให้เหมาะสม เนื่องจากมีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเห็ด ซึ่งแตกต่างกันออกไปในเห็ดแต่ละชนิด เมื่อสามารถกำหนดและควบคุมได้แล้ว โอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นย่อมมีมากขึ้นด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มรู้จักและนิยมรับประทานเห็ดขอนขาว (long white fungi) กันมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อย้อนหลังไป 2 - 3 ปี ที่ผ่านมา ทำให้เห็ดชนิดนี้มีราคาสูง ซึ่งบางครั้งอาจสูงกว่าเห็ดนางฟ้าหรือเห็ดฟาง ส่งผลให้เกษตรกรสนใจที่จะเพาะเห็ดขอนขาวกันเป็นจำนวนมาก เห็ดขอนขาวจะมีลักษณะคล้ายกับเห็ดนางรม มีสีขาว ความแตกต่างที่สามารถสังเกตเห็นได้ระหว่างเห็ด 2 ชนิดนี้ คือ เห็ดขอนขาวจะมีดอกที่บาง และหอมกว่าเห็ดนางรม บริเวณกึ่งกลางของเห็ดขอนขาวจะมีรอยบุ๋มเล็กน้อย บริเวณดอกเห็ดจะคล้าย ๆ กับจานที่มีก้นลึก และบริเวณหมวกเห็ดจะมีขนขึ้นอยู่เป็นกระจุกปกคลุมอยู่ ส่วนก้านดอกจะเหนียวและแข็ง ซึ่งจะติดกับหมวกเห็ดเป็นเนื้อเดียวกัน และมักจะไม่อยู่ตรงกึ่งกลางของดอกเห็ด และดอกเห็ดจะขึ้นแบบเรียงชิดติดกัน โดยเมื่อยังอ่อนเนื้อของเห็ดจะบางและเหนียว แต่เมื่อแก่จะมีเนื้อที่เหนียวและแข็ง เห็ดขอนขาวเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิที่สูงกว่าเห็ดโดยทั่วไปเล็กน้อย ไม่ว่าจะเป็นเห็ดนางฟ้าหรือเห็ดฟาง และต้องการความชื้นที่สูงมากกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการเพาะเห็ดขอนขาวในโรงเรือนเนื่องจากคาดหวังว่าจะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับเห็ดชนิดนี้ได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ถูกเลือกนำมาใช้เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงและราคาไม่แพง ส่วนหน้าต่างติดต่อกับผู้ใช้ ผู้วิจัยได้เลือก NETPIE เพราะใช้งานง่าย มีเครื่องมือสำหรับแสดงผลทางหน้าจอที่เหมาะสมกับการควบคุมหรือการเฝ้าสังเกตการณ์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเพาะเห็ดในโรงเรือนมีข้อดีที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ไม่ต้องรอฤดูกาล และไม่ต้องกลัวความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศ โดยค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเพาะเห็ดขอนขาวสามารถอยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้โดยการตรวจจับของเซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิ เมื่อไม่เหมาะสมจะสั่งให้มีการพ่นน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในโรงเรือน หรือสั่งให้พัดลมทำงานเพื่อดูดความร้อนออกไปเมื่อภายในโรงเรือนมีความร้อนสูงเกินไป ตรงกันข้ามถ้าภายในโรงเรือนอุณหภูมิต่ำ ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของเห็ด ก็จะสั่งให้เครื่องทำความร้อนทำงาน

เป็นที่ทราบกันอย่างกว้างขวางว่า หากมีระบบที่ดีในการจัดการโรงเรือนเพาะเห็ด จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ ตัวอย่างงานเกี่ยวกับการควบคุมการปลูกพืช เช่น [3, 4] และการเพาะเห็ด เช่น [1, 2] โดยจะเป็นระบบอัตโนมัติที่ต้องควบคุมในระยะใกล้เท่านั้น งานเกี่ยวกับการควบคุมโรงเรือนเพาะเห็ดระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตยังไม่เคยมีการนำเสนอโดยเฉพาะกับเห็ดขอนขาวที่ต้องการความชื้นสูงและอุณหภูมิค่อนข้างสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ

2. การวิเคราะห์และการออกแบบ

หัวข้อนี้จะเป็นการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว ได้แก่ การออกแบบระบบวงจร การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด และการออกแบบหน้าจอสังเกตการณ์

2.1 การออกแบบระบบวงจร

โครงสร้างของระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวแสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่อยู่บนบอร์ด Arduino Mega 2560 เป็นชิปไอซีเบอร์ ATmega2560 ออกแบบมาสำหรับงานที่มีข้อมูลเข้าและออกมาก เช่น งานที่ต้องรับสัญญาณจากเซนเซอร์หรือควบคุมมอเตอร์หลาย ๆ ตัว บอร์ดนี้ยังมีหน่วยความจำแบบ Flash ค่อนข้างมากทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มาก

2. เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ AMT1001 จำนวน 2 ตัว ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino Mega 2560

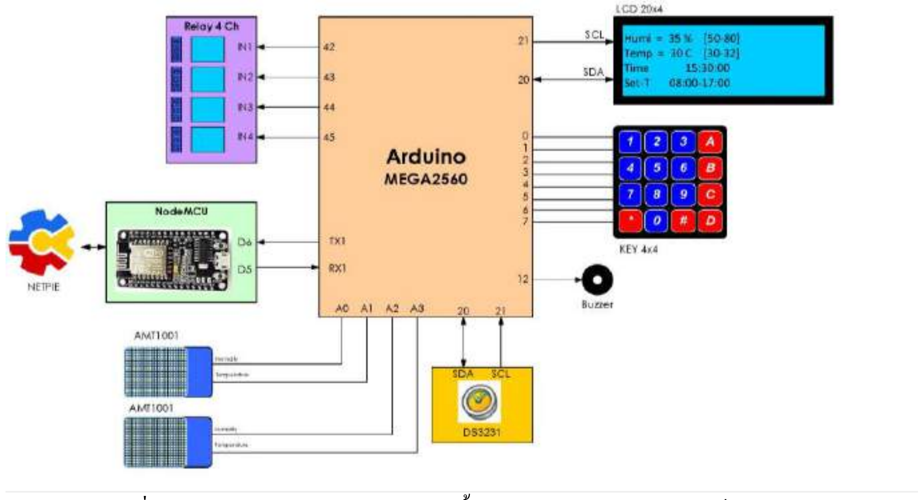
3. โมดูลรีเลย์ 4 ช่อง ต่อโดยตรงเข้ากับพอร์ตของบอร์ด Arduino Mega 2560 รับกระแสได้สูงถึง 10 A ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและสลับ มี LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ โดยรีเลย์นี้จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของพัดลมดูดอากาศ เครื่องทำความร้อน และสปริงเกอร์พ่นน้ำ

4. โมดูลวันเวลา ต่อเข้ากับพอร์ต SDA, SCL ของบอร์ด Arduino Mega 2560

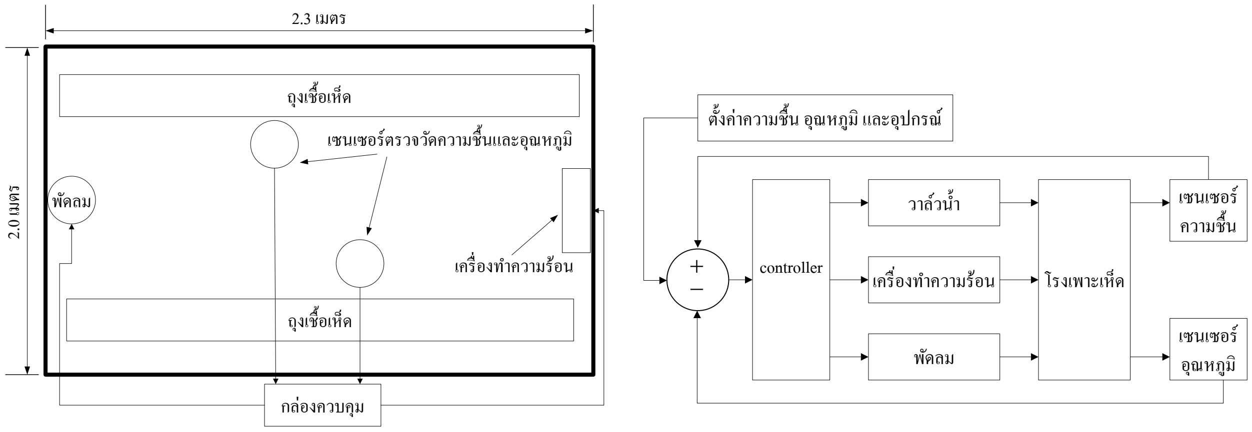
5. จอแสดงผล LCD 20 x 4 ต่อเข้ากับพอร์ตบอร์ด Arduino Mega 2560

6. NodeMCU ต่อเข้ากับพอร์ตบอร์ด Arduino Mega 2560 มีไว้สำหรับเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

7. แป้นกดขนาด 4 x 4 สำหรับใส่ข้อมูลเมื่ออยู่ที่โรงเรือน



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว



(ก) (ข)

รูปที่ 2 (ก) ผังการจัดวางอุปกรณ์ในโรงเรือน (ข) ลำดับการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว

รูปที่ 3 หน้าต่างสังเกตการณ์ความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว

2.2 การออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด

ผังการจัดวางอุปกรณ์ในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวแสดงไว้ดังรูปที่ 2(ก) เมื่อโรงเรือนมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2.3 เมตร และสูง 2 เมตร ถูกสร้างขึ้นมา 2 โรงเรือน เพื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบผล โรงเรือนหนึ่งเห็ดจะถูกเพาะโดยวิธีทั่วไป ส่วนอีกโรงเรือนหนึ่งจะถูกติดตั้งอุปกรณ์และทำการสังเกตการณ์ความชื้นและอุณหภูมิอย่างใกล้ชิด ประกอบด้วย พัดลมดูดอากาศ เครื่องทำความร้อน และสปริงเกอร์พ่นน้ำ ถูกติดตั้งไว้ดังภาพ เมื่อระบบประกอบสมบูรณ์จะได้ลำดับการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวแสดงไว้ดังรูปที่ 2(ข)

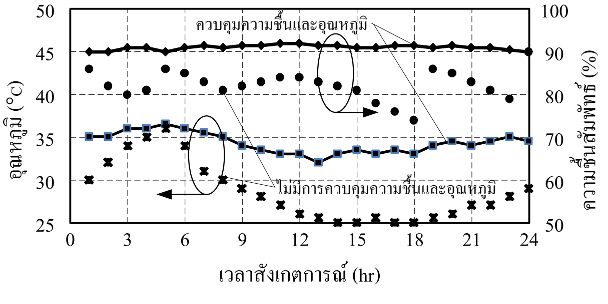
2.3 การออกแบบหน้าจอสังเกตการณ์

หน้าต่างสังเกตการณ์ความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวแสดงไว้ดังรูปที่ 3 โดยจะมีหน้าต่างสังเกตการณ์ความชื้น อุณหภูมิ การตั้งเวลาให้กับอุปกรณ์ และการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

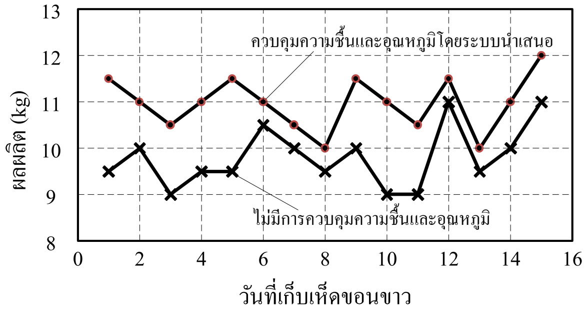
3. ผลการทดสอบ

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นว่า ปัญหาการให้ผลผลิตของการเพาะเห็ดที่ไม่ดีคือ ขาดการควบคุมในโรงเรือนที่ดี ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดมาจากความชื้นและอุณหภูมิของอากาศในโรงเพาะเห็ด การให้น้ำในโรงเพาะเห็ดแต่ละครั้งจะต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้เพาะเห็ดเอง หากไม่ชำนาญจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเห็ดที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งปริมาณน้ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดเป็นหลัก

ผลจากการออกแบบและพัฒนาระบบในบทความนี้ สามารถควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเพาะเห็ดขอนขาวได้อย่างสม่ำเสมอตรงตามความต้องการดังรูปที่ 4 นอกจากนี้แล้วยังทำให้สามารถประหยัดเวลาในการให้น้ำในโรงเพาะเห็ดได้ เนื่องจากสามารถให้น้ำเฉพาะที่ความชื้นลดเท่านั้น โดยอาศัยการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นจากอุปกรณ์ตรวจวัด ผลผลิตเห็ดขอนขาวแสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งปรากฏว่าเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากเห็ดที่เพาะได้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.9% โดยน้ำหนัก จาก 147 kg เป็น 164.5 kg ตั้งแต่เริ่มเก็บผลิตจนหมดอายุขัยของถุงเชื้อเห็ด ส่วนดอกเห็ดก็มีความสมบูรณ์ดี



รูปที่ 4 ระดับความชื้นและอุณหภูมิในโรงเพาะเห็ดขอนขาว



รูปที่ 5 ปริมาณเห็ดขอนขาวจากโรงเรือนที่มีการควบคุมกับไม่ควบคุม

4. สรุป

บทความนี้นำเสนอระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาวผ่านเว็บบราวเซอร์ เพื่อให้สามารถทำการติดต่อสื่อสารในระยะไกลได้ผ่านโปรแกรม NETPIE ซึ่งสามารถปรับการตั้งค่าต่าง ๆ หรือสังเกตการณ์จากข้อมูลที่ส่งกลับมาตามเวลาจริงได้ จากการทดสอบพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเห็ดในโรงเรือนแบบเดิมที่ให้มนุษย์คอยควบคุมกับระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถช่วยให้เห็ดขอนขาวมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 11.9% โดยน้ำหนัก ตั้งแต่เริ่มเก็บผลิตจนหมดอายุขัยของถุงเชื้อเห็ด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ดำเนินการสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดขอนขาว

เอกสารอ้างอิง

[1] ลิขิต อ่านคำเพชร และ ธงรบ อักษร, “โรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ,” การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2, pp. 364-374, 26-29 July 2017.

[2] วันวิสา เนตรชัง และ ปรีชา ศรีจันทร์, “ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับใช้ในโรงเรือนเพาะเห็ด,” การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3, pp. 641-645, 9-10 May 2013.

[3] สมนึก ฉิมเรือง และ ตันติกร จันโท, “การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพื่อการปลูกผักสวนครัว,” ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, พ.ศ. 2559.

[4] ปิยณัฐ ศรีอุทัย และ เกษมศักดิ์ ใบรักษา, “เครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าอัตโนมัติ,” ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, พ.ศ. 2559.

Conthea: ระบบช่วยสื่อสารในทีมงานละครเวที

Conthea: an Information System for Live Theatre Performance Communication

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ ณัชฑภัทร อิ่มอุไร และ สโรชา ศึกษากิจ
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์: 02-954-7300-29 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงระบบ Conthea ที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ที่ทำงานด้านการสร้าง แสดง และกำกับละครเวทีสามารถติดต่อสื่อสารกันระหว่างการแสดงได้ เนื่องจากองค์ประกอบที่มีอยู่มากของละครเวที ทั้งแสง เสียง ฉาก และอื่นๆ ทำให้ทีมงานจำนวนมากที่ทำงานในละครเวทีต้องติดต่อสื่อสารการกันตลอดเวลาโดยที่ผู้ชมไม่รู้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดขึ้นระหว่างการแสดงโดยระบบ Conthea ประกอบไปด้วยห้องสนทนาสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารสำหรับทีมงาน ระบบไฟสัญญาณเพื่อบอกถึงความพร้อมของแต่ละฝ่าย ระบบแสดงบทละครและระบบกระจายภาพสดจากกล้องบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แบบเวลาจริง ระบบนี้ใช้ภาษา ASP.NET ในการพัฒนาส่วนของแอปพลิเคชันบนเว็บ และใช้ภาษา Javaในการพัฒนาส่วนของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีการเก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูลของ MS SQL Server และใช้ Internet Information Services เป็นแม่ข่ายเว็บ ส่วนการใช้งานเว็บ ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานได้ผ่านการกระจายสัญญาณจากเราท์เตอร์โดยจะมีการจำกัดสิทธิ์การใช้งานหน้าเว็บตามหน้าที่ต่าง ๆ ของทีมงานกำกับละครเวที ผลการทดสอบระบบพบว่า Conthea สามารถทำงานทุกส่วนได้ถูกต้อง และการแสดงผลภาพ video streaming ช้ากว่าเวลาจริง 0.47-5.285 วินาที ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างกล้องและเราท์เตอร์ ความละเอียดของภาพวิดีโอ และจำนวนกล้องที่กำลังถ่ายทอดสดในเวลานั้น

คำสำคัญ: วีดิโอถ่ายทอดสด, เวลาจริง, การแสดงสด, ละครเวที, เครือข่ายการสื่อสาร

Abstract

This article describes a development of a system to facilitate theater crews' communication during a live performance. There are many people working collaboratively in a theatre, including the light, sound, scenes, costumes, actors, etc. Our system can facilitate the crews to communicate in a theatre without disturbing the audience. This system's web application consists of a chatroom, the readiness signal system, the script broadcasting, and live video streaming from four android smartphone's' cameras. The system uses ASP.NET to develop the web application, Java to develop the Android application, MS SQL Server for the database, and Internet Information Services as the web server. The experimental results show that Conthea can perform all functions correctly, and the delay of the real-time video streaming is between 0.47-5.285 seconds of delays, depending on the distance between the cameras and the router, the resolution of the video, and the number of the cameras.

Keywords: video streaming, real-time, theatre, community network.

1. บทนำ

เนื่องจากละครเวทีได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เพราะการสื่อสารระหว่างผู้ชมและนักแสดงเกิดขึ้นไปพร้อมๆกัน ทำให้การแสดงสดบนเวที ที่มีฉาก แสง เสียง ประกอบ และบทละคร คือส่วนที่สำคัญที่สุดในการทำละครเวที เพราะมันคือตัวกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ทุกอย่างในละคร จึงต้องมีทีมงานกำกับละครเวทีเพื่อที่จะได้ควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ของละครเวที เพราะถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นเล็กน้อยอาจจะทำให้ผู้ชมเสียความรู้สึกร่วมกับเนื้อเรื่องของละครเวทีได้ แต่ในปัจจุบันทีมงานแต่ละส่วนสื่อสารกันได้ยากเพราะยังไม่มีเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการติดต่อสื่อสาร และยังมีความลำบากในการจดจำเกี่ยวกับบทละครเวทีเพราะในปัจจุบันใช้การพิมพ์บทละครใส่กระดาษทำให้บทละครยากต่อการใช้งานและการพกพา ผู้จัดทำจึงได้จัดทำระบบช่วยการสื่อสารในละครเวที ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์และบนโทรศัพท์แอนดรอยด์ขึ้น เพื่อช่วยในการสร้างและกำกับละครเวทีให้ง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น โดยระบบนี้จะแบ่งทีมงานออกเป็นกลุ่มตามกลุ่มที่ผู้ดูแลระบบได้สร้างไว้ โดยในแต่ละกลุ่มจะมีการตั้งรหัสผ่าน

ซึ่งทำให้ผู้อื่นที่ไม่ใช่สมาชิกในกลุ่มจะไม่สามารถเข้ามาได้ โดยในแต่ละกลุ่มจะมีห้องสนทนาเพื่อใช้ในการพูดคุยและแสดงความคิดเห็นต่างๆ เพื่อช่วยให้การติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่มง่ายยิ่งขึ้น ระบบสามารถแสดงบทละครในรูปแบบไฟล์ PDF และระบบสามารถแสดงภาพสดผ่านหน้าจอแบบ Full Screen จากกล้องหลายตัวได้แบบเวลาจริง

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio [1] เป็นชุดเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือนักพัฒนาซอฟต์แวร์ Visual Studio เข้ามาปรับปรุงขั้นตอนการพัฒนาที่ซับซ้อนให้ใช้งานง่าย ไม่ว่าจะเป็นการเขียนโค้ดหรือการทดสอบการทำงานต่าง ๆ ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟต์ สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมแบบประยุกต์และการเชื่อมต่อฐานข้อมูล จุดเด่นของโปรแกรมนี้คือนักพัฒนาสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับหลายโปรแกรม นอกจากนั้นยังมีการรักษาความปลอดภัยและมักจะรองรับคุณสมบัติของโปรแกรมใหม่ๆในอนาคตอีกด้วย

2.2 Android Studio

Android Studio [2] เป็นเครื่องมือไว้สำหรับพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์ คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถแสดงตัวอย่าง ตัวแอปพลิเคชันในมุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ล่ะรุ่นที่มีขนาดต่างกัน การทำงานของแอปพลิเคชันสามารถรันได้บน Smart Phone โดยตรง หรือ Android Visual Device และอย่างอื่นอีกมากมาย

2.3 Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server [3] คือระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS) เป็นระบบฐานข้อมูลแบบ Client/Server มีข้อดีตรงสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Visual Studio ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเรียกใช้หรือจัดเก็บฐานข้อมูล สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลและความลดความซับซ้อนของข้อมูลได้ และยังใช้ข้อมูลร่วมกันได้อีกทั้งยังลดปัญหาการประมวลผลที่ช้า

2.4 ASP.NET

ASP.NET [4] เป็นชุดของเทคโนโลยีใน Microsoft.NET Framework สำหรับสร้าง Web applications และ XML Web Services โดย Microsoft ได้พัฒนาขึ้นและได้ปล่อยให้ดาวน์โหลดในปี 2002 ซึ่ง ASP.NET สามารถนำมาพัฒนาเว็บไซต์ได้ทั้งภาษา C#, VB.NET และอื่น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 รูปแบบที่ใช้ในการพัฒนา คือ Web Forms และ MVC หลักการทำงาน เมื่อสร้างเว็บไซต์ด้วย ASP.NET แล้วส่วนของสคริปต์จะถูกส่งไปประมวลผลที่ฝั่ง Server หลังจากนั้นจะส่งไปยังโปรแกรมบราวเซอร์ ในรูปแบบภาษา HTML เพื่อแสดงหน้าเว็บเพจ ซึ่งเว็บที่สร้างจะโต้ตอบกับผู้ใช้เหมือนเว็บเพจทั่วไปเลย

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการสื่อสารแบบเวลาจริง

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการสื่อสารแบบเวลาจริงจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครือข่ายสื่อสารออนไลน์ ที่สำคัญได้แก่ Facebook คือเว็บไซต์เครือข่ายสังคม (Social Networking Website) สำหรับติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างสมาชิก โดย Facebook ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันและร่วมทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งหรือหลายๆ กิจกรรมกับผู้ใช้ Facebook คนอื่น ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งประเด็นถามตอบในเรื่องที่สนใจ โพสรูปภาพ โพสต์คลิปวิดีโอ เขียนบทความหรือบล็อก เพื่อให้ผู้อื่นได้แสดงความรู้สึกและแสดงความคิดต่าง ๆได้

LINE เป็นแอปพลิเคชันที่เกิดจากการรวมกันระหว่าง Messaging และ Voice Over IP จึงทำให้ LINE เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถ สนทนา สร้างกลุ่ม ส่งข้อความ โพสรูปหรือวีดีโอต่าง ๆ และยังสามารถโทรคุยกันทั้งแบบภาพและเสียง โดยผู้ใช้สามารถทำทุกอย่างได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายเพียงแค่มีอินเตอร์เน็ต และแอปพลิเคชัน LINE สามารถรองรับการใช้งานร่วมกันได้ทั้งในระบบ IOS และ Android รวมทั้งระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ซึ่งในการทำงานของ LINE นั้นจะใช้เบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ในการยืนยันการเข้าใช้งาน

Skype โปรแกรมที่ใช้ติดต่อสื่อสารกัน โดยสามารถสื่อสารผ่าน ข้อความ เสียง และภาพจากกล้อง โดยภาพจากกล้องจะเป็นการสื่อสารกันแบบ Real Time แต่ต้องใช้อินเตอร์เน็ตในการเชื่อมต่อ ในการเชื่อมต่อนั้นจะเป็นแบบ peer-to-peer voice over Internet protocol (VoIP) ในการสื่อสาร ทั้งสองฝ่ายจะต้องติดตั้งโปรแกรม Skype และต้องมีรายชื่ออยู่ในระบบถึงจะสามารถสื่อสารได้

อย่างไรก็ตาม โปรแกรมเหล่านี้ยังไม่สามารถตอบโจทย์การสื่อสารในโรงละครได้ เนื่องจากการสื่อสารในโรงละครจะเน้นการสื่อสารที่ไม่ใช้เสียงหรือแสง และต้องสื่อสารด้วยเวลาน้อยที่สุด เนื่องจากแสงและเสียงอาจรบกวนสมาธิของผู้ชม และทำลายความรู้สึกร่วมระหว่างการแสดงได้ ผู้พัฒนาจึงได้สร้างระบบ Conthea ขึ้นเพื่อตอบโจทย์ดังกล่าว

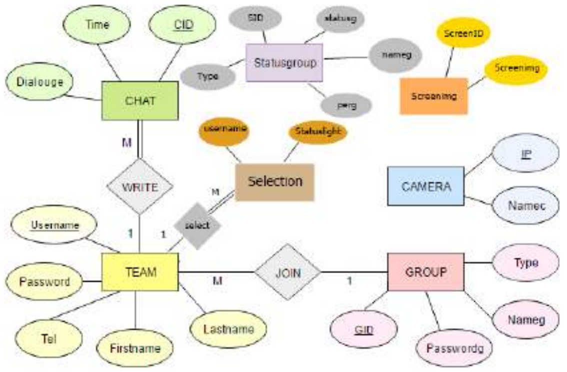
3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบมี 2 ส่วน คือ เว็บ และ แอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 4 ระดับ ฝ่ายหน้าบ้าน(ต้อนรับผู้ชม) ฝ่ายกำกับเวที ฝ่ายเทคนิค และฝ่ายเสื้อผ้า ผู้ใช้ทุกระดับสามารถเข้าถึงเว็บได้ โดยการเชื่อมต่อกับเราเตอร์ที่กระจายสัญญาณไวไฟภายในวง LAN แบบ Local โดยผู้ใช้ฝ่ายกล้องจะต้องเข้าใช้งานผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ระบบเว็บพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C#.NET บน Visual Studio ทำงาน

บน IIS เป็นโปรแกรมให้บริการเว็บ ในขณะที่แอนดรอยด์แอปพลิเคชันพัฒนาด้วย ภาษา Java บน Android Studio

รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

ฐานข้อมูลของระบบแสดงในรูปที่ 2 โดยเอนทิตี Team เก็บข้อมูลของผู้ใช้ เอนทิตี Chat เก็บข้อมูลการสนทนาของผู้ใช้ เอนทิตี Group เก็บข้อมูลกลุ่มของผู้ใช้ เอนทิตี Camera เก็บข้อมูลกล้อง เอนทิตี Script เก็บข้อมูลบทละคร และ เอนทิตี Statusgroup เก็บข้อมูลสถานะความพร้อมของกลุ่มผู้ใช้ โดยใช้ฐานข้อมูล MS SQL Server



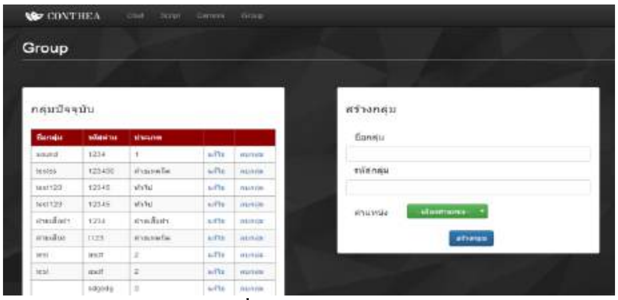
รูปที่ 2 แผนภาพอีอาร์ของระบบ

4. ผลการทดสอบระบบ

4.1 ผลการทดสอบระบบตามหน้าที่

เราได้ทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันตามหน้าที่ที่กำหนด เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้เลือกกลุ่มงาน (เช่น หน้าบ้าน เวที เทคนิค เสื้อผ้า ฯลฯ) ตามที่ผู้ดูแลระบบกำหนดไว้ และใส่รหัสผ่านของกลุ่มงาน จากนั้นจึงแสดงเมนูเพื่อใช้งานส่วนต่างๆ แตกต่างกันตามสิทธิ์ของผู้ใช้แต่ละระดับ

รูปที่ 3 แสดงหน้าจัดการกลุ่ม เป็นหน้าสำหรับผู้ใช้ระดับ Admin โดยจะสามารถสร้างกลุ่มเพื่อให้ผู้ใช้เข้าร่วมกลุ่มได้ และ Admin ยังสามารถ แก้ไข หรือ ลบ กลุ่มที่ไม่ต้องการได้

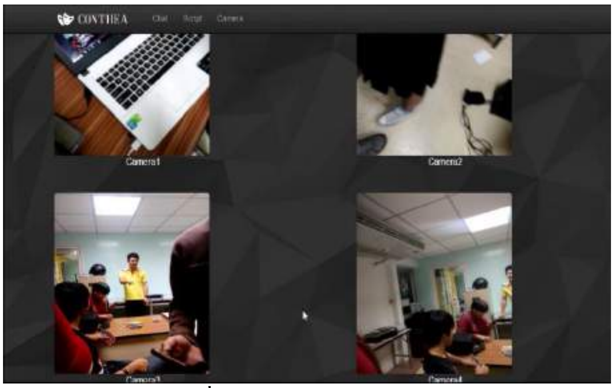


รูปที่ 3 หน้าจัดการกลุ่ม

สำหรับการสื่อสารแบบไร้เสียง ผู้ใช้สามารถพิมพ์ข้อความเพื่อสนทนากับผู้ใช้ท่านอื่นได้ใน Chatroom หรือดูความพร้อมของแต่ละกลุ่มทำงานในหน้าสัญญาณแสดงความพร้อมดังแสดงในรูปที่ 4 โดยชื่อกลุ่มทำงานจะแสดงที่สีแดงหากยังไม่พร้อม สีเหลืองหากมีบางกลุ่มย่อยยังไม่พร้อม และสีเขียวหากทุกกลุ่มย่อยพร้อมแล้ว ทำให้ผู้ใช้รับรู้ความพร้อมแต่ละกลุ่มได้ทันทีที่เห็น

รูปที่ 4 สัญญาณสีเพื่อแสดงความพร้อม

เพื่อให้ทุกคนในทีมรู้ว่าตอนนี้ละครกำลังแสดงถึงส่วนใด Admin จะเปิดไฟล์บทละครและไปยังหน้าที่กำลังแสดงอยู่ จากนั้นกดบันทึก snapshot บทละครลงฐานข้อมูล จากนั้นผู้ใช้คนอื่นสามารถเข้ามาที่หน้าจอนี้เพื่อรู้ถึงส่วนของบทละครที่กำลังเล่นอยู่ขณะนั้นได้ทันที



รูปที่ 5 หน้าแสดงภาพจากกล้อง

รูปที่ 5 แสดงหน้าเว็บที่แสดงภาพวิดีโอถ่ายทอดสดแบบเวลาจริง โดยภาพที่แสดงจะมาจากผู้ใช้ฝ่ายกล้อง ซึ่งในหน้านี้ ผู้ใช้จะสามารถแสดงภาพจากกล้องได้สูงสุด 4 ตัว และผู้ใช้งานเว็บสามารถคลิกที่ภาพที่กำลังแสดงอยู่ เพื่อดูภาพจากกล้องตัวนั้นแบบเต็มหน้าจอ ภาพที่แสดงจะมาจากผู้ใช้ในฝ่ายกล้องเท่านั้น ซึ่งจะต้องติดตั้งโปรแกรมของเราบน

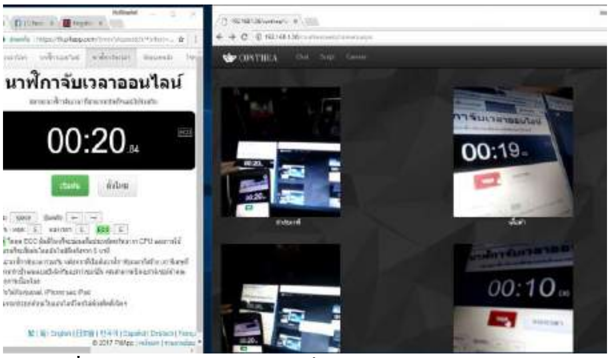
โทรศัพท์แอนดรอยด์ ภาพที่แสดงจะไม่ถูกเก็บในฐานข้อมูลของระบบ เพื่อรักษาประสิทธิภาพทางเวลาของเครื่องแม่ข่าย

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

เราได้ทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานแบบเวลาจริงของระบบกล้อง เราใช้สมาร์ทโฟน 4 เครื่อง ในการทดสอบ ได้แก่

- (Camera#1) Oppo A37 ซึ่งใช้ API v.19 และกล้อง 8MP
- (Camera#2) Oppo R9s ซึ่งใช้ API v.23 และกล้อง 16MP
- (Camera#3) Oppo A37 ซึ่งใช้ API v.19 และกล้อง 8MP
- (Camera#4) Samsung J7 ซึ่งใช้ API v.25 และกล้อง 16MP

เชื่อมต่อกับเราท์เตอร์ Billion 4 port Wireless-N ADSL เราบันทึกภาพ snapshot ของการถ่ายทอดสดวิดีโอซึ่งมีภาพของนาฬิกาจริง และนาฬิกาที่ผ่านการถ่ายทอดสดจากกล้อง เพื่อวัดความสามารถด้านเวลาจริง โดยใช้ผลต่างระหว่างเวลาจากนาฬิกาจริงและเวลาจากนาฬิกาจากภาพในกล้อง ซึ่งเราเรียกว่า “เวลาหน่วง” ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพด้านเวลาจริง

เมื่อทำการถ่ายทอดสดด้วยกล้องเพียงตัวเดียว เวลาหน่วงที่ได้แสดงในตารางที่ 1 เราพบว่าด้วยกล้องเพียงตัวเดียว ความละเอียดของภาพและระยะห่างระหว่างกล้องและเราท์เตอร์ไม่มีผลมากนัก เวลาหน่วงที่ได้อยู่ระหว่าง 0.47-1.30 วินาที

ตารางที่ 1. เวลาหน่วงเมื่อมีกล้องถ่ายทอดสดเพียงตัวเดียว.

กล้อง/ระยะทาง	เวลาหน่วงที่ระยะ 1 ม. (วินาที)	เวลาหน่วงที่ระยะ 5 ม. (วินาที)
Camera#1	0.96	1.08
Camera#2	0.47	0.80
Camera#3	1.03	0.98
Camera#4	1.05	1.30

เมื่อเราเพิ่มจำนวนกล้องถ่ายทอดสด ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 เราพบว่า จำนวนกล้องที่มากขึ้น ทำให้ระยะห่างระหว่างกล้องและเราท์เตอร์มีผลต่อเวลาหน่วงของภาพอย่างชัดเจน และช้ากว่าเวลาจริงตั้งแต่ 0.78-5.285 วินาที

ตารางที่ 2. เวลาหน่วงเมื่อมีกล้องถ่ายทอดสดหลายตัว.

กล้อง/ระยะทาง	เวลาหน่วงที่ระยะ 1 ม. (วินาที)	เวลาหน่วงที่ระยะ 5 ม. (วินาที)
Camera#1,#2	0.78	2.495
Camera#1,#2,#3	1.033	3.167
Camera#1,#2#3,#4	3.295	5.285

5. สรุป

ระบบ Conthea ช่วยการสื่อสารในการแสดงละครเวทีเป็นระบบที่เข้ามาช่วยในด้านการสื่อสารของผู้ที่สร้างและกำกับละครเวทีเพื่อให้ไม่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการแสดง โดยระบบจะมีห้องสนทนาสำหรับให้ผู้ใช้ได้พูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีส่วนที่แสดงบทละครเพื่อให้ผู้ใช้ได้รู้ว่าในปัจจุบันละครได้ดำเนินเรื่องถึงส่วนไหน และมีการถ่ายทอดภาพสดจากกล้องเพื่อให้เห็นส่วนต่าง ๆ ในระหว่างการแสดง ผู้ใช้จะสามารถเข้าถึงระบบของเราได้โดยผ่านเว็บบราวเซอร์ และใช้อินทราเน็ต ผลการทดสอบระบบพบว่า Conthea สามารถทำงานทุกส่วนได้ถูกต้อง และการแสดงผลภาพวิดีโอถ่ายทอดสดช้ากว่าเวลาจริง 0.47-5.285 วินาที ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างกล้องและเราท์เตอร์ ความละเอียดของภาพวิดีโอ และจำนวนกล้องที่กำลังถ่ายทอดสดในเวลานั้น

กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ว่าที่เรือตรีธนพงษ์ ผลาขจรศักดิ์ อาจารย์ประจำคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เป็นอย่างสูงที่ให้ข้อเสนอแนะอันมีค่ายิ่ง อย่างใกล้ชิด และสม่ำเสมอ ตลอดการพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

[1] Microsoft Visual Studio. Retrieved January 10, 2017, from http://www.thaicreate.com/windows-azure/visual-studio-online-introduction.html

[2] Android Studio. Retrieved January 10, 2017, from http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html

[3] Microsoft SQL Server. Retrieved January 10, 2017, from http://www.9experttraining.com/articles/microsoft-sql-server

[4] ASP.NET. Retrieved January 10, 2017, from http://www.thaicreate.com/asp.net/asp.net.html

[5] IIS. Retrieved January 10, 2017, from http://www.thaicreate.com/web-host/web-host-iis.html

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบจัดตารางสอนบนเว็บไซต์สำหรับโรงเรียน

School Class Schedule Management System

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ บุญส่ง ศรีทอง และ วีระวัฒน์ โปรดปราน

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์: 02-954-7300-29 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การจัดตารางสอนยังเป็นปัญหาให้กับโรงเรียน อาจารย์ และบุคลากรที่ได้รับหน้าที่ในการจัดทำตารางสอน ซึ่งต้องพบกับการชนกันของรายวิชา อาจารย์ นักเรียน ห้องเรียน และคาบเรียน ซึ่งซับซ้อนยิ่งขึ้นตามจำนวนทรัพยากรที่เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบจัดตารางสอนขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ระบบจัดตารางสอนเวอร์ชันเก่าที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้น ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ จากที่ได้สอบถามข้อมูลจากครูและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ยังคงต้องการฟังก์ชันในการใช้งานเพิ่มขึ้น เช่น ผู้ใช้หลายคนทำงานพร้อมกันได้ ระบบแชท คาบล็อค สอนแบบทีม เพื่อที่จะทำให้การจัดตารางสอนสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เรายังได้ปรับสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ของระบบเพื่อรองรับฟังก์ชันที่เพิ่มมากขึ้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสถาปัตยกรรมใหม่ สามารถทำให้เว็บทำงานได้เร็วขึ้น 50% จากที่ต้องดาวน์โหลดทั้งหน้าเว็บ

คำสำคัญ: ตารางเรียน, ตารางสอน, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

Nowadays, class scheduling is a regular problem for schools, teachers, and staffs who have been assigned to prepare a school's class schedules. With many resources to manage, including teachers, students, subjects, classrooms, and periods., the problem grows its complexity. Our Class Schedule Management System, has been developed to solve this problem. Our previous version can detect resources collision in real time successfully, but it was not sufficient to support the needs of users. The teachers and staffs involved indicated that they need more features such as simultaneous multi-user class scheduling, a chatroom, period locking for a period with many teachers and student groups, and team teaching, to solve their problems in the class scheduling conveniently. In addition, even though these new features can slow down the system, we develop our system to perform more efficient with our new software architecture. The experimental results show that, with new software architecture, the web page can response 50% faster than loading the entire web page on average.

Keywords: class schedule, web application.

1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาหลายโรงเรียนต้องเผชิญกับปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอนที่ทำได้ช้า เนื่องจากจดทำบนแผ่นกระดาษทำให้แก้ไขข้อมูลในตารางเรียนได้ยาก และอาจารย์ที่รับผิดชอบต้องตรวจสอบความถูกต้องของตารางเรียนตารางสอนทั้งของอาจารย์ผู้สอนและของนักเรียน หากจำนวนอาจารย์และนักเรียนในโรงเรียนมีจำนวนมาก ทำให้ใช้เวลาในการจัดตารางเรียนเป็นเวลานาน

ในปัจจุบันมี ซอฟต์แวร์ เว็บไซต์ หรือเครื่องมือที่ช่วยให้การจัดตารางเรียนตารางสอน ทำได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้นจากในอดีต แต่ปัญหาในการจัดตารางเรียนตารางสอนก็ยังไม่หมดไปเนื่องจากซอฟต์แวร์ เว็บไซต์ หรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดตารางเรียนยังมีฟังก์ชันไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้ดังนั้นเราจึงได้นำเว็บไซต์จัดตารางเรียนตารางสอนที่ได้พัฒนาขึ้นในปีที่ผ่านมา [8] มาเพิ่มฟังก์ชันในส่วนที่ขาดหายหรือส่วนที่ผู้ใช้ต้องการ

ผู้พัฒนาได้เพิ่มฟังก์ชันระบบจัดตารางสอนให้อาจารย์ที่รับผิดชอบจัดตารางสอนสามารถเชิญหัวหน้าหมวดวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนของตน เข้ามาร่วมตรวจสอบ แก้ไข เพิ่ม หรือลบ ข้อมูลตารางเรียนของโรงเรียนได้ และผู้เกี่ยวข้องจะต้องเห็นการแก้ไขข้อมูลได้ทันที ระบบมีฟังก์ชันของระบบให้สามารถแสดงสถิติการใช้ห้องเรียนและการสอนของครู และผู้ใช้สามารถอัพโหลดรูปภาพจากอุปกรณ์ของตนเองมาตั้งเป็น Template ของตารางเรียนตารางสอน ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาได้มีการออกสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของอาจารย์ตามโรงเรียนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มฟังก์ชันและสอบถามปัญหาของเว็บไซต์จาก

อาจารย์ที่ใช้งานจริง โดยโครงงานนี้พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Visual Studio Code ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาได้แก่ HTML, JavaScript, CSS, SQL

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 .NET CORE

.Net Core คือ Cross-Platform ของ .NET Framework ที่ Microsoft พัฒนาขึ้นมา สามารถใช้งานบน Windows, Linux and macOS และที่สำคัญ .Net Core เป็นโอเพนซอร์ส .Net Core ได้รับการออกแบบใหม่ให้มีประสิทธิภาพดีกว่า .Net Framework โดยแบ่งส่วนต่าง ๆ ออกเป็น module ย่อยเพื่อลด overhead ในการเริ่มต้นทำงานและที่สำคัญ libraries ของ .Net Core เป็นโอเพนซอร์สทั้งหมด

2.2 NODE.JS

Node.js ถูกสร้างขึ้นและเผยแพร่ให้ใช้งานบน Linux ในปี ค.ศ. 2552 เป็นภาษาโปรแกรมมิ่งที่ใช้โครงสร้างภาษา JavaScript ในการเขียน ทำงานอยู่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ สำหรับการทำงานของ Node.js จะทำงานแบบ event-driven การทำงานตามเหตุการณ์ที่ถูกเรียกและ Callback กลับไป และทำงานแบบ Single Thread ซึ่งปกติการทำงาน แบบ non-blocking I/O จะใช้การทำงานแบบหลาย thread แต่สำหรับ Node.js จะทำงานเพียง thread เดียวและสามารถทำให้เกิด non-blocking I/O ได้

2.3 SASS

Sass (Syntactically Awesome Stylesheets) คือการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา CSS รูปแบบใหม่ที่เรียกว่า CSS Preprocessor หลักทำงานจะคล้ายกันกับ CSS คือหลักจากที่ผู้ใช้พัฒนา SASS เสร็จ โปรแกรมที่นักพัฒนาเขียนจะถูก Compile เป็นไฟล์ CSS ปกติ โดย SASS มีฟังก์ชั่นเพิ่มขึ้นมาคือ Variables , Nesting , Mixins เป็นต้น

2.4 ANGULAR-CLI

Angular-cli เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างโครงงานและสร้างไฟล์ต่าง ๆ รวมถึงคำสั่งถูกรวบรวมไว้ในโครงงานของนักพัฒนา และ deploy ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่ง Angular-cli พัฒนามาจาก ember-cli เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับ Angular และ TypeScript ในชื่อของ Angular-cli ซึ่งจะทำให้พัฒนาโครงงานได้สะดวกมากขึ้น เนื่องจากการทำโครงงานนักพัฒนาต้องสร้างไฟล์ package.json เพื่อที่จะประกาศการใช้ package และเครื่องมือที่จะใช้ในโครงงาน สำหรับ Angular-cli นั้นจะถูกรวบรวมไว้หมดแล้ว

2.5 งานที่เกี่ยวข้อง

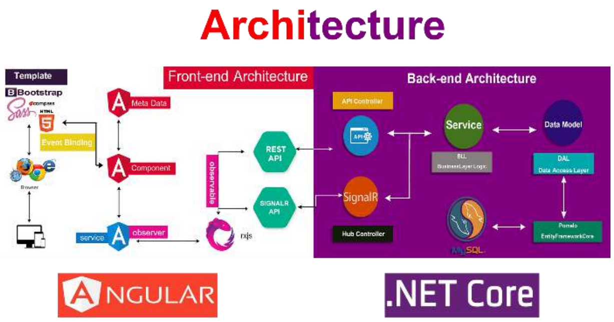
TRWin [1] คือ แอปพลิเคชันสำหรับจัดตารางเรียนตารางสอนบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ไม่สามารถใช้งานในระบบปฏิบัติการอื่นได้ ในส่วนของการใช้งานสามารถใช้งานจัดตารางเรียนสอนแบบทีมได้แต่หัวหน้าหมวดหรืออาจารย์ที่รับหน้าที่ในการจัดตารางเรียนตารางสอนต้องอยู่ในที่เดียวกันเพื่อใช้งานระบบพร้อมกันผ่านวง LAN และ TRWin ต้องเสียค่าบริการในการเข้าใช้งานโรงเรียนละ 8,000 บาท

มีระบบจัดตารางเรียนตารางสอนจำนวนมากสร้างขึ้นเป็นไฟล์ Spread Sheet ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel [2-4] ทำให้ไม่สามารถจัดตารางสอนพร้อมกันเป็นทีมได้และระบบต้องลงโปรแกรม Microsoft Excel ถึงจะสามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาอัลกอริทึมขั้นสูงที่ช่วยในการจัดตารางทรัพยากร [5-7] แต่อัลกอริทึมเหล่านี้ยังไม่มีรายงานการใช้งานจริง

เนื่องจากโปรแกรมที่มีอยู่ยังไม่ตอบโจทย์ผู้ใช้งาน ในปีที่ผ่านมา ผู้เขียนได้พัฒนาระบบเว็บสำหรับการจัดตารางเรียนตารางสอนขึ้นด้วยภาษา PHP, ฐานข้อมูล MySQL, HTML, CSS และ AJAX [8]. เว็บสามารถสร้างตารางเรียนตารางสอนที่รองรับทรัพยากร ได้แก่ นักเรียน ครู ห้องเรียน และคาบเรียน และสามารถตรวจสอบการชนกันของทรัพยากรได้ เว็บที่สร้างขึ้นเน้นการใช้งานง่ายและกรอกข้อมูลได้ง่าย ยิ่งไปกว่านั้น ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเลือกธีม การตกแต่งตารางเรียนตารางสอนของตนเองและดาวน์โหลดมาเป็นไฟล์รูปภาพที่สามารถเปิดได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง

ในเวอร์ชันใหม่นี้ เราได้เพิ่มฟังก์ชันอื่น ๆ ได้แก่ การรองรับการจัดตารางสอนร่วมกันระหว่างหลายผู้ใช้งาน ห้องแชท คาบล็อคที่มีครูได้หลายคนและนักเรียนหลายกลุ่มในคาบเดียว และการสอนแบบทีมเพื่อให้การจัดตารางสอนสะดวกยิ่งขึ้น ฟังก์ชันใหม่ที่เพิ่มขึ้นทำงานบนสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบใหม่เพื่อให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ



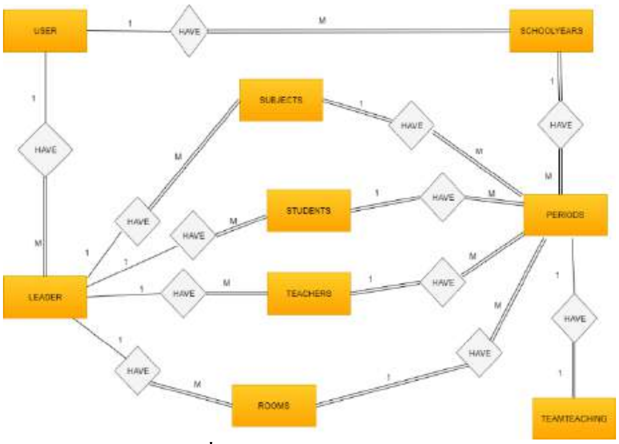
รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ใหม่ที่ใช้งานในเวอร์ชันนี้ ทำงานดังนี้ ระบบใช้ Angular CLI ในการพัฒนาระบบในส่วนของ Front-End และ ใช้ .Net Core พัฒนา API ในส่วนของ backend เมื่อผู้ใช้เข้าใช้งานจะติดต่อโดยตรงกับ Template หาก Template ต้องการข้อมูล Template จะเรียกใช้งาน component หากข้อมูลนั่นต้องติดต่อกับฐานข้อมูล Component จะเรียกใช้ Service และ Service จะเรียกใช้งาน API ในส่วนของ Backend เมื่อ API ถูกเรียกใช้งานและ

ได้รับข้อมูลจะส่งข้อมูลที่ได้ไปให้ Service เมื่อ Service ได้ค่าจะทำการคำนวณค่านั้น หากค่าที่คำนวณต้องใช้ข้อมูลในฐานข้อมูล Service จะเรียกใช้งาน Data Model เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลต่อไป

โดยสถาปัตยกรรมแบบใหม่ที่เราได้ออกแบบ ช่วยให้เราลดเวลาในการพัฒนาด้วยสถาปัตยกรรมที่แยกส่วนการทำงานแต่ละส่วนอย่างชัดเจน จึงทำให้เวลาเกิดปัญหากับตัวระบบเราสามารถแก้ไขเฉพาะส่วนได้ และสถาปัตยกรรมยังแก้ไขได้ง่ายเพราะตัวสถาปัตยกรรมได้แยกส่วนการทำงาน Front-End และ Back-End ออกจากอย่างชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากระบบเดิมที่ไม่ได้แยกระบบออกจากกัน

ฐานข้อมูลของระบบแสดงในรูปที่ 2 โดยเอนทิตี User เก็บข้อมูลของผู้อำนวยการหรือตัวแทนโรงเรียน เอนทิตี Leader เก็บข้อมูลหัวหน้าหมวด เอนทิตี Schoolyears เก็บข้อมูลปีการศึกษา เอนทิตี Subjects เก็บข้อมูลรายวิชา เอนทิตี Students เก็บข้อมูลกลุ่มนักเรียน เอนทิตี Teachers เก็บข้อมูลอาจารย์ เอนทิตี Rooms เก็บข้อมูลห้องเรียน เอนทิตี Periods เก็บข้อมูลคาบเรียน เอนทิตี Teamteaching เก็บข้อมูลคาบเรียนที่มีการสลับคาบเรียน ระบบนี้ใช้ MySQL Server แบบ utf8_general_ci เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มความสัมพันธ์



รูปที่ 2 แผนภาพอีอาร์ของระบบ

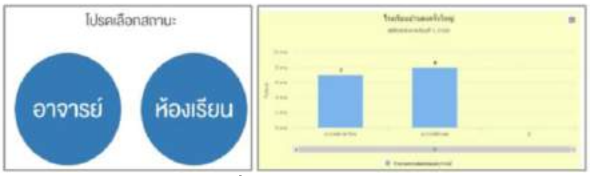
4. ผลการทดสอบระบบ

4.1 ผลการทดสอบระบบตามหน้าที่

เราได้ทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันตามหน้าที่ที่กำหนด โดยเข้าใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์ที่ URL http://ceproject2.dpu.ac.th/schedule ซึ่งเป็น private cloud -ของมหาวิทยาลัย หน้าจอแรกจะแสดงรายชื่อของโรงเรียนที่มีอยู่ในระบบทั้งหมดในฐานข้อมูลโดยการสมัครสมาชิกของผู้อำนวยการโรงเรียนหรือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดตารางเรียนตารางสอนของโรงเรียน

ผู้อำนวยการโรงเรียนสามารถเพิ่มหัวหน้าหมวดภายในโรงเรียนเข้าสู่ระบบเพื่อให้หัวหน้าหมวดมีสิทธิ์ในการจัดตารางเรียนตารางสอนให้อาจารย์ภายในหมวดที่ตัวเองรับผิดชอบ ผู้อำนวยการโรงเรียนสามารถ แก้ไขและลบหัวหมวดออกจากระบบได้

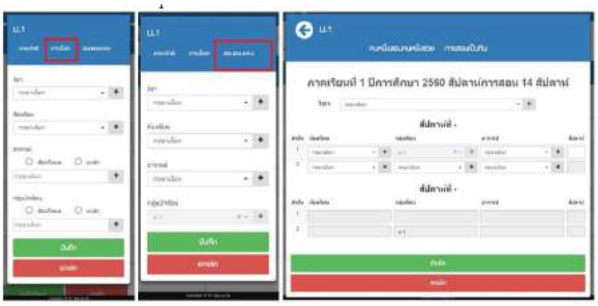
ผู้อำนวยการโรงเรียนและหัวหน้าหมวดสามารถดูสถิติอาจารย์และห้องเรียน ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยหัวหน้าหมวดสามารถดูสถิติอาจารย์ได้เฉพาะหมวดที่ตัวเองรับผิดชอบและสามารถดูสถิติห้องเรียนภายในโรงเรียนได้ทุกห้อง ส่วนผู้อำนวยการโรงเรียนสามารถดูสถิติของอาจารย์ได้ทุกหมวดและสถิติการใช้ห้องเรียนได้ทุกห้องเรียน



รูปที่ 3 หน้าแสดงสถิติ

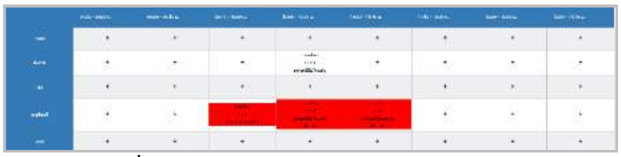
หัวหน้าหมวดที่รับหน้าที่ในการจัดตารางเรียนตารางสอนสามารถเพิ่มคาบเรียนแบบปกติได้ โดยระบบจะเก็บข้อมูลอาจารย์ นักเรียน ห้องเรียน มาแสดงให้หัวหมวดเลือกเพื่อใช้ในการเพิ่มคาบในตารางสอนครั้งต่อไปอัตโนมัติ

หัวหน้าหมวดสามารถเพิ่มคาบล็อคที่มีอาจารย์มากกว่า 1 คน และนักเรียนมากกว่า 1 กลุ่มได้โดยเลือกอาจารย์ทั้งหมด นักเรียนทั้งหมด หรือเฉพาะอาจารย์ท่านใดท่านหนึ่ง หรือกลุ่มนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 ซ้าย นอกจากนี้ หัวหน้าหมวดสามารถเพิ่มคาบเรียนแบบ Team Teaching ได้ 2 รูปแบบคือการเพิ่มคาบแบบคนหนึ่งสอนและคนหนึ่งช่วยสอน และแบบสอนคนละครึ่งเทอมแล้วสลับกลุ่มเรียน ดังแสดงในรูปที่ 4 กลาง และ ขวา



รูปที่ 4 การเพิ่มคาบเรียนแบบคาบล็อก

เมื่อหัวหน้าหมวดที่รับหน้าที่ในการจัดตารางเรียนตารางสอนทำการเพิ่มคาบเรียน ระบบตรวจสอบว่ามีการสอนติดกันของอาจารย์คนเดิมมากกว่า 3 คาบ พร้อมทั้งระบบจะตรวจสอบข้อมูลของห้องเรียน อาจารย์ และนักเรียน ว่ามีการใช้งานชนกับคาบในฐานข้อมูลหรือไม่ หากมี จะแสดงเป็นสีแดงเพื่อแจ้งเตือนหัวหน้าหมวด ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การสอนติดกันมากกว่า 3 คาบของอาจารย์

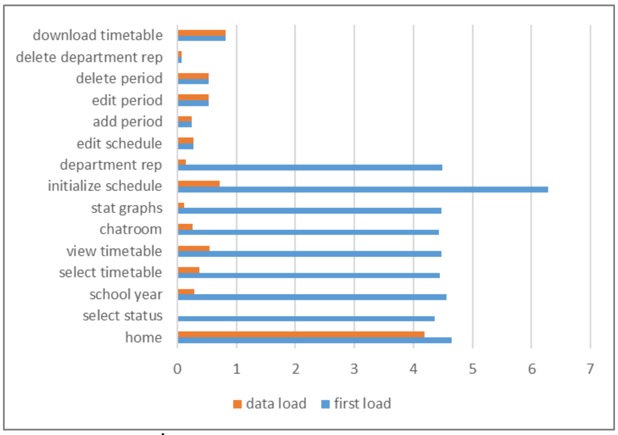
ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถดาวน์โหลดตารางเรียนตารางสอนจากระบบได้และสามารถอัพโหลดรูปภาพขึ้นไปเป็นพื้นหลังของตารางเรียนตารางสอนได้ ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 หน้าดาวน์โหลดตารางเรียนตารางสอน

ผู้อำนวยการโรงเรียนและหัวหน้าหมวดสามารถพิมพ์ข้อความเพื่อสื่อสารกันได้ในระบบแชท ระบบจะอนุญาตให้เฉพาะผู้ใช้ที่มีบัญชีกับระบบ และสามารถพูดคุยได้เฉพาะภายในโรงเรียนของตนเองเท่านั้น

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

เราได้ทดสอบคุณสมบัติการทำงานแบบเวลาจริงของระบบ ผลการทดสอบระบบแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งแสดงเวลาตอบกลับ (response time) ของเว็บเพจแต่ละหน้า แท่งกราฟสีน้ำเงินแสดงเวลาตอบกลับของเว็บเพจเมื่อดาวน์โหลดหน้าเว็บครั้งแรกบนเว็บเบราว์เซอร์ (หรือรีเฟรชทั้งหน้าเพจ) กราฟแท่งสีน้ำตาลแสดงเวลาตอบกลับของหน้าเว็บเพจที่ดาวน์โหลดเพียงข้อมูลด้วยเทคโนโลยี AJAX และใช้สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบใหม่ จะเห็นว่าประสิทธิภาพของสถาปัตยกรรมใหม่เร็วกว่าเดิมเฉลี่ย 50.64% ความเร็วขึ้นอยู่กับสัดส่วนของหน้าเพจที่สามารถทำงานกับ AJAX และสถาปัตยกรรมแบบใหม่นี้



รูปที่ 7 เวลาตอบกลับของแต่ละหน้าเว็บเพจ

5. สรุป

ระบบจัดตารางสอนบนเว็บไซต์สำหรับโรงเรียน เวอร์ชัน 2 ที่ได้พัฒนาขึ้น ได้เพิ่มฟังก์ชันโดยแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ผู้อำนวยการโรงเรียนหรือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบและหัวหน้าหมวด มีระบบแชทให้แต่ละโรงเรียน มีการตรวจสอบการชนกันของทรัพยากร และสามารถใช้งานแบบคาบล็อค และ การสอนแบบทีมได้ และระบบสามารถเข้าถึงได้จากคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ตที่มีเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต โดยเข้าใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่าง ๆ ผ่าน URL http://ceproject2.dpu.ac.th/schedule จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบพบว่าระบบสามารถทำงานตามข้อกำหนดได้อย่างถูกต้อง และสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบใหม่ ทำให้ระบบทำงานได้เร็วขึ้นกว่า 50%

เอกสารอ้างอิง

[1] T. Suppatkul. (2017). TEESOFTWARE. [online] Available at: http://www.teesoftware.com/ [Accessed 19 Mar. 2017].

[2] Boriboon Withaya School, Chonburi. “Free Class Scheduling Program, easy to use - Computer Teacher Board: Education Web Site for Teachers Around the Country”. [online] Available at: https://goo.gl/f3UngR [Accessed 27 Mar. 2017].

[3] S. Lomain, Ban Pong Charoen School. “Class Scheduling Program – Krusanti” [online] Available at: https://sites.google.com/site/krusantilomain/porkaerm-sahrab-rongreiyn/porkaerm-cad-tarang-sxn. [Accessed 1 Mar. 2017].

[4] KruPunMai. (2017). “Easy and Free Class Scheduling Program for Academic Teachers.” [online] Available at: https://goo.gl/yn10gl [Accessed 1 Mar. 2017].

[5] J. W. Herrmann and C.-Y. Lee, "Solving a Class Scheduling Problem with a Benetic Algorithm," ORSA Journal on Computing, pp. 443-452, 1995.

[6] A. Nanda, M. P. Pai and. A. Gole, "An Algorithm to Automatically generate Schedule for School Lectures Using a Heuristic Approach," International Journal of Machine Learning and Computing, vol. 2, no. 4, pp. 492-495, August 2012.

[7] CodeProject. “Making a Class Schedule Using a Genetic Algorithm” . [online] Available at: https://www.codeproject.com/Articles/23111/Making-a-Class-Schedule-Using-a-Genetic-Algorithm [Accessed 1 Mar. 2017].

[8] N. Tuaycharoen, E. Adsawinnawanawa, and S. Thinputsa, “A Web-based Application for School Class Scheduling,” iSTEM-ed2017, 12-14 July 2017, Chiang Mai, Thailand.

กลยุทธ์การอ่านข้อมูลหลายแทร็กด้วยหัวอ่านเดียวในระบบการบันทึกข้อมูลเชิงแม่เหล็กบิตแพทเทิร์นมีเดีย

Multitrack Reading Scheme with Single Reader in Bit-Patterned Media Recording Systems

ชัยวัฒน์ บัวจง
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 085-5558591 E-mail: 57120017@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในการบันทึกเชิงแม่เหล็กความหนาแน่นสูงอย่างบิตแพทเทิร์นมีเดีย จำเป็นต้องใช้หัวอ่านที่แคบลงเพื่อหลีกเลี่ยงการแทรกสอดระหว่างแทร็กข้อมูล อย่างไรก็ตามการลดขนาดของหัวอ่านลงให้ได้ตามขนาดแทร็กเป็นสิ่งที่ทำได้ยากมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอกลยุทธ์การอ่านข้อมูลหลายแทร็กในระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดีย โดยพิจารณาไอแลนด์เชิงแม่เหล็กกริดแบบเยื้อง รวมทั้งผลกระทบที่เกิดจากความผันผวนของตำแหน่ง และ ขนาดของไอแลนด์ จากนั้นเทคนิคการชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริง จะถูกนำมาใช้เพื่อลดปัญหาขนาดความแคบของหัวอ่าน นอกเหนือจากนี้เทคนิคผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุด ถูกใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งจากผลการทดลองกล่าวว่าระบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบการอ่านข้อมูลแบบปกติ

คำสำคัญ: PRML, การบันทึกเชิงแม่เหล็ก, BPMR, การอ่านข้อมูลหลายแทร็ก

Abstract

In ultra-high track density magnetic recording such as bit-patterned media recording (BPMR), the narrow track reader is required to avoid the strong intertrack interference (ITI). However, the reduction of reader size to the track pitch is considerably difficult. Therefore, this paper proposes to use the multitrack reading scheme with the staggered island BPMR. The effects of the island size and position fluctuation are investigated. Then the over-sampling technique is applied. Moreover, Partial Response Maximum Likelihood (PRML) detection was examined the system performance. Simulation results indicate that the proposed system outperforms the conventional reading system.

Keywords: PRML; magnetic recording; BPMR; multi-track reading

1. บทนำ

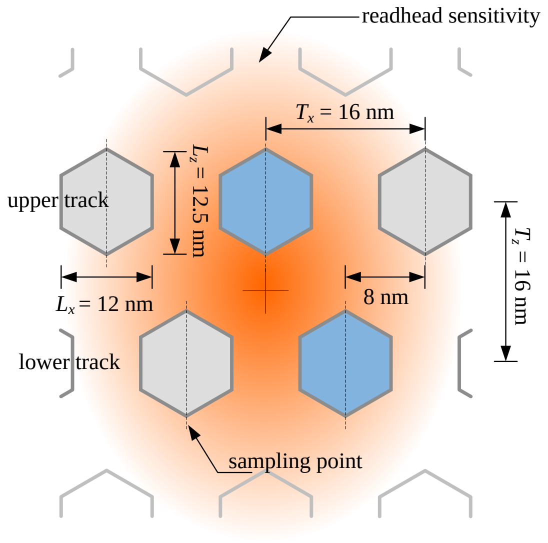
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบันใช้เทคโนโลยีการบันทึกแบบแนวตั้ง (PMR: Perpendicular magnetic recording) อย่างไรก็ตามด้วยปรากฏการณ์ ขีดจำกัดซูปเปอร์พาราแมกเนติก (Super-paramagnetic limit) [1] ทำให้ไม่สามารถเพิ่มความหนาแน่นเชิงพื้นที่ (AD: Areal density) ให้มากกว่า 1 เทระบิตต่อตารางนิ้ว (Tb/in^2) ได้ ดังนั้นจึงต้องนำเสนอเทคโนโลยีใหม่ที่จะแก้ไขปัญหานี้ โดยหนึ่งในเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังพูดถึงนั้นคือ ระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดีย [2] ที่ซึ่งสามารถเพิ่มความหนาแน่นเชิงพื้นที่ได้สูงถึง 4 เทระบิตต่อตารางนิ้ว

อย่างไรก็ตามระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดียยังคงมีอุปสรรคทั้งในกระบวนการเขียน [3] และกระบวนการอ่าน เช่น การเพิ่มความหนาแน่นเชิงพื้นที่จะทำให้ระยะห่างของแต่ละไอแลนด์แคบลง อีกทั้งการลดขนาดของหัวอ่านให้มีขนาดเท่ากับขนาดแทร็กทำได้ยาก ส่งผลให้หัวอ่านมีขนาดกว้างกว่าแทร็กข้อมูลมาก [4] ซึ่งทำให้สัญญาณอ่านกลับที่ได้ถูกรบกวนโดยการแทรกสอดเชิงสัญลักษณ์ (ISI: Inter-symbol interference) และ การแทรกสอดระหว่างแทร็ก (ITI: Inter-track interference) ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจึงลดลงอย่างมาก

ในงานวิจัย [5] เสนอการอ่านแบบสองแทร็กบนสื่อบันทึกอุดมคติเชิงแม่เหล็กกริดแบบเยื้อง ซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีการทดลองกับระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดีย ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอการอ่านข้อมูลหลายแทร็กบนระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดียกริดแบบเยื้อง โดยมีการพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากความผันผวนของตำแหน่ง และ ขนาดของไอแลนด์ร่วมด้วย จากนั้นเทคนิคการชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริงจะถูกนำมาใช้เพื่อลดปัญหาขนาดของหัวอ่าน โดยจะมีการนำเทคนิคผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

2. แบบจำลองช่องสัญญาณอ่าน/เขียน

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาไอแลนด์รูปทรงหกเหลี่ยมมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 12 นาโนเมตร ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของแต่ละไอแลนด์เท่ากับ 16 นาโนเมตร จึงได้เป็นความหนาแน่นเชิงพื้นที่เท่ากับ



รูปที่ 1 ตัวอย่างบิตแพทเทิร์นมีเดียกริดแบบเยื้องที่ 2.5 Tb/in^2 ถูกปกคลุมด้วยผลตอบสนองความไวของหัวอ่าน [6]

2.5 เทระบิตต่อตารางนิ้ว ในรูปที่ 1 แสดงตัวอย่างบิตแพทเทิร์นมีเดียกริดแบบเยื้องที่ซึ่งถูกปกคลุมด้วยผลตอบสนองความไวของหัวอ่าน (Read-head sensitivity response) [6] โดยในการจำลองกำหนดให้พิกเซลมีขนาด 0.01×0.01 ตารางนาโนเมตร โดยไอแลนด์ทรงหกเหลี่ยมเกิดจากพิกเซลประกอบกันจนได้ตามขนาดที่ต้องการ การจำลองเปอร์เซ็นความผันผวนของตำแหน่งของไอแลนด์กำหนดโดย

$$P_{\text{fluctuation}} = \frac{T_{\text{fluctuation}}}{T_x} \times 100 \qquad (1)$$

โดย $T_{\text{fluctuation}}$ คือ ระยะความผันผวนที่มากที่สุดระหว่างจุดศูนย์กลางของไอแลนด์อุดมคติ กับ จุดศูนย์กลางของไอแลนด์จริง โดยระยะดังกล่าวมีการกระจายตัวแบบปกติ และ T_x คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของแต่ละไอแลนด์ ส่วนการจำลองเปอร์เซ็นความผันผวนของขนาดของไอแลนด์กำหนดได้โดย

$$S_{\text{fluctuation}} = \frac{L_{\text{fluctuation}}}{L_x} \times 100 \qquad (2)$$

โดย $L_{\text{fluctuation}}$ คือ ความกว้างที่เป็นไปได้ของไอแลนด์จริงเทียบกับ ความกว้างของไอแลนด์อุดมคติ มีการกระจายตัวแบบปกติ L_x คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของไอแลนด์

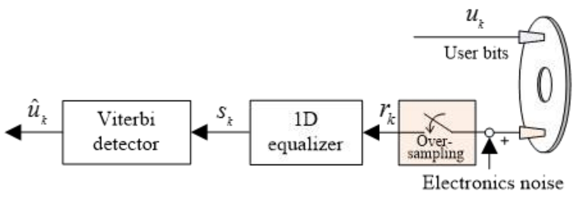
ในงานวิจัยนี้สัญญาณอ่านกลับได้มาจากการคอนโวลูชันแบบ 2 มิติระหว่างสภาพความเป็นแม่เหล็ก กับ ผลตอบสนองความไวของหัวอ่านที่ครอบคลุมแทร็กข้อมูลที่ต้องการอ่านรวมทั้งแทร็กข้างเคียงด้วย โดยตำแหน่งจุดศูนย์กลางของผลตอบสนองความไวของหัวอ่านจะอยู่ระหว่างกึ่งกลางของแทร็กข้อมูล 2 แทร็กดังรูปที่ 1 จากนั้นสัญญาณอ่านกลับที่ได้ยังถูกรบกวนโดยสัญญาณรบกวน ซึ่งจำลองมาจากสัญญาณรบกวนเกาส์เซียนสีขาวแบบบวก (AWGN: Additive-white Gaussian noise) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 สุดท้ายสัญญาณอ่านกลับที่ได้นั้นจะถูกชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริง โดยตำแหน่งของการชักตัวอย่างข้อมูลนั้นจะเป็นตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแต่ละไอแลนด์ของทั้ง 2 แทร็กข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 1

3. ระบบที่นำเสนอ

ระบบที่นำเสนอจะใช้เทคนิคผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุดร่วมกับการชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริงเพื่อให้อัตราบิตผิดพลาดลดลง (BER: Bit-error rate) ในรูปที่ 2 ลำดับข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามาในระบบ u_k จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนก่อนที่จะถูกเขียนควบคู่กันไปลงบนสื่อบันทึก ถัดมาสัญญาณอ่านกลับ r_k จะถูกอีควอไลซ์โดยอีควอไลเซอร์แบบ 1 มิติ (1D Equalizer) ได้เป็นลำดับข้อมูล s_k ออกมา จากนั้นลำดับข้อมูล s_k จะถูกส่งไปยังวงจรตรวจหาวีเทอร์บิแบบ 1 มิติ (1D Viterbi detector) เพื่อทำการตัดสินใจลำดับบิตข้อมูลที่ควรจะเป็นมากที่สุด โดยช่องสัญญาณผลตอบสนองบางส่วนมีสัมประสิทธิ์เป็น (1, 2, 1) หรือ พีอาร์ทู (PR2) ถูกใช้ในการออกแบบอีควอไลเซอร์แบบ 1 มิติ

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองจะทำการวัดประสิทธิภาพของระบบผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุดเปรียบเทียบระหว่างการอ่านข้อมูลหลายแทร็ก กับ การอ่านข้อมูลแบบปกติที่ซึ่งตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของผลตอบสนองความไวของหัวอ่านจะอยู่กึ่งกลางของแทร็กที่สนใจ โดยจะพิจารณาจากอัตราบิตผิดพลาดที่ความหนาแน่นเชิงพื้นที่เท่ากับ 2.5 เทระบิตต่อตารางนิ้ว โดยกำหนดให้ค่าอัตราส่วนสัญญาณ ต่อสัญญาณรบกวน (SNR: Signal-to-noise ratio) มีค่าอยู่ที่ 20 เดซิเบล ในรูปที่ 3(a) เป็นผลการทดลองของระบบการอ่านแบบปกติ ที่พบว่าค่าอัตราบิตผิดพลาดมีค่าสูงกว่า 10^{-3} ที่เปอร์เซ็นความผันผวนของตำแหน่งและขนาดของไอแลนด์ทุกระดับ อย่างไรก็ตามในรูปที่ 3(b) เป็นผลการทดลองของระบบการอ่านข้อมูลหลายแทร็ก พบว่าอัตราบิตผิดพลาดเริ่มเกิดขึ้นที่เปอร์เซ็นความผันผวนของตำแหน่งประมาณ 6.2% กรณีไม่มีเปอร์เซ็นความผันผวนของขนาด อีกทั้งยังพบว่าที่เปอร์เซ็นความผันผวนของขนาดของไอแลนด์ที่ 6.25% ซึ่งเป็นกรณีที่ความผันผวนมีความรุนแรงมากที่สุดที่นำมาศึกษา ให้ค่าอัตราบิตผิดพลาดต่ำกว่า 10^{-3} ในทุกระดับเปอร์เซ็นความผันผวนของตำแหน่งไอแลนด์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าอัตราบิตผิดพลาดที่ต่ำที่สุดของระบบการอ่านแบบปกติ



รูปที่ 2 แบบจำลองช่องสัญญาณแบบผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุดที่ทำร่วมกับการชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริง

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองช่องสัญญาณระบบบันทึกแบบบิตแพทเทิร์นมีเดียพร้อมทั้งพิจารณาความผันผวนของไอแลนด์เนื่องจากทั้งตำแหน่งและขนาด โดยหัวอ่านทำการอ่านข้อมูลแบบสองแทร็กพร้อมกันได้เป็นสัญญาณอ่านกลับ จากนั้นทำการชักตัวอย่างข้อมูลแบบเกินจริงเพื่อให้ได้เป็นลำดับข้อมูล ซึ่งในการทดลอง ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบใช้เทคนิคผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่า เมื่อเทียบกับการอ่านข้อมูลแบบทั่วไป ระบบที่นำเสนอนี้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่ามาก

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (TRF) วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง และ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Wood, “The feasible of magnetic recording at 1 Terbit per square inch,” *IEEE Trans. Magn*., vol. 36, no. 1, pp. 36-42, Jan. 2000.

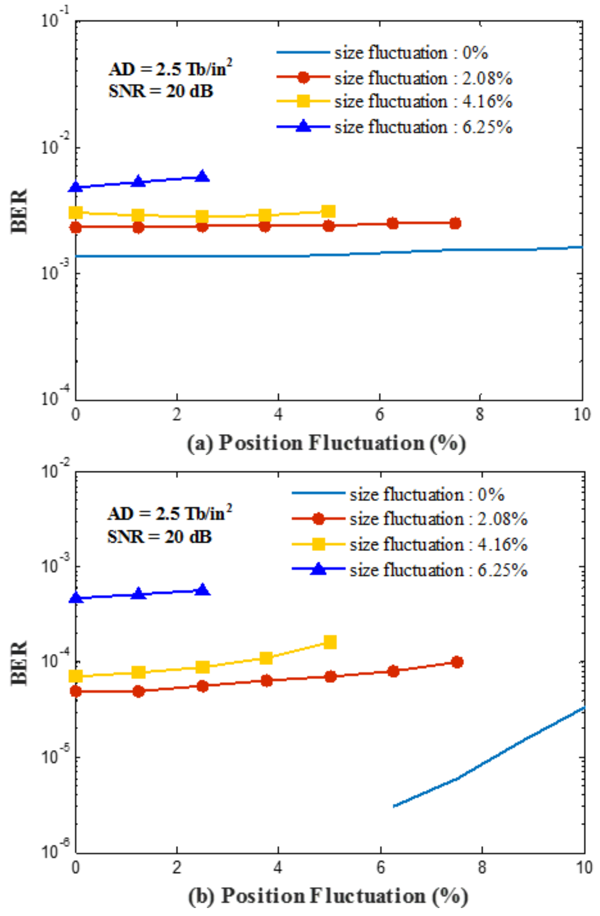
[2] B. D. Terris, T. Thomson, and G. Hu, “Patterned media for future magnetic data storage,” Microsystem Technologies, vol. 13, no. 2, pp. 189-196, 2007.

[3] H. J. Richter et al., Recording potential of bit-patterned media,” Appl. Phys. Lett., vol. 88, pp. 222512, 2006.

[4] R. Wood, M. Williams, A. Kavcic, and J. Miles, “The feasible of magnetic recording at 10 Terbit per square inch on conventional media,” *IEEE Trans. Magn.*, vol. 45, no. 2, pp. 917-923, Feb. 2009.

[5] H. Muraoka and S. J. Greaves, “Two-track reading with a wide-track reader for shingled track recording,” *IEEE Trans. Magn*., vol. 51, no. 11, pp. 3002404, Nov. 2015.

[6] M. Yamashita et al., “Read/write channel modeling and two-dimensional neural network equalization for two-dimensional magnetic recording,” *IEEE Trans. Magn*., vol. 47, no. 10, pp. 3558-3561, Oct. 2011.



รูปที่ 3 อัตราบิตผิดพลาดของระบบเทคนิคผลตอบสนองบางส่วนควรจะเป็นมากที่สุด (a) การอ่านแบบปกติ (b) การอ่านแบบหลายแทร็ก

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การจำแนกเสียงวรรณยุกต์ด้วยสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์

Polynomial Coefficients of Pitch Period for Tone Classification

ปฏิมากร จันทร์พริ้ม

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เลขที่ 1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา E-mail: patimakorn.j@hyac.in.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการศึกษาการจำแนกเสียงวรรณยุกต์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากพื้นเสียงพยัญชนะและสระเดียวกันแต่มีเสียงวรรณยุกต์แตกต่างกัน อีกทั้งยังเปรียบเทียบผลลัพธ์ดังกล่าวกับผลลัพธ์ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของการประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามจากเสียงพูดเดียวกันอีกด้วย จากการทดลองใช้เสียงพูดเพศหญิงพูดคำว่า ‘อา’ ‘อ่า’ ‘อ้า’ ‘อ๊า’ ‘อ๋า’ บันทึกคำละ 5 ครั้ง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์เป็นคุณลักษณะเด่นที่สามารถจำแนกเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนยกเว้นพื้นเสียงวรรณยุกต์เอกกับตรีให้ค่าที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามที่ได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและใกล้เคียงกันสำหรับทุกวรรณยุกต์

คำสำคัญ: สัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์, สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น

Abstract

This article describes a study on tone classification using polynomial coefficients of pitch period. For the same consonant and vowel, but different tones, polynomial coefficients of pitch period are considered. In addition, these results of polynomial coefficients of pitch period are compared with the results of the 3rd order Linear Predictive Coding coefficients for the same words. For a female speech, five tonal marks of ‘/aa/’ are repeated five times. The results show that tones are classified by polynomial coefficients of pitch period, excepting the speech of the second(èek) and the forth(dtrii) tonal marks, while whose 3rd order Linear Predictive Coding coefficients offer the same trends for all tonal marks.

Keywords: polynomial coefficients of pitch period, Linear Predictive Coding coefficients

1. บทนำ

คุณลักษณะเด่นที่เป็นตัวแทนของเสียงพูดเป็นสิ่งสำคัญมากในกระบวนการรู้จำหรือจำแนกเสียงพูด ทั้งนี้คุณลักษณะเด่นใดๆ อาจเหมาะสมสำหรับเสียงพูดรูปแบบหนึ่งแต่อาจไม่เหมาะสมสำหรับเสียงพูดอีกรูปแบบหนึ่งก็ได้เนื่องจากคุณลักษณะเด่นนั้นไม่ได้ดึงเอาคุณลักษณะสำคัญที่ทำให้เห็นความแตกต่างของเสียงพูดทั้งสองรูปแบบได้อย่างชัดเจน จึงทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเด่นของเสียงพูดที่หลากหลาย[1] พบว่ามี 1) กลุ่มค่าคุณลักษณะเด่นระดับสูง(High level feature) ได้แก่ สำเนียงการพูด รูปแบบในการพูด และความเร็วในการพูด เป็นต้น 2) กลุ่มค่าคุณลักษณะเด่นทางฉันทลักษณ์(Prosodic feature) เช่น ค่าความถี่มูลฐาน(Fundamental frequency) และความถี่ฟอร์แมนต์(Formant frequency) เป็นต้น และ 3) กลุ่มค่าคุณลักษณะเด่นแบบเอนเวโลปของสเปกตรัม(Spectrum envelop feature) เช่น สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น(Linear prediction coefficients: LPC) และสัมประสิทธิ์เซปสตรัล(Cepstral coefficient) เป็นต้น

สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นคุณลักษณะเด่นที่ได้รับความนิยมเป็นเบื้องต้นในการใช้แทนคุณลักษณะของเสียงพูดเนื่องจากให้ผลการรู้จำเสียงพูดได้ดีและมีอัลกอริทึมไม่ซับซ้อน[2,3,4] อย่างไรก็ตามเสียงพูดที่ขึ้นต้นด้วยพื้นเสียงพยัญชนะและสระเดียวกันแต่มีวรรณยุกต์แตกต่างกันจะมีเอนเวลโลปของสัญญาณใกล้เคียงกันจึงควรใช้คุณลักษณะเด่นที่สามารถแยกเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันออกจากกันได้แม้จะมีพื้นเสียงพยัญชนะและสระเดียวกัน

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการจำแนกเสียงวรรณยุกต์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ซึ่งเคยได้รับการวิจัยให้เป็นคุณลักษณะเด่นหนึ่งร่วมกับคุณลักษณะเด่นอื่นๆ เพื่อรู้จำเสียงพูดตัวเลขภาษาไทย 0-9[5] ซึ่งคุณลักษณะเด่นอื่นๆ ได้แก่ ค่าระยะเวลาในการออกเสียง ค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น ค่าความหนาแน่นกลุ่มความถี่ฟอร์แมนต์ ค่าผลรวมของความหนาแน่นของสเปกตรัมเชิงกำลังในแต่ละกลุ่มความถี่ และการพิจารณาเสียงพยัญชนะกัก/ไม่กักสำหรับกรณีตัวเลข 5 กับ 9 อย่างไรก็ตามในงานวิจัยดังกล่าวไม่ได้แสดงให้เห็น

การจำแนกเสียงวรรณยุกต์ทั้งหมดได้แก่ สามัญ เอก โท ตรี และจัตวา งานวิจัยนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ที่ได้จากพื้นเสียงพยัญชนะและสระเดียวกันแต่มีเสียงวรรณยุกต์แตกต่างกันทั้ง 5 เสียง อีกทั้งยังเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับผลลัพธ์ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของการประมาณพันธะเชิงเส้นจากเสียงพูดเดียวกันอีกด้วย

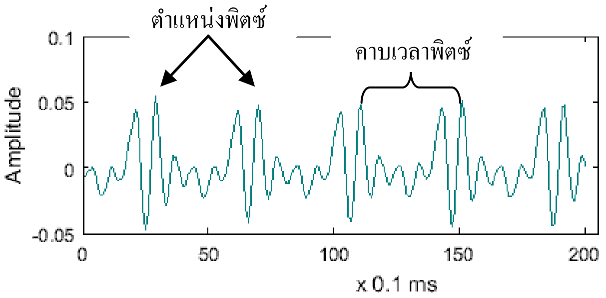
2. หลักการ

2.1 การหาขอบเขตของเนื้อเสียง

หาขอบเขตของเนื้อเสียงโดยใช้หลักการคอนโวลูชั่นสัญญาณเสียงตลอดช่วงที่บันทึกกับหน้าต่างชนิดสี่เหลี่ยมเช่นเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้านี้[2]

2.2 การกำหนดตำแหน่งพิตซ์

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งพิตซ์หรือตำแหน่งที่มียอดสูงสุดของสัญญาณในช่วงที่มีรูปร่างซ้ำกันของเสียงก้อง ส่วนระยะเวลาระหว่างตำแหน่งพิตซ์ที่ติดกันคือคาบเวลาพิตซ์ การตรวจจับตำแหน่งพิตซ์กระทำโดยเลื่อนหน้าต่างชนิดสี่เหลี่ยมตลอดสัญญาณเสียง ตำแหน่งสูงสุดที่อยู่กึ่งกลางหน้าต่างจะถูกพิจารณาให้เป็นตำแหน่งพิตซ์โดยความกว้างของหน้าต่างต้องมากกว่าคาบเวลาพิตซ์และน้อยกว่าสองเท่าของคาบเวลาพิตซ์[5] ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตรวจจับตำแหน่งพิตซ์ได้ถูกต้อง การศึกษานี้ใช้ความกว้างของหน้าต่างเท่ากับ 6ms(60 จุด อัตราการสุ่มเท่ากับ10 kHz) ซึ่งเป็นความกว้างที่เหมาะสมกับเสียงผู้ทดสอบ



รูปที่ 1 ตำแหน่งพิตซ์และคาบเวลาพิตซ์ของสัญญาณเสียงคำว่า ‘อา’

2.3 สัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์

งานวิจัยที่ผ่านมา[5] แสดงว่า “ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์(polynomial coefficients of pitch period) หาได้จากการประมาณข้อมูลคาบเวลาพิตซ์ตามวิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยสุด (Least Square) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามก็คือ ค่าตัวแปรเสริมที่ทำให้

$$E(a_0, a_1, ..., a_m) = \sum_{r=0}^{n} e_r^2 = \sum_{r=0}^{n} [f_r - F(x_r; a_0, a_1, ..., a_m)]^2 \quad \textbf{(1)}$$

มีค่าน้อยที่สุด โดยที่ $m < n$

เมื่อ $a_0, a_1 ..., a_m$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ประมาณข้อมูล

m คือ อันดับของฟังก์ชันที่ทำการประมาณข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

x_r คือ ตำแหน่งของข้อมูลคาบเวลาพิตซ์

f_r คือ ฟังก์ชันข้อมูลคาบเวลาพิตซ์จริง

$F(x_r; a_0, a_1, ..., a_m)$ คือ ฟังก์ชันซึ่งประมาณข้อมูลของ f_r

e_r คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่แต่ละจุดระหว่าง f_r และ $F(x_r; a_0, a_1, ..., a_m)$

ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันหลายตัวแปรที่ต้องการคือค่าตัวแปรที่ทำให้ $\frac{\partial E}{\partial a_k} = 0$ และเนื่องจาก $F(x) = a_0\phi_0(x) + a_1\phi_1(x) + ... + a_m\phi_m(x)$ เมื่อ $\phi_k(x)$ เป็นฟังก์ชันมูลฐาน ทำให้ได้ $\frac{\partial F(x_r; a_0, a_1, ..., a_m)}{\partial a_k} = \phi_k(x_r)$ เมื่อ $k = 0,1,..., m$ ดังนั้นตัวแปรเสริมที่ต้องการคือ $a_0^*, a_1^*, ..., a_m^*$ ที่ทำให้

$$\sum_{r=0}^{n} [f_r - a_0^*\phi_0(x_r) - a_1^*\phi_1(x_r) - ... - a_m^*\phi_m(x_r)]\phi_k(x_r) = 0 \quad (2)$$

เมื่อฟังก์ชันมีอันดับเท่ากับ 2 และ $\phi_k(x) = x^k$, $k = 0,1,2$ จะได้ระบบสมการดังนี้

$$\begin{aligned}
(n+1)a_0^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r)a_1^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r^2)a_2^* &= \sum_{r=0}^{n} f_r \\
(\sum_{r=0}^{n} x_r)a_0^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r^2)a_1^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r^3)a_2^* &= \sum_{r=0}^{n} x_r f_r \quad (3) \\
(\sum_{r=0}^{n} x_r^2)a_0^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r^3)a_1^* &+ (\sum_{r=0}^{n} x_r^4)a_2^* &= \sum_{r=0}^{n} x_r^2 f_r
\end{aligned}$$

แก้สมการหาค่าสัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์ทำให้ได้ฟังก์ชันการประมาณข้อมูลเป็น $F(x) = a_0^* + a_1^*x + a_2^*x^2$ และมีสัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์ที่ได้จากวิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดเป็น a_0^*, a_1^*, a_2^*”

2.4 สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น

ค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น(Linear Predictive Coding Coefficients) หาได้จากสมการที่ 4 โดยพิจารณาจากผลรวมเชิงเส้นของสัญญาณที่ทราบค่าแล้วก่อนหน้าจำนวน p ค่า งานวิจัยนี้ใช้การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 3[5]

$$\hat{x}_t = -\sum_{i=1}^{p} \alpha_i x_{t-i} \quad (4)$$

$\hat{x}_t$ คือ สัญญาณค่าถัดไปที่ทำนาย

x_t คือ สัญญาณที่ทราบค่าแล้ว

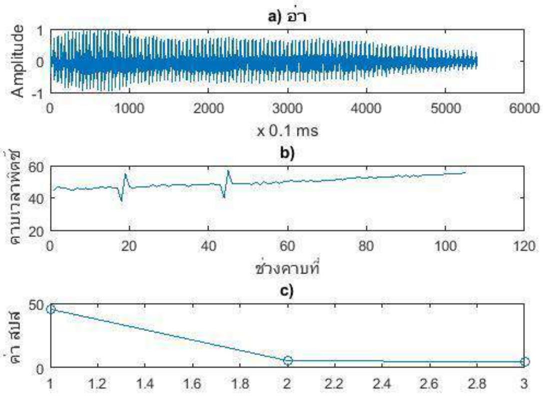
α_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น

3 วิธีดำเนินการ

ใช้ผู้ทดสอบวัยกลางคนเพศหญิง 1 คนพูดคำโดด บันทึกเสียงพูดแบบ mono ด้วยอัตราการสุ่มเท่ากับ 10 kHz(แต่ละจุดห่างกัน 0.1ms) ความละเอียด 16 bits คำที่ทดสอบเลือกใช้เป็นคำเป็น(คำที่ผสมด้วยสระเสียงยาวในแม่ ก กา) และขึ้นต้นด้วยอักษรกลางทำให้มีพื้นเสียงเป็นสามัญ ผันได้ 5 เสียง คือ สามัญ เอก โท ตรี จัตวา ให้เสียงและรูปตรงกัน [6] โดยเลือกใช้ คำว่า 'อา' 'อ่า' 'อ้า' 'อ๊า' 'อ๋า' บันทึกคำละ 5 ครั้ง ทำให้ได้ข้อมูลเสียงพูดทั้งหมด 25 ข้อมูล เสียงพูดทั้งหมดถูกนำไปหาสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามและสัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์เพื่อเปรียบเทียบผลความแตกต่างของแต่ละเสียงที่ได้จากแต่ละคุณลักษณะเด่น

4. ผลการทดลอง

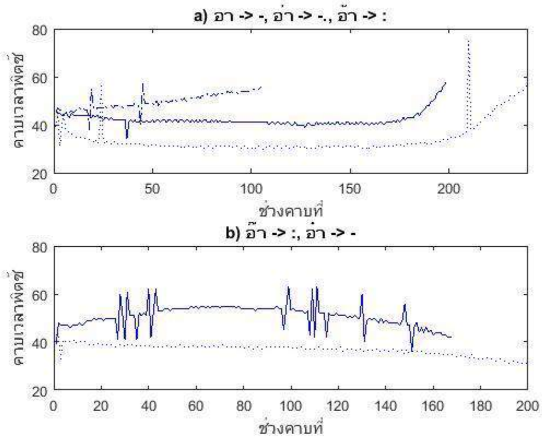
ตัวอย่างสัญญาณเสียงพูดของคำว่า 'อ่า' แสดงในรูปที่ 2a) ส่วนรูปที่ 2b) แสดงกราฟของคาบเวลาพิตซ์ที่ตรวจจับได้ของสัญญาณเสียงในรูป 2a) และสัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์ที่สอดคล้องกันแสดงในรูปที่ 2c)



รูปที่ 2 a) สัญญาณเสียงพูดของคำว่า 'อ่า'
b) คาบเวลาพิตซ์ที่ตรวจจับได้ของสัญญาณเสียงในรูป a)
c) สัมประสิทธิ์พหุนามอันดับสองของคาบเวลาพิตซ์ในรูป b)

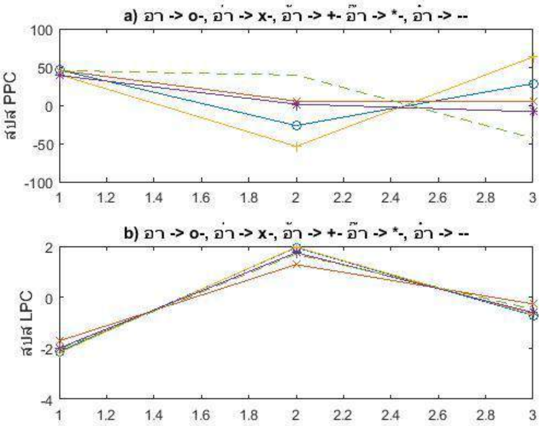
จากรูป 2b) จะสังเกตเห็นว่าช่วงคาบเวลาพิตซ์ที่ติดกันโดยส่วนใหญ่จะมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นบางช่วงที่ตรวจจับตำแหน่งพิตซ์ผิดจะให้ค่าคาบเวลาพิตซ์ที่แตกต่างออกไปมาก (ยอดแหลมที่ใกล้คาบที่ 20 กับ 42) แต่ยังคงแสดงแนวโน้มของคาบเวลาพิตซ์ในภาพรวมได้ว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นคาบเวลาพิตซ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและใกล้เคียงเส้นตรง

กราฟแสดงคาบเวลาพิตซ์ของเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันของคำว่า 'อา' 'อ่า' 'อ้า' แสดงในรูปที่ 3a) และคำว่า 'อ๊า' 'อ๋า' แสดงในรูปที่ 3b)

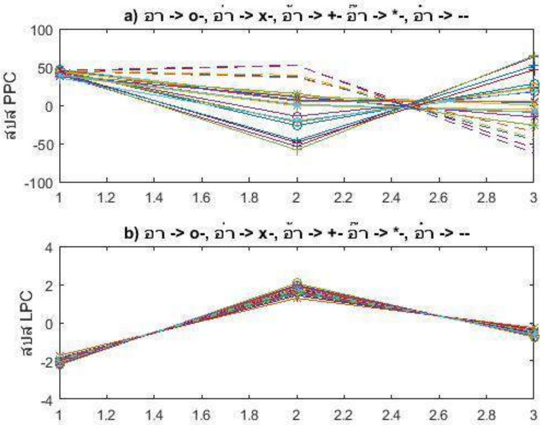


รูปที่ 3 a) คาบเวลาพิตซ์ของเสียงพูดคำว่า 'อา'(-) 'อ่า'(-.) และ 'อ้า'(:)
b) คาบเวลาพิตซ์ของเสียงพูดคำว่า 'อ๊า'(:) และ 'อ๋า'(-)

จากรูปที่ 3 จะสังเกตเห็นว่าช่วงคาบเวลาพิตซ์ที่ติดกันโดยส่วนใหญ่ยังคงมีค่าใกล้เคียงกันสำหรับทุกพื้นเสียง และพบว่าพื้นเสียงของวรรณยุกต์ต่างกันให้แนวโน้มของคาบเวลาพิตซ์ที่แตกต่างกันเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยพื้นเสียงสามัญของคำว่า 'อา' กับวรรณยุกต์โทของคำว่า 'อ้า' ให้คาบเวลาพิตซ์ช่วงปลายเสียงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีระดับของค่าที่แตกต่างกัน ขณะที่พื้นเสียงวรรณยุกต์เอกของคำว่า 'อ่า' กับวรรณยุกต์ตรีของคำว่า 'อ๊า' ให้คาบเวลาพิตซ์มีแนวโน้มใกล้เคียงเส้นตรงโดยใกล้เคียงเส้นตรงที่มีค่าเพิ่มขึ้นสำหรับวรรณยุกต์เอกและใกล้เคียงเส้นตรงที่มีค่าลดลงสำหรับวรรณยุกต์ตรี ส่วนพื้นเสียงวรรณยุกต์จัตวาของคำว่า 'อ๋า' ให้คาบเวลาพิตซ์เป็นแนวโค้งโดยช่วงปลายเสียงมีแนวโน้มลดลง



รูปที่ 4 a) สัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ที่สอดคล้องกับรูปที่ 3
b) สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามที่สอดคล้องกับรูปที่ 3



รูปที่ 5 a) สัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ของเสียงทั้งหมด
b) สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามของเสียงทั้งหมด

คาบเวลาพิตซ์ตลอดทั้งเสียงพูดสำหรับเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันทั้งห้าในรูปที่ 3 ให้ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ที่ได้จากวิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดแสดงในรูปที่ 4a) โดยมีรูปแบบเส้นกราฟเป็น o-, x-, +-, *- และ – สำหรับคำว่า 'อา' 'อ่า' 'อ้า' 'อ๊า' และ 'อ๋า' ตามลำดับ ขณะที่เสียงพูดที่สอดคล้องกับค่าที่ให้ผลลัพธ์ดังกล่าวถูกนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามและให้ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 4b)

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างจะให้ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์โดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างชัดเจนยกเว้นพื้นเสียงวรรณยุกต์เอกกับตรีที่ให้ค่าที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน (4a)) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและใกล้เคียงกันสำหรับทุกวรรณยุกต์(4b)) ผลลัพธ์ที่ได้มีผลในทำนองเดียวกันเมื่อใช้กับเสียงพูดทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 5

5. สรุป

ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์เป็นคุณลักษณะเด่นที่สามารถใช้แยกเสียงวรรณยุกต์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนยกเว้นพื้นเสียงวรรณยุกต์เอกกับตรีที่ให้ค่าที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามให้ผลลัพธ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและใกล้เคียงกันสำหรับทุกวรรณยุกต์ ค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับสามจึงไม่เหมาะสมใช้เป็นคุณลักษณะเด่นเพื่อจำแนกเสียงพื้นฐานที่มีพยัญชนะและสระเดียวกันแม้ว่ามีวรรณยุกต์แตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นคุณลักษณะเด่นหนึ่งในการรู้จำหรือจำแนกเสียงพูดที่ออกเสียงด้วยพยัญชนะและสระเดียวกันแม้มีเสียงวรรณยุกต์ต่างกัน อย่างไรก็ตามด้วยคุณลักษณะเด่นนี้เพียงอย่างเดียวอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ในกรณีพื้นเสียงวรรณยุกต์เอกกับตรี และพบว่าการตรวจจับตำแหน่งพิตซ์ให้ได้ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญมากในกระบวนการหาค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ จึงควรเลือกใช้ความกว้างของหน้าต่างที่เหมาะสมสำหรับเสียงพูดของแต่ละบุคคลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาเรื่องการจำแนกเสียงวรรณยุกต์ด้วยสัมประสิทธิ์พหุนามของคาบเวลาพิตซ์

เอกสารอ้างอิง

[1] นลินรัตน์ วิศวกิตติ และ พกิจ สุวัตถิ์, รายงานการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟในการรู้จำเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทย. มหาวิทยาลัยสยาม.

[2] P. Jantaraprim, T. Chimphet, and K. Inthavisas, "Improving Southern Thai Dialect Speech Recognition using Wavelet Transform," 7th ECTI-CARD2015, Trang, Thailand, pp.610-613, July 2015.

[3] C. Tanprasert, C. Wutiwiwatchai, and S. Sae-tang, "Text-dependent Speaker Identification Using Neural Network On Distinctive Thai Tone Marks," NECTEC Technical Journal, Vol 1, No. 6, January-February, 2000.

[4] เกรียงไกร เหลืองอำพล, การพัฒนาเทคนิคการรู้จำเสียงพูดด้วย DTW กับ LPC และ LSP. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[5] ปฏิมากร กิ้มสวัสดิ์, การศึกษาการรู้จำเสียงพูดตัวเลขภาษาไทยแบบแยกคำชนิดไม่ขึ้นกับผู้พูดโดยใช้โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2544.

[6] ชลธิชา พูนในเมือง, หนังสือชุดเสริมประสบการณ์ภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. เล่ม 1, กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2541.

การพัฒนาระบบการวัดเพื่อหาขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์

Development of the measurement system to investigate an effective radiating area of ultrasonic transducer

กรภัสร์สิษฐ์ พรมอาสา[1]
[1]ห้องปฏิบัติการคลื่นความถี่สูง กลุ่มงานมาตรฐานปฐมภูมิไฟฟ้า เวลาและความถี่ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 025-775100 E-mail: kornpatsitt@nimt.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบการการตรวจสอบคุณสมบัติสนามคลื่นอัลตร้าซาวด์ เพื่อหาขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ (Effective radiating area : A_{ER}) ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ โดยการวัดสัญญาณคลื่นอัลตร้าซาวด์ด้วยการสแกนแบบ raster scan ตัดผ่านสนามคลื่นอัลตร้าซาวด์ (Ultrasound field) ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ด้วยไฮโดรโฟน (Hydrophone) อัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์กำเนิดความถี่ 1 MHz และ 3 MHz มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 cm จะนำมาวัดหาค่าพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ A_{ER} ตามข้อแนะนำในมาตร IEC 61689:2007 ซึ่งขนาดของ A_{ER} ของทรานดิวเซอร์สามารถประเมินจากขนาดอัลตร้าซาวด์บีมจากการสแกนตัดผ่านสนามเสียงกับตัวประกอบแปลงผัน (Conversion factor) ผลของการวัดแสดงให้เห็นขนาดของ A_{ER} และของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ ลักษณะของสนามเสียง (Ultrasound field distribution) และยังแสดงให้เห็นว่าระบบพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการใช้งานและมีความน่าเชื่อถือ

คำสำคัญ: พื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์, ไฮโดรโฟน, สนามเสียง

Abstract

This article presents a research on the development of measurement system to investigate an effective radiating area (A_{ER}) of ultrasonic transducers by mapping of ultrasonic field scan in raster scan. The ultrasonic transducers of 1 MHz and 3 MHz, and diameters of 1.27 cm are used to investigate the A_{ER}. The measurement protocol was developed based on national standard IEC 61689:2007 with ultrasound field by ultrasonic hydrophone. The A_{ER} can be determined by the relation of the beam area and convention factor. The measurement was performed using the ultrasound pressure field mapping system. The measurement result indicates the A_{ER}, the ultrasound field distribution and also shows that the developed measurement system is the system's adequacy and reliability

Keywords: Effective radiating area, Hydrophone, Acoustic field,

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการเอาคลื่นอัลตร้าซาวด์มาใช้กันอย่างแพร่หลายในทางการแพทย์ เช่น การใช้สำหรับบำบัดอาการเจ็บกล้ามเนื้อ[1] การสลายนิ่ว[2] การผ่าตัดมะเร็ง[3] เป็นต้น โดยส่วนใหญ่คลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ใช้งานกายภาพบำบัดนั้นอยู่ในช่วงความถี่ 1 MHz ถึง 3 MHz เพื่อบำบัดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ [1] [4] โดยในการรักษาจะพิจารณาปริมาณในการรักษา (Treatment dosage) ที่แตกต่างกันทั้งด้านกำลังงาน (Ultrasound power) และระยะเวลา (Time) การสแกนอัลตร้าซาวด์กายภาพบำบัดเพื่อที่จะเพิ่มความร้อนในเนื้อเยื่อให้ถึงระดับที่ต้องการ[5] ขณะเดียวกันคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ระดับความเข้มข้นสูงที่ปล่อยมาจากสู่เนื้อเยื่อของผู้ป่วยนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในเนื้อเยื่อซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อทางชีวะวิทยา (Biological tissue) จากอุณหภูมิที่สูง (Thermal effect) คลื่นผลักดันอย่างฉับพลัน (Shock wave) และ cavitation[5] ในขณะที่ประสิทธิภาพความเข้มข้นของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (Ultrasound intensity) ของเครื่องอัลตร้าซาวด์กายภาพบำบัดนั้นถูกจำกัดไว้ที่ 3 W/cm^2 เพื่อป้องกันการเสียหายต่อผู้ป่วย [5] โดยปริมาณความเข้มข้นของคลื่นอัลตร้าซาวด์จะได้จากค่ากำลังงานสูงสุด (Maximum ultrasound output power) และขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์

การบำบัดผู้ป่วยด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ นักกายภาพบำบัดจะพิจารณาถึงความเข้มข้นของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (Spatial average intensity, SAI) และระยะเวลาสแกน ซึ่งหมายความถึงปริมาณในการรักษาและยังนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในเนื้อเยื่อ [6] องค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (US food and drug administration) ได้วางแนวทางสำหรับผลิตภัณฑ์อัลตร้าซาวด์สำหรับ

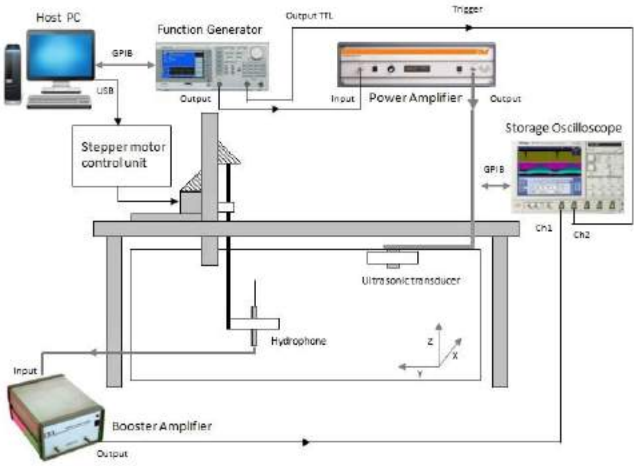
กายภาพบำบัด เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบเครื่องอัลตร้าซาวด์กายภาพบำบัด เช่น กำลังงานของคลื่นอัลตร้าซาวด์ต้องมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 20% จากระดับกำลังงานที่กำเนิด และจะต้องรายงานขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ (A_{ER}) ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ด้วย ขณะที่ผู้ผลิตบางรายจะรายงานขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ในแต่ละอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ แต่ผู้ผลิตหลายรายจะรายงานขนาดพื้นที่เฉลี่ยของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์และมีค่าความผิดพลาดประมาณ ± 20% ถึง ± 25%

ในการผลิตเครื่องอัลตร้าซาวด์กายภาพบำบัดเพื่อจำหน่าย บริษัทผู้ผลิตจะพิจารณาปริมาณกำลังงานเฉลี่ยของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (SAI) จากค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่ของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ ที่มีค่าความความผิดพลาดสูง ทำให้ค่ากำลังงานเฉลี่ยของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (SAI) มีค่าผิดพลาดสูงตามไปด้วยประมาณ 150% [1] ซึ่งไม่เป็นไปตามแนวทางขององค์การอาหารและยา ฉะนั้นการได้มาของขนาดพื้นของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ที่ใกล้เคียงกับขนาดจริงจะสามารถประเมินปริมาณคุณภาพของการรักษาด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ถูกต้องยิ่งขึ้น

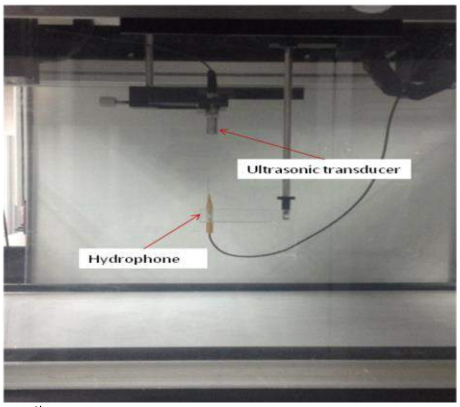
ในการหาขนาดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ (A_{ER}) สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ มีความพยายามพัฒนาระบบทดสอบ (Testing) การวัด (Measurement) และการสอบเทียบ (Calibration) เพื่อให้บริการ ซึ่งในบทความนี้จะพัฒนาระบบการวัด A_{ER} โดยการหาพื้นที่ของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ตามวิธีการของมาตรฐานสากล IEC 61689:2007 โดยใช้ไฮโดรโฟนสแกนตัดผ่านสนามเสียง (Acoustic field) ซึ่งกำเนิดจากอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 cm สำหรับกำเนิดความถี่อัลตร้าซาวด์ 1 MHz และ 3 MHz โดย A_{ER} จะประเมินจากขนาดของสนามเสียง (ultrasonic pressure field mapping system) จากผลการวัดแสดงให้เห็นว่าระบบการวัดที่ได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการใช้งานและมีความน่าเชื่อถือ

2. ระบบการวัดหาขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์

ระบบการวัดคุณสมบัติสนามเสียงของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ที่ผลิตจากบริษัท Precision acoustics Ltd จะนำมาใช้ในการวัดขนาด A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ และแสดงได้ดังรูปที่1 โดยที่ระบบการวัดจะประกอบด้วย อัลตร้าซาวด์แท็งค์และชุดควบคุมการสแกน ขนาด 1 m x 0.5 m x 0.5 m ซึ่งแท็งค์ขนาดใหญ่พอที่จะทำการวัดและทำการสอบเทียบในย่านความถี่สูง (0.5 MHz ถึง 60 MHz) ชุดควบคุมการสแกนจะทำการเคลื่อนไหวอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์หรือไฮโดโฟนตามแกน X และแกน Y ขนาด 300 mm และตามแกน Z ขนาด 600 mm โดยที่แกน X Yและ Z มีความละเอียด 0.001mm และความสามารถในการทวนซ้ำ (repeatability) ±0.006 mm ไฮโดรโฟน ที่ใช้ในการตรวจจับคลื่นอัลตร้าซาวด์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 mm จะตั้งขนานกับผิวหน้าของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์และวางห่างจากหน้าสัมผัสของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ 0.3 cm ดังรูปที่ 2 โดยความละเอียดในการสแกน 1 mm ซึ่งควบคุมผ่านโปรแกรมการวัด UMS3 (Precision acoustics ltd)



รูปที่ 1 ระบบการวัดเพื่อหาขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์



รูปที่ 2 การติดตั้งหัวอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์และไฮโดรโฟนในถังสแกน

คลื่นอัลตร้าซาวด์จะกำเนิดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า (Function generator: AFG3101, Tektronix) และขยายกำลังไฟฟ้าเครื่องขยายกำลังไฟฟ้า (RF power amplifier :75A250A, AR) เพื่อป้อนสัญญาณให้กับอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ความถี่ 1 MHz และ 3 MHz คลื่นอัลตร้าซาวด์ถูกตรวจวัดด้วยไฮโดรโฟนผ่านเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope : DPO7054, Tektronix) และบันทึกในโปรแกรมของการวัด

เพื่อที่จะพิจารณาขนาดของ A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ ผลการวัดจะนำไปประเมินผลด้วยโปรแกรม PEE (Precision acoustics Ltd) ซึ่งจะได้ขนาดของอัลตร้าซาวด์บีม (Ultrasound bream) ของการสแกนที่ตำแหน่ง (A_{BCS} (0,3)) โดยที่ A_{ER} จะพิจารณาที่ -6 dB จากขนาดของบรีม [5]

3. การหาขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ (A_{ER})

การหาขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์จะพิจารณาจากขนาดพื้นที่ของอัลตร้าซาวด์บีมจากการสแกนแบบ cross-section (raster scan) ที่ระยะห่างจากผิวหน้าอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ 0.3 cm (A_{BCS} (0,3)) คูณกับตัวประกอบแปลงผัน (Conversion factor : F_{AC}) ดังสมาการที่ 1 [5]

$$A_{ER} = A_{BCS}(0,3)\cdot F_{AC} \qquad (1)$$

ตัวประกอบแปลงผัน $F_{AC} = 1.354$ [5] จะใช้เพื่อจะแปลงขนาดของพื้นที่ที่ได้จากการวัดให้มีค่าใกล้เคียงกับขนาดพื้นที่จริง ซึ่งจะพิจารณาเป็น 100% ของผลรวมค่าความดันเสียง (Total mean square acoustic pressure) [4]

ขนาดของพื้นที่ได้จากวัด (A_{BCS} (0,3)) มาจาก $n\cdot s^2$ โดยที่ s^2 คือ ขนาดในการสแกน และ n คือ ความละเอียดในการสแกน [4]

$$\frac{1}{M_L^2}\sum_{i=1}^{N}V_i^2 \le \frac{0.75}{M_L^2}\sum_{i=1}^{N}V_i^2 < \frac{1}{M_L^2}\sum_{i=1}^{N}V_i^2 \qquad (2)$$

โดย V_i^2 คือโวลเตจเอาท์พุทที่ได้จากการสแกนลำดับที่ i ส่วน N คือจำนวนจุดในการสแกน และ M_L^2 คือค่าความไวของไฮโดรโฟน (Hydrophone sensitivity) แต่ในมาตรฐานสากล IEC 61689:2007 [5] ไม่ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนสนามเสียงไปเป็นสนามแรงดันเสียง ดังนั้นการหาขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์สามารถหาได้จาก[4]

$$A_{ER} = F_{AC}\cdot n\cdot s^2 \qquad (3)$$

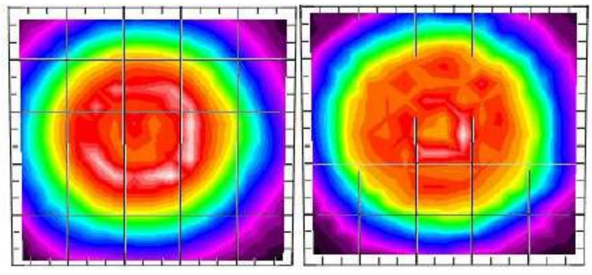
4. ผลงานวิจัย

การประเมินขนาดของ A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ที่กำเนิดความถี่ 1 MHz (V303, Panametrics) และความถี่ 3 MHz (V306, Panametrics) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัด 1.27 cm จากทำการวัด 4 ครั้ง ผลการวัด A_{ER} แสดงได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่า A_{area} ที่คำนวณจากสั้นผ่านศูนย์กลางของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์มีขนาด 1.267 cm^2 ซึ่งแตกต่างจากค่า A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ที่กำเนิดความถี่ 1 MHz ที่ได้จากการวัดเล็กน้อย โดยค่าที่วัดได้สูงสุด 1.232 cm^2 และวัดได้ต่ำสุด 1.162 cm^2 โดยที่ขนาดของ A_{ER} ที่ได้จากการวัดของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ความถี่ 3 MHz มีแนวโน้มเดียวกับอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ความถี่ 1 MHz มีขนาดพื้นที่สูงสุดคือ 1.326 cm^2 และต่ำสุดคือ 1.232 cm^2 ขนาดของ A_{ER} เป็นผลมาจากการผลิตและการประกอบตัวทรานดิวเซอร์ ซึ่งทำให้เสียพื้นที่ไป ในขณะที่ผลการวัด A_{ER} มีค่ามากอาจจะเกิดจากตำแหน่งการวางของไฮโดรโฟนประกอบกับลักษณะการกำเนิดคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่ไม่คงที่ ซึ่งทำให้ผลการวัดในแต่ครั้งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยผลการวัดด้วยการสแกนผ่านสนามเสียงแสดงได้ดังรูปที่ 3 สำหรับความถี่ 1MHz และรูปที่ 4 สำหรับความถี่ 3 MHz

ตารางที่ 1 ผลการประเมินค่า A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ 1 MHz และ 3 MHz

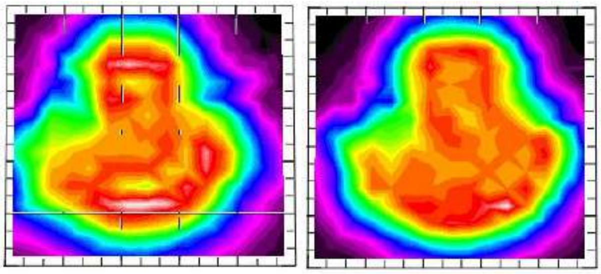
A_{area} Calculation $A_{area} = \pi D^2/4$	A_{ER}	1 MHz	3 MHz
1.267 cm^2	Test 1 (cm^2)	1.232	1.232
	Test 2 (cm^2)	1.205	1.326
	Test3 (cm^2)	1.123	1.232
	Test4 (cm^2)	1.164	1.272

รูปที่ 3 และ 4 แสดงการกระจายตัวของสนามเสียงที่ความถี่ 1 MHz และ 3 MHz จากผลการวัดแสดงพื้นที่ A_{ER} ที่สามารถปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ได้ดีและพื้นที่ที่ปล่อยคลื่นได้น้อย โดยพื้นที่ที่ปล่อยสัญญาณได้มากส่วนใหญ่จะเป็นตรงกลางของทรานดิวเซอร์ส่วนขอบของทรานดิวเซอร์จะปล่อยสัญญาณได้น้อย นอกจากนี้การกระจายตัวของสนามเสียงที่ความถี่ 1 MHz มีลักษณะกลมเหมือนพื้นที่หน้าตัดของทรานดิวเซอร์ แต่ทรานดิวเซอร์ 3 MHz จะกำเนิดสนามเสียงไม่เป็นวงกลมอันเนื่องมาจากการผลิต ซึ่งการกระจายตัวของสนามเสียงสามารถนำไปพิจารณาถึงพื้นที่ของการรักษาที่เหมาะสมของทรานดิวเซอร์กายภาพบำบัด



(a) (b)

รูปที่ 3 การกระจายตัวของคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ความถี่ 1 MHz ระยะห่าง 0.3 cm ครั้งที่ 1(a) และ 2(b)



(a) (b)

รูปที่ 4 การกระจายตัวของคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ความถี่ 3 MHz ระยะห่าง 0.3 cm ครั้งที่ 1(a) และ 2(b)

5. การพิจารณาความผิดพลาด

การพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกใช้งานของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ จะพิจารณาจากการกระจายตัวของคลื่นอัลตร้าซาวด์ (Ultrasonic field distribution) และขนดพื้นที่จริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ไม่น้อยกว่า 75% ของของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์[5] โดยขนาดของ A_{ER} จะมีขนาดเล็กที่สุดของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ที่ใช้ในการทดลองจะต้องไม่น้อยกว่า 0.950 cm^2 ดังนั้นการพิจารณาความผิดพลาดในการวัดจะพิจารณาจากค่าของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ในอุดมคติ (Y_n) เทียบกับค่าที่วัดได้ (X_n) ดังสมการที่ (4)

$$\%error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100 \qquad (4)$$

ซึ่งจะพบว่าค่าผิดพลาดสัมพันธ์ (Absolute error) ในการวัดขนาดพื้นจริงของการปล่อยคลื่นอัลตร้าซาวด์ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ 1 MHz และ 3 MHz ดังตารางที่2

ตารางที่ 2 ค่าผิดพลาดสัมพันธ์ในการวัดขนาด A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ 1 MHz และ 3 MHz

A_{ER}	1 MHz (cm^2)	%error	3 MHz (cm^2)	%error
Test 1	1.232	2.8 %	1.232	2.8 %
Test	1.205	4.9 %	1.326	4.7 %
Test3	1.123	11.4 %	1.232	2.8 %
Test4	1.164	8.1 %	1.272	0.4 %

6. สรุปผล

การพัฒนาระบบการวัดหาขนาด A_{ER} ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ ด้วยวิธีการวัดขนาดของอัลตร้าซาวด์บีมที่กำเนิดจากอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ตามมาตรฐาน IEC 61689:2007 มีจุดประสงค์เพื่อที่จะใช้วิธีการดังกล่าวในการหาค่า A_{ER} ของทรานดิวเซอร์ของเครื่องอัลตร้าซาวด์กายภาพบำบัด

จากผลการวัดแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวสามารถวัดขนาด A_{ER} มีความถูกต้องมากขึ้นทั้งอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ขนาด 1.27 cm กับความถี่ 1 MHz และ 3 MHz ซึ่งมีการใช้มากสำหรับงานกายภาพบำบัด ผลการวัดแสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่แล้วขนาดของ A_{ER} จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดพื้นที่ของหัวอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์เล็กน้อย เนื่องมาจากการผลิต ขณะที่ผลการวัดบางครั้งอาจจะมีขนาดที่เกินกว่าพื้นที่ของอัลตร้าซาวด์ทรานดิวเซอร์ ซึ่งเกิดจากระยะในการวางของหัวไฮโดรโฟนและลักษณะของการกำเนิดของอัลตร้าซาวด์บีมที่ไม่คงที่ ส่วนผลจากการสแกนตัดผ่านอัลตร้าซาวด์บีมแสดงให้เห็นพื้นที่ของหัวอัลตร้าซาวด์ที่สามารถกำเนิดคลื่นอัลตร้าซาวด์และการประเมินพื้นที่ในการบำบัดรักษา

การพัฒนาระบบการวัด A_{ER} นั้น จากผลการวัดแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานและมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งการวัดหาค่า A_{ER} สามารถนำไปคำนวณปริมาณในการบำบัดรักษา (Treatment dosage)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S.J. Straub, L.D. Johns, and S.M. Howard, "Variability in effective radiating area at 1 MHz effects ultrasound treatment intensity," Physical Therapy, vol. 88 N.1, pp50-57, January 2008.

[2] P. C. May, M. R. Bailey, and J. D. Harper, "Ultrasonic propulsion of kidney stones," Curr Opin Urol. 26(3), pp1-14, May, 2016.

[3] Yi-Hsuan Hsiao, Shou-Jen Kuo, Horng-Der Tsai, Ming-Chih Chou and Guang-Perng Yeh, "Clinical application of high-intensity focused ultrasound in Cancer Therapy," Journal of cancer, vol.7(3), pp225-231, January 2016

[4] A.V. Alrarenga, and R. P.B. Costa-felix, "Metrological aspects on therapeutic ultrasound parameters: effective radiating area and non-uniformity ration," International Congress on ultrasonics, pp643-649, January 2009.

[5] IEC 61689:2007, Ultrasonics – Physiotherapy systems – field specifications and methods of measurement in the frequency range 0.5 MHz to 5MHz.

[6] J.F. lehmann, B.J. Delateur, J.S. Stonebridge and C.G. Warren, "Therapeutic temperature distribution produced by ultrasound as modified by dosage and volume of tissue exposed. Arch Phys Med Rehabil. vol 48 (12), pp662-666, December 1976.

การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและการส่งเสริมพัฒนาการเด็กวัยแรกเกิดถึงห้าปี

The Development of Application for surveillance and promotion for early childhood (DSPAEC)

สุวรรณี ปัญยศ[1] ณรงค์ เมตไตรพันธ์[1] พิเชษฐ กันทะวัง[1] ประภาส สุวรรณ[1] ณัฐพล อุ่นยัง[1]
[1]หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120 โทรศัพท์ 053-723979 E-mail: yasarmon_2527@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของวัยแรกเกิดถึง 5 ปี (เด็กปฐมวัย) ซึ่งแอพพลิเคชั่นนี้ถูกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินพัฒนาการของเด็กปฐมวัย ตามแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (DSPM) กระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้ความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้งานที่เป็นผู้ปกครองสามารถเข้าถึงแบบประเมินและการจัดเก็บข้อมูลพัฒนาการของเด็กเพื่อประเมินเบื้องต้นได้ แอพพลิเคชั่นที่นำเสนอ พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Android Studioใน การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และใช้ MySQLite ในการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูล การทดสอบการใช้งานทำโดยวิธีการสุ่มจากผู้ใช้งานที่มีเด็กในอุปการะ จำนวน 30 คน และการประเมินผลทำโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือวัดระดับความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยการวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในการใช้งานในระดับดีมากร้อยละ 48 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31

คำสำคัญ: การประเมินพัฒนาการ, แอพพลิเคชั่นเด็ก

Abstract

In this paper, we introduce the developmental surveillance and promotion application for early childhood (DSPAEC). The purpose of the DSPAEC is to develop surveillance and promote for early childhood. The application is a mobile application based on Android studio. The evaluation and promotion methods are based on the developmental surveillance and promotion application manual (DSPM) lunched by Ministry of Public Health. The proposed application can help facilitates the parental user by allowing them to access the evaluation and development of their early childhood. The interface on the mobile application is developed by using the Android Studio program and the database management system is developed by MySQLite. For the usability testing, choosing of 30 parental users sample are accomplished by randomly. The questionnaire was used as a tool to measure the level of satisfaction in the use of the system by means of percentage, mean and deviation. The study indicated that the respondents were satisfied with their use at a very good level, 48%, mean of 4.37 and standard deviation of 0.31.

Keywords: Developmental surveillance and promotion, Early childhood, Android application

1. บทนำ

สถานการณ์ในประเทศไทยคุณภาพของคนไทยทุกกลุ่มยังมีปัญหาจากข้อมูลแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 [1] ลำดับแรกๆ คือ กลุ่มเด็กปฐมวัย (0-5 ปี) ยังมีปัญหาพัฒนาการไม่สมวัย และยังมีปัญหาพัฒนาการล่าช้ากว่าร้อยละ 27.5 การประเมินพัฒนาการเด็กแรกเกิดจนถึง 5 ปี ในประเทศไทยได้มีการพัฒนาเครื่องมือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (DSPM)[2] โดยผู้ปกครองเป็นผู้เฝ้าระวังและส่งเริมพัฒนาการของเด็กเอง จากนั้นประเมินและคัดกรองโดยเจ้าหน้าที่สารธารณสุข โดยเครื่องมือเป็นรูปแบบของสมุดบันทึกของเด็กแต่ละคน

เพื่อเป็นการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0 ด้วยการสร้างแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กที่สามารถทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อความสะดวกในการใช้งานของผู้ปกครองรวมถึงครูประจำชั้นเด็กปฐมวัย โดยอ้างอิงข้อมูลจากคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (DSPM) กระทรวงสาธารณสุข และการติดตามพัฒนาการของเด็กได้เบื้องต้น ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางพบที่ปรึกษาเพื่อประเมินพัฒนาการบ่อยครั้ง แต่หากพบปัญหาพัฒนาที่ไม่สมวัยของเด็กโดยไม่สามารถส่งเสริมด้วยตนเองได้แล้ว จะได้เร่งพบผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาการต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อใช้เป็นแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์

2.2 เพื่อการจัดเก็บข้อมูลพัฒนาการเด็กให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์และสามารถประมวลผลได้ทันที

2.3 เพื่อใช้เป็นแบบประเมินพัฒนาการอัตโนมัติ โดยอ้างอิงข้อมูลจากแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิด – 5 ปี (DSPM) ของกระทรวงสาธารณสุข

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 เกณฑ์มาตรฐานการเจริญเติบโต[3]

เกณฑ์มาตรฐานการเจริญเติบโตจะพิจารณาจากน้ำหนักตัวและส่วนสูงเป็นหลัก เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ภาวะการเจริญเติบโตในแต่ละคนว่ามีการเจริญเติบโตหรือมีพัฒนาการตามเกณฑ์มาตรฐานที่ควรเป็นหรือไม่ มี 2 รูปแบบ คือ 1) เกณฑ์มาตรฐานที่เป็นข้อมูลตัวเลข 2) เกณฑ์มาตรฐานที่เป็นกราฟ โดยใช้ข้อมูลเกณฑ์มาตรฐานการเจริญเติบโตของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543

3.2 ระบบฐานข้อมูลเอสคิวไลท์ SQLite[4]

เป็นระบบฐานข้อมูลแบบฝังตัว โดยเอสคิวไลท์จะอ่านและบันทึกข้อมูลกับไฟล์ข้อมูลผ่านไลบรารีภายในเอสคิวไลท์ มีการใช้หน่วยความจำน้อย ใช้งานง่าย สามารถใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม จึงเหมาะกับการพัฒนาระบบที่ใช้หน่วยความจำน้อย

3.3 แนวคิดในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกร์เคลื่อนที่[5]

Mobile Application ประกอบด้วยคำสองคำ คือ Mobile และ Application เมื่อนำทั้งสองคำประกอบกัน จึงหมายถึง แอพพลิเคชั่นที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ โดยที่แพพลิเคชั่นต่างๆ จะทำงานบนระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการการพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังและส่งเสริมเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการล่าช้าในจังหวัดบุรีรัมย์[6] ผลลัพธ์หลังจากการพัฒนารูปแบบ พบว่า ความครอบคลุมของการตรวจพัฒนาการและเข้าถึงบริการของเด็กที่มีพัฒนาการล่าช้าเพิ่มขึ้น ทำให้เด็กได้รับการกระตุ้น และส่งเสริมจนเด็กมีพัฒนาการปกติ และผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจในการเฝ้าระวังพัฒนาการเด็ก และทำให้ได้รูปแบบการเฝ้าระวังและส่งเสริมเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการล่าช้าที่เหมาะสม

ส่วนการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบริหารจัดการหอพักเครือข่ายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่[7] ได้ใช้วงจรการพัฒนาระบบ SDLC เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนา พัฒนาโดยโปรแกรม Intel® XDK ใช้ภาษาโปรแกรม PHP, JAVA Script, HTML5 ระบบการจัดการฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม MySQL ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถบริหารจัดการหอพักเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพในอยู่ระดับดี

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากร คือ ผู้ปกครองที่มีเด็กเล็กในความดูแลอายุตั้งแต่แรกเกิดถึง 5 ปี ที่มีอุปกรณ์เคลื่อนที่

4.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง จากกลุ่มตัวอย่างประชากรข้างต้น ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการแบบสุ่ม คือ ผู้ปกครองที่มีเด็กเล็กในความดูแลและมีอุปกรณ์เคลื่อนที่อิเล็กทรอนิกส์ใช้งาน จำนวน 30 คน

4.3 ตัวแปรศึกษา

4.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี

4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจและสิทธิภาพของแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี

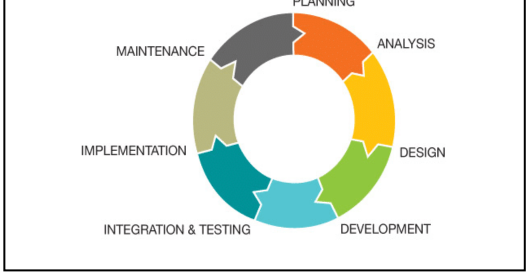
4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

4.4.1 แอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี

4.4.2 แบบสอบถามเพื่อวัดประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานของแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปีบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยการดำเนินการศึกษาตามหลักวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ตั้งแต่กระบวนการแรกจนสิ้นสุดกระบวนการ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (SDLC)[8]

5.1 การกำหนดปัญหา (Planning Definition)

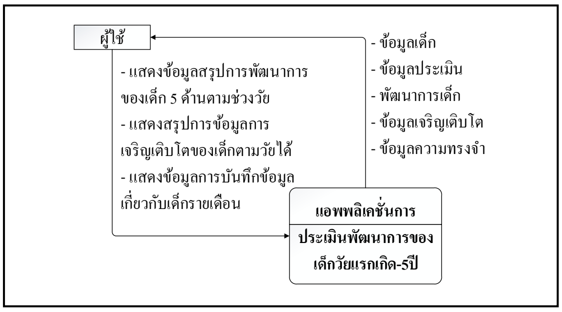
เพื่อเป็นการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0 ด้วยการสร้างแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กที่สามารถทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อความสะดวกในการใช้งานของผู้ปกครองของเด็กปฐมวัย โดยอ้างอิงข้อมูลจากคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (DSPM) กระทรวงสาธารณสุข

5.2 การวิเคราะห์ระบบ (Analysis)

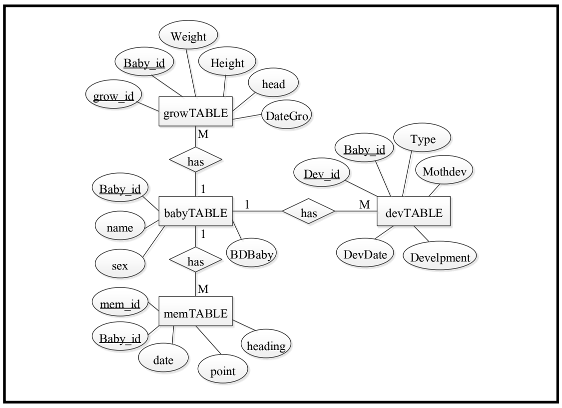
การวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำข้อมูลมากำหนดขอบเขตการทำงานของระบบ และเลือกเครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบที่เหมาะสมกับข้อมูล ระบบแสดงผลเป็นเมนูภาษาไทย

5.3 การออกแบบระบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบระบบ ใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow diagram: DFD) และ E-R Diagram เพื่อแสงรายละเอียดต่างๆ ดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3



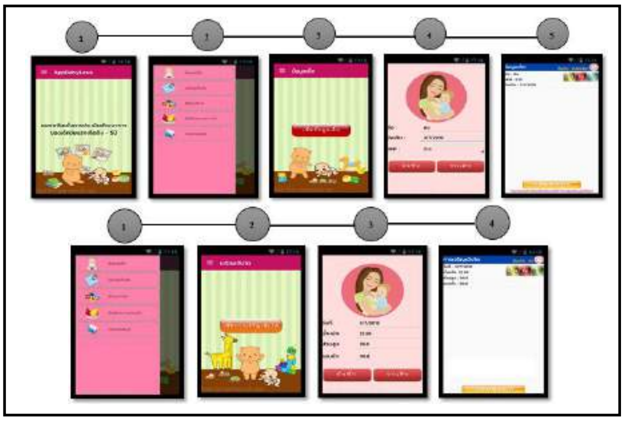
รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบด้วยแผนภาพกระแสข้อมูลแอพพลิเคชั่นฯ



รูปที่ 3 E-R Diagram ของแอพพลิเคชั่นฯ

5.4 การพัฒนาระบบ (Development)

ใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบด้วยโปรแกรม Android Studio โดยใช้ภาษา Java และระบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม SQLite



รูปที่ 5 การใช้งานการเพิ่มข้อมูลเด็กการใช้งานเมนูเพิ่มการเจริญเติบโต

จากรูปที่ 5 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของการเพิ่มข้อมูลเด็ก ดังนี้ 1) เข้าใช้งานโปรแกรม 2) เลือกเมนูเพิ่มข้อมูลเด็ก 3) กดปุ่มเพิ่มข้อมูล 4) กรอกข้อมูลให้ครบถ้วนจากนั้นกดปุ่มบันทึก 5) แสดงรายละเอียดข้อมูลเด็ก และแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของการเพิ่มข้อมูลการเจริญเติบโต ดังนี้ 1) เลือกเมนูเจริญเติบโต 2) กดปุ่มเพิ่มการเจริญเติบโต 3) กรอกข้อมูลให้ครบถ้วน 4) แสดงข้อมูลพัฒนาการ

รูปที่ 7 ภาพตัวอย่างการใช้งานเมนูเพิ่มพัฒนาการ

จากรูปที่ 7 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของการเพิ่มพัฒนาการ โดยผู้ใช้จะต้องเลือกช่วงอายุของเด็กและเลือกด้านพัฒนาการที่ต้องการประเมินและวิธีส่งเสริมพัฒนาการ และกรอกข้อมูลวันที่ที่เด็กทำได้ จากนั้นจะแสดงผลการประเมินว่าสมวัยหรือไม่ และสรุปผลพัฒนาการของเด็กแต่ละช่วงวัยในเมนูสรุปพัฒนาการทั้งหมด

5.5 การทดสอบ (Integration & Testing)

ทดสอบโดยผู้พัฒนา (Alfa) โดยการเข้าใช้งานเมนู เพื่อหาข้อบกพร่องเมื่อพบทำการปรับปรุงแก้ไขทันที และทดสอบโดยผู้ใช้งานจริง (Beta) เมื่อพบข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน นำมาปรับปรุงโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

5.6 การติดตั้ง (Implementation)

เมื่อทำการทดสอบระบบทั้งแบบอัลฟาและเบต้าแล้ว พบว่าสามารถทำงานได้จริงและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน จึงทำการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่อิเล็กทรอนิกส์ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

5.7 การบำรุงรักษา (Maintenance)

หลังจากการติดตั้งใช้งานเป็นเวลา 6 เดือน ได้สอบถามผู้ใช้งานถึงข้อบกพร่องและจุดแก้ไขเพิ่มเติม และได้ปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

6. ผลการวิจัย

ผลการประเมินหาประสิทธิภาพของระบบและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี โดยผู้ปกครองที่มีเด็กเล็กในความดูแลและมีอุปกรณ์เคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์ใช้งาน จำนวน 30 คน สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	**ระดับประสิทธิภาพ**		
	$\overline{X}$	*S.D.*	**แปลผล**
1. การติดตั้งง่ายและรวดเร็ว	4.33	0.70	ดีมาก
2. ความสวยงาม	4.33	0.62	ดีมาก
3. ความสะดวกในการใช้งาน	4.60	0.51	ดีมาก
4. รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	4.27	0.59	ดี
5. โปรแกรมประมวลผลถูกต้อง,เร็ว	4.53	0.74	ดีมาก
6. การคำนวณตัวเลขถูกต้อง	4.73	0.46	ดีมาก
7. การออกแบบเหมาะสมกับผู้ใช้งาน	4.47	0.52	ดี
8. ออกแบบตรงกับความต้องการผู้ใช้	3.73	0.80	พอใช้
สรุปรวม	**4.37**	**0.13**	**ดีมาก**

7. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษา การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการเฝ้าระวังและการส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปีบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง กับผู้ปกครองที่สามารถส่งเสริมและประเมินพัฒนาเด็กในความดูแลได้เบื้องต้นอย่างสะดวก โดยมีต้นแบบจากแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการ (DSPM) ของกระทรวงสาธารณสุข ที่มีรูปแบบการใช้งานเป็นสมุดบันทึก และการส่งเสริมจากผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ระบบสามารถคำนวณตัวเลขการเจริญเติบโตได้ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานการเจริญเติบโต ของกระทรวงสาธารณสุข ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจในการเฝ้าระวังพัฒนาการเด็ก และทำให้ได้รูปแบบการเฝ้าระวังและส่งเสริมเด็กปฐมวันที่มีพัฒนาการล่าช้าด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม และช่วยอำนวยความสะดวกต่อผู้ปกครองที่มีความต้องการดูแลเอาใจใส่เด็กอย่างดี

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรมีการปรับปรุงการออกแบบส่วนประสานผู้ใช้ ให้ทันสมัยน่าใช้งาน เช่น ภาพกราฟิก สีตัวอักษร รูปแบบไอคอน

8.2 ควรพัฒนาให้แอพพลิเคชั่นสามารถสำรองข้อมูลใน MySQL ได้

8.3 พัฒนาวิธีการทดสอบและเกณฑ์ประเมินให้สามารถแสดงเป็นรูปภาพหรืออนิเมชั่นได้

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณข้อมูลจากแบบเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิดถึงห้าปี กระทรวงสาธารณสุข เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานของแอพพลิเคชั่น

ขอขอบพระคุณผู้ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของแอพพลิเคชั่น พร้อมทั้งให้คำชี้แนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

เอกสารอ้างอิง

[1] แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12. พ.ศ. 2560-2564. หน้า 40.

[2] กระทรวงสาธารณสุข. (2559, มีนาคม 20). คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการ. สืบค้นจาก: http://nich.anamai.moph.go.th/

[3] ทัศนีย์ ไชยเจริญ. (2560, พฤษภาคม 2). การเจริญเติบตามเกณฑ์มาตรฐาน. สืบค้นจาก: https://krutassanee.wordpress.com

[4] ________. (2560, พฤษภาคม 15). Android กับ SQLite Database. สืบค้นจาก: www.thaicreate.com

[5] สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล. แนวโน้มการใช้โมบายแอพพลิเคชั่น. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพ, 2554

[6] สุมาลี จรุงจิตตานุสนธิ์. การพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังและส่งเสริมเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการล่าช้าในจังหวัดบุรีรัมย์. Journal of Nursing and Health Care. Volume 35 NO.2: April-June 2017.

[7] จริยา เสมาทอง และคณะ. การพัฒนาแอพพลิเคชั่นบริหารจัดการหอพักเครือข่ายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. Proceeding of 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2016).

[8] ______. (2561, มีนาคม 6). SDLC. สืบค้นจาก: https://www.testingexcellence.com

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10^{th} ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การจำลองและการตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนในแท่งความร้อนสำหรับโรงงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

Simulation and Investigation of Heat Transfer in a Hotbar for Hard Disk Drive Factory

ทศพล จันทร์แสงสุก[1] สุนิสา โพธิ์เงิน[1] จตุพร ทองศรี*[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิตขั้นสูง วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

*E-mail: jatuporn.th@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

แท่งความร้อน (Hot bar) เป็นอุปกรณ์สำคัญใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนของชุดหัวอ่าน/เขียน (Head Gimbal Assembly, HGA) เข้ากับชิ้นส่วนของแขน (Arm) ในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้หลักการเทอร์โมอิเล็กทริก เมื่อส่วนปลายแท่งความร้อนได้รับไฟฟ้ากระแสสลับ การถ่ายเทความร้อนจะทำให้แท่งความร้อนส่วนหัวมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนสามารถละลายตะกั่วเพื่อเชื่อมชิ้นส่วนของชุดอ่าน/เขียนเข้ากับแขนได้ หลังจากนั้นอุณหภูมิจะลดลง กระบวนการนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 2.5 วินาที ที่ผ่านมาโรงงานยังไม่มีการจำลองและการตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนในสภาวะขึ้นกับเวลาที่เกิดขึ้นในแท่งความร้อน ดังนั้นในงานวิจัยนี้เราได้ใช้โปรแกรม ANSYS สร้างแบบจำลอง จำลองและตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในแท่งความร้อน จากผลการจำลองเราได้อุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนแท่งความร้อนในช่วง 0-2.5 วินาที ผลที่ได้จากการจำลองสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองเป็นอย่างดีมาก ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ถูกนำไปใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการเชื่อมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรียบร้อยแล้ว

Abstract

Hot bar is an important tool for welding head gimbal assembly (HGA)'s component together with arm in a hard disk drive (HDD) manufacturing factory based on thermoelectric principle. When an alternating current is applied to the hot bar's tail, heat transfer will create the high temperature at the hot bar's head to melt lead for connecting the HGA's component together with the arm. After the welding process, the temperature is decreased. This process takes 2.5 seconds. In the past, the factory did not have any simulation and investigation in transient state of heat transfer in the hot bar. Therefore, in this research, we applied the ANSYS program to simulate and investigate the heat transfer in hot bar. From simulated results, we found the temperature on the hot bar within 2.5 seconds. The simulated results are in very good agreement with the experimental results. All results from this research have already applied to the manufacturing process to increase the efficiency.

1. บทนำ

ปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ขายในท้องตลาดมีความจุเพิ่มขึ้นในทุกปี ในทางทฤษฎีนักวิจัยคิดค้นวิธีที่จะทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีความจุได้ถึง 10 Tb/in^2 ขณะที่ในการผลิตจริงเทคโนโลยีที่มีอยู่สามารถทำได้เพียง 1 Tb/in^2 เท่านั้น อย่างไรก็ตามด้วยความจุเท่านี้ ชิ้นส่วนที่อยู่ภายในฮาร์ดดิสก์ก็มีขนาดเล็กมาก และมีการทำงานที่ซับซ้อนขึ้น การผลิตจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีชั้นสูงมาช่วยในการผลิต กระบวนการเชื่อมเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญของการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นการเชื่อมชิ้นส่วนของชุดหัวอ่าน/เขียน (Head Gimbal Assembly, HGA) เข้ากับแขน (Arm) โดยอาศัยหลักการเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric principle) เมื่อบริเวณจุดเชื่อม (Connected area) ของชุดหัวอ่าน/เขียนและแขนตรงกัน ระบบอัตโนมัติจะส่งผ่านไฟฟ้ากระแสสลับไปยังปลายแท่งความร้อน (Hot bar's tail) ทำให้เกิดความร้อนสูงกว่า 400 °C ที่ปลาย (Hot bar's head) พร้อมกับกดแท่งความร้อนลงบนบริเวณจุดเชื่อมจะสามารถละลายตะกั่วเชื่อมชิ้นส่วนทั้งสองเข้าด้วยกันได้ โดยกระบวนการเชื่อมใช้เวลาทั้งหมด 2.5 วินาที

รูปที่ 1. แสดงบริเวณจุดเชื่อม, ชุดหัวอ่าน/เขียน และแขนที่อยู่ภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ประกอบสำเร็จแล้ว

รูปที่ 1 แสดงบริเวณจุดเชื่อม ชุดหัวอ่าน/เขียน และแขนที่อยู่ภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ประกอบสำเร็จแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นให้กลายเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เพื่อส่งขายต่อไป ที่ผ่านมา

การพัฒนาแท่งความร้อนของโรงงานเป็นแบบลองผิดลองถูก เมื่อนำไปใช้จริงจึงเกิดปัญหาการผลิตที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้บางส่วนโดนปฏิเสธ ต้องคัดทิ้ง จึงจำเป็นต้องแก้ปัญหานี้อย่างเร่งด่วน จากการอภิปรายกันระหว่างวิศวกรของโรงงานและผู้วิจัยมีความเห็นตรงกันว่าปัญหานี้อาจเกิดจาก การถ่ายเทความร้อนที่ไม่เหมาะสม จำเป็นต้องมีการออกแบบการจำลอง และตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการเชื่อม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชื่อมแบบและการสร้างแบบจำลองทางเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่า Milic และคณะ [1]ได้ทำการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกคุณภาพสูง ในงานของพวกเขาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกจำลองใน ANSYS จากการศึกษาและทดลองพบว่า การปรับรูปแบบของขาโหลดเซลล์ให้ยาวขึ้นนั้นทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น Benday และคณะ [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกโดยการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติทางวัสดุต่างๆ เช่น BiSbTe, zT และ SiGe โดยใช้โปรแกรม ANSYS ในการวิเคราะห์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติวัสดุส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของ TEG Zhou และคณะ [3] ได้ทำการออกแบบหัวเชื่อมแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม ANSYS จากโดยปกติที่บริเวณด้านล่างของหัวเชื่อมมีรูปร่างเป็นครึ่งวงกลมและมีเหลี่ยมไปเป็นแบบโค้งมนไม่มีเหลี่ยมที่เกิดจากครึ่งวงกลม เขาพบว่าการหัวเชื่อมแบบใหม่นี้ทำให้การกระจายตัวของอุณหภูมิมีความสม่ำเสมอมากขึ้น Bamrungwongtaree และคณะ [4] ได้ศึกษาปัญหาใกล้เคียงกับงานของเราแต่แท่งความร้อนมีรูปร่างแตกต่างกัน เขาพบว่าในกระบวนการเชื่อมของพวกเขานั้นการเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์เกิดมาจากที่บริเวณปลายหัวเชื่อมมีการกระจายตัวของความร้อนที่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นพวกเขาจึงปรับปรุงและออกแบบบริเวณปลายหัวเชื่อมใหม่ซึ่งทำให้การกระจายของอุณหภูมิสม่ำเสมอมากกว่าเดิม ด้วยวิธีการนี้ทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย Bamrungwongtaree [5] ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของหัวเชื่อมจากการที่ต้องใช้หัวเชื่อมเพียงหัวเดียวให้สามารถเชื่อมได้หลายหัวเชื่อมโดยใช้ขบวนการไฟไนต์เอลิเมนต์ทำให้ค่ายูนิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นถึง 80% ในงานวิจัยนี้เราได้ขยายงานวิจัยใน [3-5] ซึ่งเคยจำลองในสภาวะคงตัว (Steady-state) เพื่อให้เกิดประโยชน์ และสมจริงมากยิ่งขึ้น โดยในงานวิจัยนี้เราจะใช้ ANSYS เพื่อจำลองการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในแท่งความร้อนในสถานะขึ้นต่อเวลา (Transient State) ผลการจำลองและผลการตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนจะนำไปใช้ออกแบบหัวเชื่อม และปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการเชื่อมต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการเชื่อมที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เกิดจากปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Effect) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการเชิงเส้นไฟไนต์เอลิเมนต์ได้ดังสมการที่ (1)

$$\begin{bmatrix} C^{TT} & 0 \\ 0 & C_E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dfrac{\partial T_e}{\partial T} \\ \dfrac{\partial V_e}{\partial T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_T & 0 \\ K_{ET} & K_E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_e \\ V_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_V \\ I_V \end{bmatrix} \quad (1)$$

$K_T = \int \nabla H.\left[K\right].\nabla H d\Omega$ คือ Thermal stiffness matrix

$K_e = \int \nabla H.\left[\sigma\right].\nabla H d\Omega$ คือ Electric stiffness matrix

$K_{ET} = \int \nabla H.\left[\sigma\right].\left[\sigma\right].\nabla H d\Omega$ คือ Seebeck stiffness matrix

$C_T = \int \rho C\left\{H\right\}.\left[H\right] d\Omega$ คือ Thermal damping matrix

$C_E = \int \nabla H.[\varepsilon_0 \varepsilon_r].\nabla H d\Omega$ คือ Dielectric damping matrix

$Q_V = \int \nabla H.\left[\Pi\right].J_E d\Omega$ คือ Peltier heat load vector

$I_V = \int HE.J_E d\Omega$ คือ Electric power load vector

ซึ่งสมการเหล่านี้ถูกบรรจุอยู่ในโปรแกรม ANSYS เป็นที่เรียบร้อยเราเพียงแต่กำหนดเงื่อนไขขอบเขตที่ถูกต้องแล้วทำการจำลอง ซึ่งเมื่อโปรแกรม ANSYS คำนวณเสร็จแล้วจะแสดงผลออกมาในรูปของเฉดสีเพื่อง่ายแก่การวิเคราะห์

2.1 ปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อน

เมื่อแท่งความร้อนได้รับกระแสไฟฟ้าจะเกิดความร้อนขึ้น และเมื่ออากาศที่อยู่รอบพื้นผิวแท่งความร้อนมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเกิดการสูญเสียความร้อนจากแท่งความร้อนไปที่อากาศเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การพาความร้อน (Heat convection) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (2)

$$h = \dot{Q} / A(T_s - T_\infty) \quad (2)$$

โดยที่ $\dot{Q}$ คือปริมาณความร้อนที่ถูกพาออกจากผิวชิ้นงาน และ h คือสัมประสิทธิ์การพาความร้อน, A คือพื้นที่หน้าตัด , T_s คืออุณหภูมิที่ผิวชิ้นงาน , T_∞ คืออุณหภูมิของของไหลที่ไหลผ่านชิ้นงาน

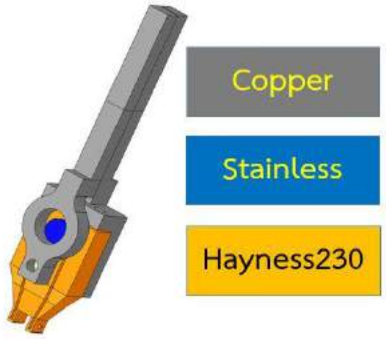
การหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ถูกต้องจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิและความร้อนจากการทดลองจริง แต่ในงานวิจัยนี้รูปร่างชิ้นงานและการไหลของอากาศมีความซับซ้อนมาก จึงยากที่จะทำการวัดค่าอุณหภูมิของไหลได้ เราจึงใช้โปรแกรม ANSYS Thermal-Electric ในการคำนวณ

3. กระบวนการจำลอง

กระบวนการจำลองประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเขียนแบบจำลองแท่งความร้อน การสร้างแบบจำลองเมช และ การกำหนดเงื่อนไขทางฟิสิกส์และการจำลอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1. การเขียนแบบจำลองแท่งความร้อน

รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองของแท่งความร้อนซึ่งประกอบด้วยวัสดุ 3 ชนิด คือ 1) ทองแดง (Copper) ใช้ทำขาแท่งความร้อนมีหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟ 2) เฮเนส 230 (Hayness230) มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าไปเป็นความร้อนเพื่อเชื่อมชุดหัวอ่าน/เขียนเข้ากับแขน 3) สเตนเลส สตีล (Stainless Steel) มีหน้าที่จับยึดทองแดง เข้ากับเฮเนส 230 รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองแท่งความร้อน โดยแท่งความร้อนนี้ใช้สำหรับเชื่อมชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว เป็นหนึ่งในหลายแบบที่ทางโรงงานมีและใช้งานอยู่จริง



รูปที่ 2. แสดงแบบจำลองของแท่งความร้อน

3.2. การสร้างแบบจำลองเมช

เราเปลี่ยนแบบจำลองของแข็งในรูปที่ 2 เป็นแบบจำลองเมชชนิดทรงสี่หน้า (Tetrahedron) และทำการวิเคราะห์เมช (Mesh Analysis) โดยลดขนาดเมชลงจนผลเฉลยไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้จะลดขนาดเมชลงอีกแล้วก็ตาม จากการวิเคราะห์เมชพบว่า แบบจำลองเมชที่มี 206,929 เอลิเมนต์ และ 317,882 โหนดมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจำลองนี้ รูปที่ 3 แสดงแบบจำลองเมชดังกล่าว

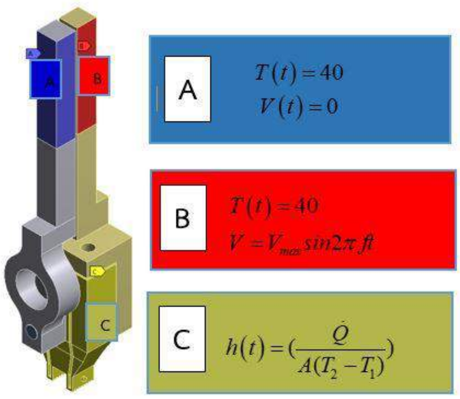
รูปที่ 3. แสดงแบบจำลองเมชของแท่งความร้อน

3.3. การกำหนดเงื่อนไขทางฟิสิกส์และการจำลอง

เงื่อนไขทางฟิสิกส์ที่จำเป็นต้องกำหนดให้การจำลองนี้มี 5 อย่าง คือ คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำแท่งความร้อน, ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้กับแท่งความร้อน, ระยะเวลาที่แท่งความร้อนได้รับกระแสไฟฟ้า, อุณหภูมิที่ขาทองแดง และสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของเฮเนส 230 โดยเงื่อนไขสำหรับการกำหนดค่าสมบัติของวัสดุนั้นเราได้จากผู้ผลิตแท่งความร้อน ส่วนเงื่อนไขสำหรับค่าอื่นๆเราได้จากการทดลอง ตารางที่ 1 แสดงสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำแท่งความร้อน จากการทดลองเราพบว่าเงื่อนไขทางฟิสิกส์เป็นไปตามรูปที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติวัสดุที่ใช้ทำแท่งความร้อน

Temparature (°C)	Isotropic resistivity (Ohm-m)	Thermal conductivty (W/m*K)	Specific Heat (kg/m^3)
25	1.25E-06	8.9	397
100	1.258E-06	10.4	419
200	1.265E-06	12.4	435
300	1.273E-06	14.4	448
400	1.284E-06	16.4	465
500	1.302E-06	18.4	473
Density (kg/m^3)		8,970	

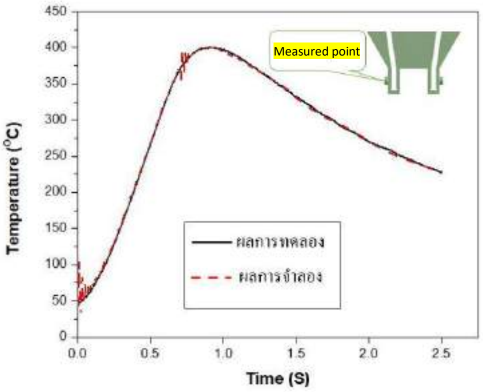


รูปที่ 4. แสดงเงื่อนไขสำหรับกำหนดค่าทางฟิสิกส์

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนแท่งความร้อน ดังนั้นเราจะใช้ผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการถ่ายเทความร้อนของแท่งความร้อนแบบขนาน จากรูปที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองและการจำลองของแท่งความร้อนบริเวณตำแหน่งที่ทำการวัด (Measured point) เราพบว่าผลการ

จำลองมีความสอดคล้องกับผลการทดลองอย่างดีมาก โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผลการจำลองเรามีความน่าเชื่อถือ ความคลาดเคลื่อนอาจมาจากการที่เราใช้เวลาในการจำลอง 0.001 วินาทีต่อจุด แต่แท่งความร้อนปลดปล่อยความร้อนรวดเร็วมาก ถ้าเราจำลองโดยใช้เวลาต่อจุดน้อยกว่าเดิมและปรับขนาดเมชให้มีความละเอียดมากขึ้นผลการจำลองจะยิ่งมีความสอดคล้องกับการทดลองมากขึ้น เรายังพบอีกว่าช่วงเวลาที่แท่งความร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดที่เวลา 0.86 วินาทีหลังจากเริ่มให้กระแสไฟฟ้า และมีอุณหภูมิ 406 ^{o}C ซึ่งอุณหภูมิในระดับนี้สามารถใช้ละลายตะกั่วเพื่อเชื่อมชุดหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนได้ตรงตามที่ทางโรงงานออกแบบไว้

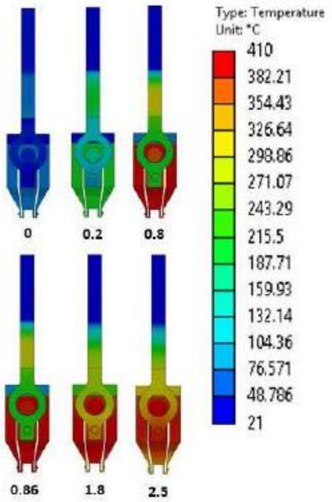


รูปที่ 5. แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองกับการจำลองบนแท่งความร้อนที่ตำแหน่งวัด (Measured point)

รูปที่ 6 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นบนแท่งความร้อนในช่วง 0-2.5 วินาที เมื่อให้กระแสไฟฟ้าความร้อนจะเกิดขึ้นจากบริเวณปลายแท่งความร้อนแล้วถ่ายเทไปสู่แท่งความร้อนส่วนหัว ที่เวลา 0.86 วินาที ความร้อนจะสูงที่สุดเท่ากับ 406^{o}C หลังจากนั้นจะค่อยๆเย็นตัวลงจนมีอุณหภูมิประมาณ 220 ^{o}C

5. สรุป

งานวิจัยนี้เราได้ออกแบบการจำลอง และตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนบนแท่งความร้อนที่ใช้สำหรับเชื่อมชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว โดยใช้โปรแกรม ANSYS ในสภาวะขึ้นกับเวลา เราได้ผลการจำลองและผลการตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนแท่งความร้อนในช่วงเวลา 0 ถึง 2.5 วินาที ซึ่งผลการจำลองสอดคล้องกับผลการทดลองเป็นอย่างดีมาก เราพบว่าอุณหภูมิที่จุดวัดมีค่าค่อยๆเพิ่มขึ้นจนสูงสุดเท่ากับ 406 ^{o}C ที่เวลา 0.86 วินาที หลังจากนั้นจึงค่อยๆลดลง ที่อุณภูมิสูงระดับนี้สามารถละลายตะกั่วได้ตรงตามที่โรงงานออกแบบไว้ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คือแบบจำลอง การจำลอง และลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในแท่งความร้อนซึ่งได้ถูกนำไปถ่ายทอดให้แก่วิศวกรของโรงงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมของโรงงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 6. แสดงผลการจำลองการถ่ายเทความร้อนบนแท่งความร้อนในช่วง 0-2.5 วินาที

กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Milic´, A. Prijic´, L. Vracˇar, Z. Prijic, “Characterization of commercial thermoelectric modules for application in energy harvesting wireless sensor nodes,” Appl. Therm. Eng, vol. 121, pp74–82, 2017

[2] N. Benday, D. Dryden, K. Kornbluth, P. Stroeve,“A temperature-variant method for performance modeling and economicanalysis of thermoelectric generators: linking material properties toreal-world conditions,” Appl Energ, vol. 190, pp764-771, 2017

[3] J. Zhou, L. Zhuang, Z. He, D. Herscovici, “Finite element analysis assisted hot bar blade design,” FAIM, June 2000

[4] J. Bamrungwongtaree, P.Woraratsoontorn, “The study of the hot bar for reflow process in interconnection of head stack assembly,” IJAC, Volume 4, 2015

[5] J. Bamrungwongtaree, “The study of the Multi-Header hot bar in bonding process by fea,” IJAC Volume 6, 2016

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมแบบป้อนกลับมุมเลี้ยวสำหรับรถเข็นผู้พิการไฟฟ้า ขับเคลื่อนล้อเดี่ยวด้วยตัววัดมุมแบบ absolute rotary encoder

The Feasibility Study of an Angular Feedback Control for a Single Drive Electrical Wheelchair via Absolute Rotary Encoder

วรางคณา เหนือคูเมือง[1] สุภาพร ปานิคม[2] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร[3]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 087-1118559 E-mail: gatesakda@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมการบังคับเลี้ยวแบบป้อนกลับ สำหรับรถเข็นไฟฟ้าขับเคลื่อนล้อเดี่ยว ด้วยการวัดมุมผ่าน absolute rotary encoder จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ตัววัดมุมดังกล่าวและตัวควบคุมแบบสัดส่วนนั้นเพียงพอเนื่องจากเป็นระบบที่มีความเร็วต่ำ จากการทดสอบป้อนสัญญาณควบคุมในแบบขั้นหนึ่งหน่วยและวัดค่ามุมที่ได้แล้วหาค่าเฉลี่ยรากของความผิดพลาดยกกำลังสองแล้วพบว่ามีค่าต่ำที่ 0.518 และเป็นระบบที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีต้นทุนต่ำและมีความคงทนต่อการใช้งานระยะยาวเนื่องจากไม่เกิดการเสียดสีของหน้าสัมผัส อีกทั้งระบบนี้ยังสามารถนำไปใช้งานกับรถเข็นผู้พิการโดยทั่วไปได้

คำสำคัญ: รถเข็นผู้พิการไฟฟ้า, การขับเคลื่อนแบบล้อเดี่ยว, absolute rotary encoder, การควบคุมป้อนกลับแบบสัดส่วน

Abstract

This paper explain the feasibility study on angle feedback control single drive electrical wheelchair of an angular feedback control by absolute rotary encoder. By experimental result, it has been shown that using the absolute rotary encoder and proportional controller was sufficient because of the systems is slow speed of response. The preliminary experiments on step response show that, the average root-mean-square error (RMSE) to no-load operation are 0.518. The main advantage of absolute rotary encoder is low system cost and robust for long term use because of its frictionless. Moreover, this proposed method applied to another type of typically wheelchair.

Keywords: electrical wheelchair, single drive, absolute rotary encoder, proportional feedback control

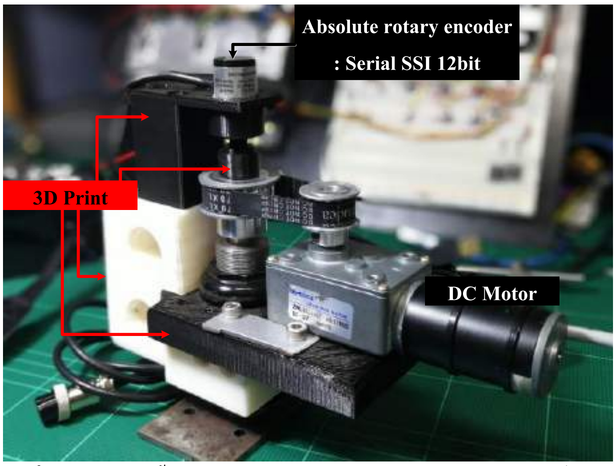
1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีสถิติผู้ป่วยพิการที่ได้รับการจดทะเบียนทั้งหมดจำนวน 1,808,524 คน (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 15 กันยายน 2560) [1] เป็นคนพิการทางการเคลื่อนไหวหรือร่างกายจำนวน 810,685 คน ผู้ป่วยกลุ่มนี้ไม่สามารถที่จะช่วยเหลือตัวเองได้ เช่น ไม่สามารถเดินได้ไม่สามารถหยิบจับสิ่งของได้ ต้องพึ่งพาผู้ดูแลจากพยาบาลหรือญาติผู้ป่วย ผู้ป่วยบางรายไม่อาจสามารถกลับมาเดินหรือใช้ชีวิตได้เหมือนคนปกติต้องมีผู้คอยดูแลอยู่ตลอดเวลาทำให้ผู้ดูแลไม่มีโอกาสทำงานอย่างอื่นได้ [2-3] และในบรรดากลุ่มคนเหล่านี้ส่วนใหญ่จำเป็นต้องพึ่งพารถเข็นไฟฟ้าสำหรับคนพิการ ซึ่งรถเข็นไฟฟ้าที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีราคาที่สูงมากโดยจะมีราคาเริ่มต้นประมาณ 30,000 บาทไปจนถึงหลักแสนบาทส่งผลให้ผู้พิการส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์ที่มีราคาแพงนี้ได้ และโดยส่วนใหญ่แล้วผู้พิการเหล่านี้จะมีรถเข็นส่วนตัวที่ใช้งานในชีวิตประจำวันแต่ต้องอาศัยแรงคนในการขับเคลื่อน ทำให้ไม่สะดวกในการเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ต่างๆ ทำได้ในระยะทางที่จำกัด จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำเสนอระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่สามารถติดตั้งเข้าไปกับรถเข็นทั่วไปที่ผู้พิการส่วนมากมีอยู่แล้ว เพื่อให้การเคลื่อนที่เป็นไปด้วยความสะดวกสบายประหยัดพลังงานใช้งบประมาณที่ต่ำซึ่งเหมาะสำหรับผู้พิการส่วนมากที่มีรายได้ค่อนข้างน้อยเนื่องจากข้อจำกัดในการประกอบอาชีพ และนำเอาความรู้ด้านการควบคุมแบบป้อนกลับร่วมกับสมองกลฝังตัวมาใช้ในการควบคุมความเร็วและการเลี้ยว เพื่อให้การใช้งานรถเข็นมีประสิทธิภาพ คล่องตัวและสะดวกสบายมากที่สุด

2. การควบคุมการทำงานของระบบบังคับเลี้ยวด้วยระบบป้อนกลับ

2.1 การอ่านค่ามุมเลี้ยวด้วย absolute rotary encoder

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการวัดมุมเลี้ยวด้วยการใช้ absolute rotary encoder เนื่องจากเป็น encoder ที่ให้เอาท์พุทออกมาเป็นค่ามุม ซึ่งเหมาะสำหรับการนำมาวัดมุมเลี้ยวของล้อเนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีเซนเซอร์กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น โดย absolute rotary encoder ที่เลือกใช้เป็นขนาด 12 bit ทำงานที่แรงดัน 3-5 Vdc ติดต่อด้วย Serial data SSI และตำแหน่งที่ติดตั้งจะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับแกนเลี้ยวทำให้ได้ค่ามุมจริงโดยไม่จำเป็นต้องชดเชยผ่านสายพาน ยึดจับด้วยชิ้นส่วนที่สร้างด้วยวิธี 3D-print ทำให้มีความรวดเร็วในการสร้างและมีราคาประหยัด สามารถทำซ้ำได้ง่ายดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวัดมุมเลี้ยวด้วย absolute rotary encoder และยึดจับด้วยชิ้นงาน 3D-print

ตารางที่ 1 การเชื่อมต่อใช้งาน Absolute rotary encoder

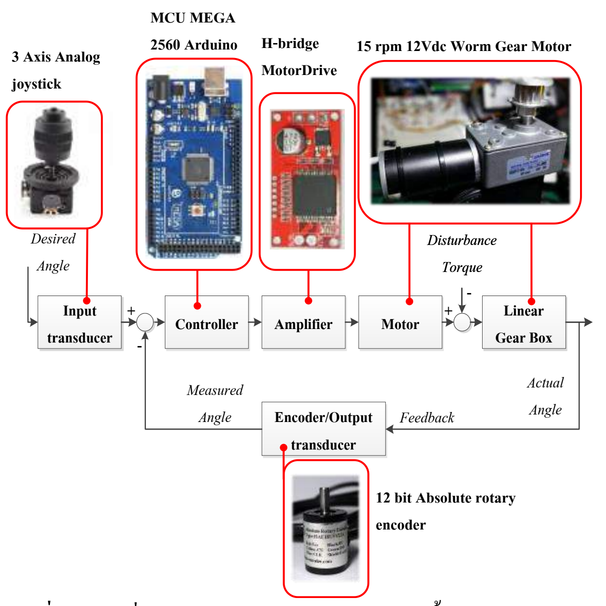
Wire colored	Signal	Meaning
Red	Vcc	Supply voltage
Black	0V	Gnd
Blue	CLK	Clock (Digital Pin10)
Green	D0	Data (Digital Pin11)
Yellow	CS	Chip select (Digital Pin12)

```
int ReadSSI(void)
{
    int i, dReading;
    char Resolution = 12;
    unsigned int bitStart = 0x0800;
    dReading = 0;
    digitalWrite(CSn, LOW);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(CLK, LOW);
    for (i = (Resolution - 1); i >= 0; i--)
    {
      digitalWrite(CLK, HIGH);
      delayMicroseconds(5);
      if (digitalRead(DO)) dReading |= bitStart;
      digitalWrite(CLK, LOW);
      delayMicroseconds(5);
      bitStart = bitStart >> 1;
      if (i == 0)
      { digitalWrite(CLK, HIGH);
        if (digitalRead(DO)) dReading |= bitStart;
      }
    }
    digitalWrite(CSn, HIGH);
    return dReading;
}
```

รูปที่ 2 โปรแกรมในรูปแบบภาษา C สำหรับอ่านค่ามุมจาก encoder ด้วยวิธี Synchronous serial interface

2.2 การควบคุมและการปรับความเร็วรอบมอเตอร์บังคับเลี้ยว

การบังคับเลี้ยวจะเป็นการควบคุมโดยมอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 Vdc เกียร์ทดแบบตัวหนอน (Worm gear) ที่มีแรงบิดสูง ความเร็วรอบ 15 รอบ/นาที ส่งกำลังผ่านพูลเล่และสายพาน Timing belt ร่อง XL อัตราการทดอยู่ที่ 1 ต่อ 2 ทำให้แกนบังคับเลี้ยวมีความเร็วรอบอยู่ที่ 7 รอบ/นาที และจะให้แรงบิดสูงเป็นสองเท่า ขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยวิธีปรับค่า Duty cycle ของสัญญาณ Pulse width modulation (PWM) ของสัญญาณควบคุมที่ส่งไปยังบอร์ดขับเคลื่อนแบบ H-Bridge Motor driver VNH2SP30 จากนั้นจะใช้หลักการควบคุมแบบป้อนกลับ [4] ผ่าน Analog joy stick แบบที่ใช้งานจริงในงานอุตสาหกรรม โดยขนาดของสัญญาณ PWM ที่นำไปปรับค่า Duty cycle สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างมุมล้อที่กำหนดโดย analog joy stick และ มุมจริงที่ได้จาก absolute rotary encoder หรือที่เรียกว่า angular feedback control [5-7] อธิบายได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบที่นำเสนอสำหรับควบคุมการบังคับเลี้ยวแบบป้อนกลับ

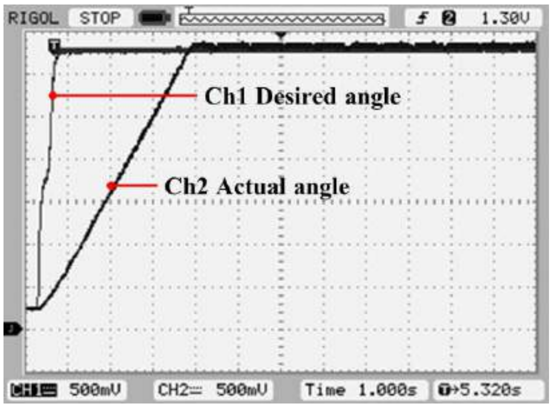
จาก block diagram ดังรูปที่ 3 สัญญาณควบคุมหรือมุมเลี้ยวที่ต้องการจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับมุมจริงที่ได้จาก encoder ผลที่ได้คือค่าสัญญาณผิดพลาด (Error signal) [8] ที่จะนำไปประมวลผลว่ามอเตอร์จะขับเคลื่อนไปในทิศทางใด จากนั้นจะนำไปขยายสัญญาณให้เหมาะสมสำหรับนำไปขับมอเตอร์ต่อไป จะเห็นว่าขนาดของสัญญาณขับเคลื่อนจะแปรผันตรงกับค่าผิดพลาด หรือที่เรียกว่า proportional control

3. การออกแบบระบบป้อนกลับสำหรับบังคับเลี้ยว

วงจรควบคุมหลักใช้ Microcontroller ตระกูล Arduino MEGA รับสัญญาณค่าผิดพลาด (Error) ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างค่ามุมที่ต้องการ(Desired angle) กับค่ามุมที่วัดได้จริง (Actual angle) [9] เมื่อพิจารณาสัญญาณทั้งสองเทียบกับเวลาดังภาพที่ 4 จะเห็นว่า เมื่อทำการปรับมุมเลี้ยวผ่านตัวควบคุม Joy stick ค่าสัญญาณควบคุม Analog ที่อ่านเข้าไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ จะเป็นสัญญาณดังภาพที่ 4 Ch1 ส่วนสัญญาณของมุมจริงที่ได้จากการวัดด้วย absolute rotary encoder จะมีการปรับค่าวิ่งตามสัญญาณ Desired angle ดัง Ch2 จะเห็นว่าระบบที่นำเสนอนั้นเป็นระบบแบบอันดับ 1 (first order) เนื่องจากเป็นระบบที่มีพลวัต (Dynamic) ที่ต่ำ ไม่มีการพุ่งเกิน (Over shooting) ดังสมการที่ 1

$$G(s) = \frac{K}{s+a} \tag{1}$$

ระบบดังกล่าวสามารถหาสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับเป็นตัวแทนของระบบได้ด้วยวิธีจากการวัดค่าจากสัญญาณจริงแล้วเทียบกลับไปเป็นค่าคงที่แต่ละตัวในสมการ จากกราฟค่าของสัญญาณเมื่อเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state) จะมีค่าเท่ากับ 3.25V ดังนั้นเวลาที่สัญญาณใช้ในการเพิ่มขึ้นจนมีค่า 63% คือ 2 วินาทีจะมีค่าเท่ากับ $1/a$ ดังค่า a ในสมการจึงมีค่าเท่ากับ 0.5 และค่าในสภาวะคงตัวจะมีค่าเท่ากับ k/a ดังนั้นจะได้ว่าค่า k จึงมีค่าเท่ากับ 1.625 และค่าเวลาที่สัญญาณใช้ในการเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 90% (rise time) มีค่าเท่ากับ 3 วินาที



รูปที่ 4 ผลตอบสนองของเอาท์พุทมุมเลี้ยวจริงต่ออินพุทแบบขั้นบันไดหนึ่งหน่วย (Unit step function)

รูปที่ 5 การติดตั้งชุดขับเคลื่อนแบบล้อเดี่ยวและระบบบังคับเลี้ยวเข้ากับรถเข็นผู้พิการแบบทั่วไป

4. ผลการทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมมุมเลี้ยวด้วยระบบป้อนกลับสำหรับรถเข็นผู้พิการแบบไฟฟ้าขับเคลื่อนล้อเดี่ยว โดยนำเสนอการป้อนกลับมุมแล้วด้วย absolute rotary encoder ส่งสัญญาณแบบ serial ขนาดความละเอียดที่ 12 bit โดยทำการทดสอบทั้งหมด 5 มุมเลี้ยวแต่ละตำแหน่งห่างกัน 20 องศา ทดสอบกับช่วงน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่แตกต่างกันเพื่อทดสอบการรับภาระโหลด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยที่ตำแหน่งกึ่งกลางกำหนดให้เป็น 90 องศา เปรียบเทียบมุมเลี้ยวอินพุทกับมุมที่วัดได้จริง เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องในกรณีที่เครื่องทำงานในสภาวะไม่มีภาระและแบบมีภาระโหลดโดยมุ่งประเด็นวิจัยไปที่มุมที่เลี้ยวได้จริงโดยพิจารณาจากตัวชี้วัด Normalized RMSE (Root-mean-square error) ดังสมการที่ 1 และผลการทดสอบดังสมการที่ 2

$$NormalizedRMSE = \left(\sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N}(\theta_n - \theta_{noload})^2}{N}} \right) / (\theta_{max} - \theta_{min}) \quad (2)$$

เมื่อ θ_n คือ มุมเลี้ยวที่ทำการทดสอบแต่ละครั้ง

θ_{noload} คือ มุมเลี้ยวในกรณีที่ไม่มีภาระ

N คือ จำนวนช่วงของน้ำหนักในการทดสอบ

$\theta_{max}, \theta_{min}$ คือ มุมเลี้ยวสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละช่วงองศาทดสอบ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพวิธีการที่นำเสนอ

Desired Angel (degree)	Actual angle (degree)						Norm. RMSE
	No-load	40-49 kg.	50-59 kg.	60-69 kg.	70-79 kg.	80-89 kg.	
50	50	50	51	50	51	52	0.547
70	70	70	70	70	71	72	0.5
90	90	90	90	90	90	90	0.447
110	110	110	110	109	109	108	0.547
130	129	129	129	128	128	127	0.547

5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ของวิธีการวัดและควบคุมการเลี้ยวของรถเข็นผู้พิการแบบล้อเดี่ยวด้วยระบบป้อนกลับด้วย absolute rotary encoder จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าการวัดและควบคุมมุมเลี้ยวด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถนำมาใช้งานได้จริงเนื่องจากเป็นตัววัดที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานเนื่องจากหน้าสัมผัสไม่มีการเสียดสี และค่าที่ได้มีความเที่ยงตรง ให้ผลที่เป็นมุมจริง ทำให้ลดการติดตั้งตัวตรวจวัดเพื่อหาตำแหน่งเริ่มต้นให้กับระบบและผลการทดสอบจะเป็นว่ามีค่า NRMSE อยู่ที่ 0.518 ส่งผลให้เมื่อนำไปใช้งานจริงสามารถวัดมุมเลี้ยวได้อย่างแม่นยำ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2561 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรของสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลอีสานเป็นอย่างสูงต่อการสนับสนุนด้านการดำเนินงานและข้อมูลที่เป็นประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

[1] การทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ (15 กันยายน 2560) รายงานข้อมูลสถานการณ์ด้านคนพิการในประเทศไทย http://dep.go.th/sites/default/files/files/news

[2] กิตติ อินทรานนท์, *การยศาสตร์*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[3] ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, *การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล*, กรุงเทพฯ: วาดศิลป์, 2548.

[4] Sariyildiz E, and Ohnishi K, "Stability and robustness of disturbance observer-based motion control systems", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.62, no.1, pp.414-422, 2015.

[5] E. Doebelin, Measurement Systems: *Applications and Design*. New York: McGraw-Hill, 1990.

[6] P. H. Sydenham, *Handbook of Measurement Science*, vol. 2. Chichester U.K.: Wiley, 1983.

[7] Yu Yong, Yang Ming, GUI Xian-gou. Design of Intelligent Absolute Encoder Interface Based on FPGA. Small & Special Electrical Machines, 2008(01). 4-6

[8] P. R. Belanger, P. Dobrovolny, A. Helmy, and X. Zhang, "Estimation of angular velocity and acceleration from shaft-encoder measurements," in *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation*, Nice, France, 1992, pp. 585–592.

[9] Alex Ellin and Gregor Dolsak, "The design and application of rotary encoders," Journal of Sensor Review, Vol. 28, No. 2, pp. 150-158, 2008.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเกษตรกรรม

A Design and Developed an Airway Pump with Solar Cell for Sustainable Agricultural Technologies

เอกพงษ์ คงสมบัติ[1] นุติ บัวเลิง[1] ศุภชัย กุลนะ[1] ปริญยา ชาเรืองเดช[1] คมกฤษ พัดสุข[1] กฤษณะพงศ์ พันธ์ศรี[2]

[1]สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

เลขที่ 457 หมู่ 3 ถนนพนมพนารักษ์ ตำบลธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48000 โทรศัพท์ 065-3256149 E-mail: Ekapong.k@npu.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

เลขที่ 150 หมู่ 6 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โทรศัพท์ 091-8652766 E-mail: Kidsanapong.pu@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างเครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์เพิ่มเข้าไป เพื่อทำให้การสูบน้ำมีอากาศถูกเพิ่มเข้ามาด้วย ซึ่งอากาศที่เพิ่มเข้ามานี้จะกักตัวอยู่ที่กระบอกท่อที่จัดเตรียมไว้ โดยให้อากาศนั้นอัดจนเต็มและเป็นตัวกำหนดแรงดันของน้ำ ทำให้เวลาสูบน้ำมีระยะทางไกลขึ้น จากการทดลองเปรียบเทียบการใช้เครื่องสูบน้ำด้วยระบบแอร์เวย์กับเครื่องสูบน้ำทั่วไป ผลที่ได้คือ เครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์เพิ่มเข้าไป สามารถทำให้เครื่องสูบน้ำใช้งานได้นานยิ่งขึ้น และระยะเวลาในการการสูบน้ำก็เร็วมากขึ้น 30 - 40% ของการใช้งานปกติ และให้แรงดันของน้ำที่แรงมากกว่า โดยระยะแรงดันของน้ำจะต่างกันอยู่ที่ประมาณ 20 เซนติเมตร ซึ่งเครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์นี้จะใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพิ่มเข้ามาด้วย ทำให้เป็นการใช้พลังงานอีก หนึ่งทางเลือกแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำ, พลังงานแสงอาทิตย์, ระบบแอร์เวย์, เกษตรกรรม

Abstract

This article introduces a designed of a pump with additional airway system. With this designed, while the water pumping the air has been added. The added air will be kept in the pipe that provided. Besides, the air is fully compressed and determines the pressure of the water. The comparison of the normally pump with the airway pump shows that the installed airway pump can be used for longer usability than the normally pump. And the time of pumping faster about 30-40% than the normally pump. By the distances of water pressure vary about 20 centimeters. And the pump with additional airway system will use solar power energy. This is the alternative energy that instead of the present electricity.

Keywords: pump, solar power, airway system, agriculture

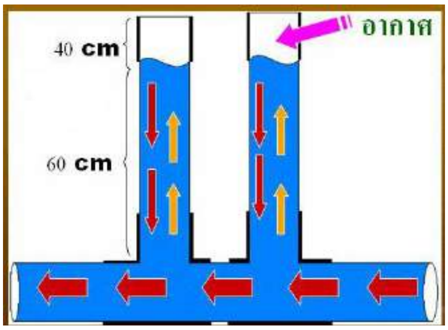
1. บทนำ

ปัจจุบันการเกษตรกรรมในประเทศไทย ถือว่าเป็นอาชีพหลักที่ทำรายได้มากที่สุดในประเทศ ยกตัวอย่างเช่นในอำเภอธาตุพนมนี้ ซึ่งมีแม่น้ำโขงเป็นหลักสามารถนำมาใช้ในการด้านเกษตร และสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้ก็คือเครื่องสูบน้ำ ที่ทำการดูดน้ำจากที่ราบลุ่มขึ้นสู่ที่สูง ซึ่งจะต้องใช้กำลังงานและพลังงานในการสูบน้ำอย่างมาก ในการสูบน้ำแต่ละครั้งก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงาน ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูง พลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในปัจจุบัน[1] โดยพลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมในการนำมาผ่านกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เนื่องจากเป็นพลังงาน ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างอิสระ[2] ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทนนี้ โดยจะนำมาสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยสามารถทำให้เครื่องสูบน้ำใช้งานได้นานยิ่งขึ้น และระยะเวลาในการการสูบน้ำก็เร็วมากขึ้น 30 - 40% ของการใช้งานปกติ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานระบบแอร์เวย์

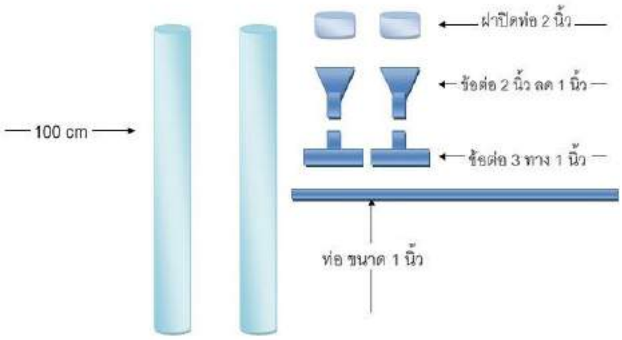
หลักการทำงานมีดังนี้คือ เมื่อน้ำถูกสูบขึ้นมาจากหัวกะโหลกที่อยู่ใต้น้ำ ก็จะมีอากาศขึ้นมาด้วย ซึ่งช่องว่างที่อยู่ในท่อ PVC ที่ตั้งขึ้นสูงๆ จะมีอากาศสะสมเข้าไปในท่อดังกล่าว และเมื่ออากาศไม่มีที่ระบายออกก็จะเกิดแรงดันเพิ่มมากขึ้น และจะไปดันน้ำที่อยู่ในท่อออกมา ซึ่งอากาศก็จะไปเพิ่มแรงดันน้ำที่สูบขึ้นมามากยิ่งขึ้นประมาณ30-40 % จึงเป็นเหตุทำให้แรงดันน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ



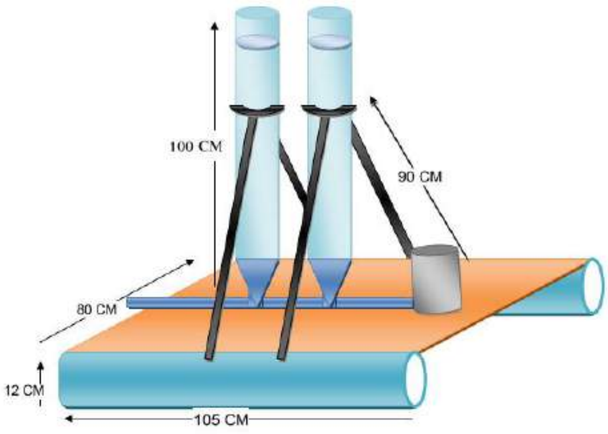
รูปที่ 1 หลักการทำงานของระบบแอร์เวย์

3. การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

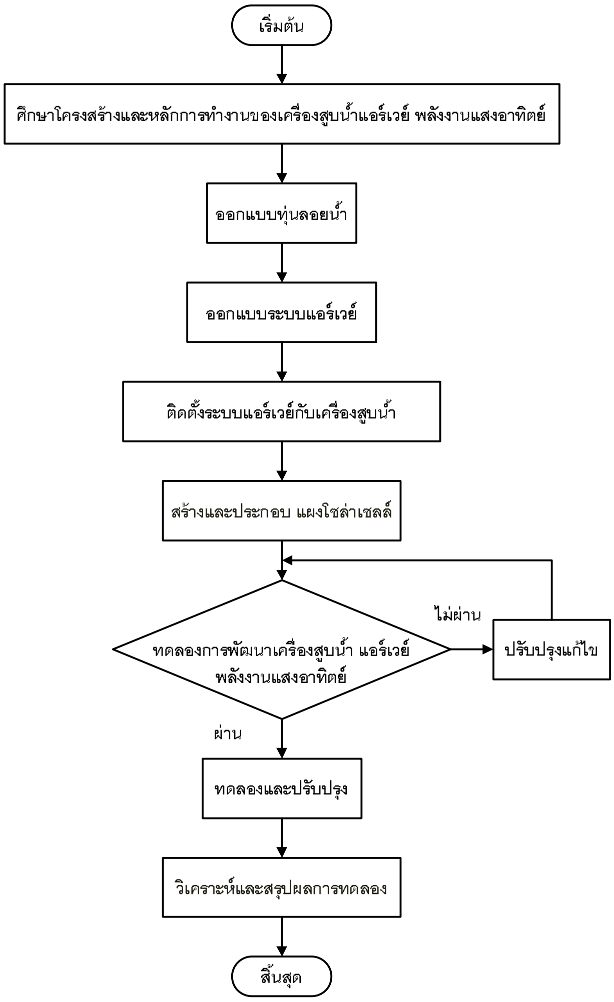
ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบวิธีการดำเนินงาน โดยมีลำดับขั้นตอน Flow Chart ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 2 ส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3 โครงสร้างการออกแบบเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์



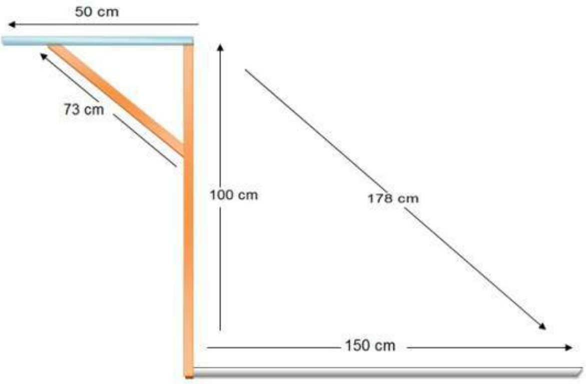
รูปที่ 4 แผนผังวิธีการดำเนินงาน

การออกแบบระบบแอร์เวย์นั้น ต้องคำนึงถึงขนาดของท่อ PVC ที่ออกมาจากตัวปั๊มน้ำ เพราะขนาดของระบบแอร์เวย์ จะมีขนาดใหญ่กว่าประมาณ 2 เท่า และในการประกอบติดตั้งต้องทากาวให้แน่นเพื่อให้ระบบแอร์เวย์ทำงานได้ดียิ่งขึ้น

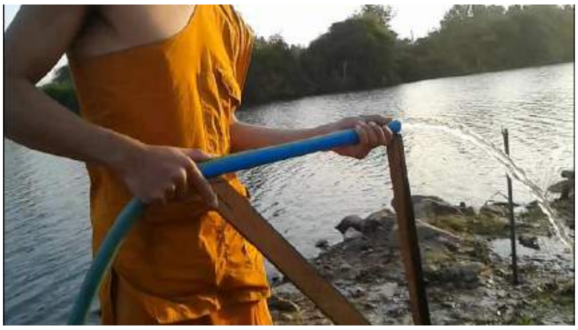
4. ผลการทดลอง

ในส่วนนี้จะเป็นผลการทดลองการวัดระยะของแรงดันน้ำของเครื่องสูบน้ำปกติกับเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะออกแบบไม้ฉากวัดระยะแรงดันน้ำตามรูปที่ 5

รูปที่ 4 เครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยที่ติดตั้งสำเร็จแล้ว



รูปที่ 5 การออกแบบไม้ฉากวัดระยะแรงดันน้ำ



รูปที่ 6 การทดลองจริงตามการออกแบบไม้ฉากวัดระยะแรงดันน้ำ

รูปที่ 7 ระยะแรงดันน้ำจากเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์ที่ 90 เซนติเมตร

ผลการทดลองเปรียบเทียบการวัดระยะของแรงดันน้ำของเครื่องสูบน้ำปกติกับเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการวัดระยะของแรงดันน้ำเครื่องสูบน้ำปกติกับเครื่องสูบน้ำระบบแอร์เวย์พลังงานแสงอาทิตย์

ครั้งที่ทดสอบ	ชนิดของเครื่องสูบน้ำ	ระยะแรงดันของน้ำ
1	แบบปกติ	70 เซ็นติเมตร
2	แบบเพิ่มระบบแอร์เวย์	90 เซ็นติเมตร

5. สรุปผล

เครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์เพิ่มเข้าไป จะทำให้การสูบน้ำมีอากาศถูกเพิ่มเข้ามาด้วย ซึ่งอากาศที่เพิ่มเข้ามานี้จะกักตัวอยู่ที่กระบอกท่อที่จัดเตรียมไว้ โดยให้อากาศนั้นอัดจนเต็มและเป็นตัวกำหนดแรงดันของน้ำ ทำให้เวลาสูบน้ำนั้นระยะทางจะไปได้ไกลขึ้น จากทดลองเปรียบเทียบการใช้เครื่องสูบน้ำด้วยระบบแอร์เวย์กับเครื่องสูบน้ำทั่วไป ผลที่ได้คือ เครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์เพิ่มเข้าไปนั้น จะให้แรงดันของน้ำที่แรงมากกว่า โดยระยะแรงดันของน้ำจะต่างกันอยู่ที่ประมาณ 20 เซนติเมตร และเครื่องสูบน้ำที่ทำการติดตั้งระบบแอร์เวย์นี้จะใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เข้ามาด้วย ทำให้เป็นการใช้พลังงานอีกหนึ่งทางเลือกแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ปริญยา ชาเรืองเดช และคมกฤษ พัดสุข, “สร้างและทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยีด้านการเกษตร เครื่องสูบน้ำแอเวย์ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”, สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม, 2557.

[2] สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, “โซล่าเซลล์”, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

[3] สวนมะนาวแป้นท้ายไร่บ้านวังกระทึง, “แอร์เวย์ ระบบสูบน้ำพลังสูง เทคโนโลยีชาวบ้าน”, ออนไลน์
ที่มา: http://www.manowpan.com/news119.html

ชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ Ku-Band

Trial Skills Series-learning Workshop on The Story Installation of Satellite Dish System Ku-Band

ศรายุทธ เมาพี พรมรินทร์ ถินราช เอกพงษ์ คงสมบัติ อรรถพล แพนสิงห์ และ พันตรี โคมพิทยา
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 หมู่ 2 ตำบลธาตุพนมเหนือ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48110 โทรศัพท์ 042-540442 E-mail: Sarayoot-Avon@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองการพัฒนาการสอนเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ Ku-Band สำหรับนักศึกษาในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งหาคุณภาพของชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และความสอดคล้องของใบงานการทดลองกับชุดทดลอง รวมทั้งการสร้างแบบประเมินคุณภาพกับความสอดคล้องขึ้นเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการทดลองการใช้งานเพื่อประเมินคุณภาพและความสอดคล้องของใบงานการทดลองกับชุดทดลอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความสอดคล้อง

ผลการประเมินด้านคุณภาพของชุดทดลอง จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าอยู่ ในระดับ ดีมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.61 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.51 ด้านใบงานการทดลองที่ใช้สำหรับชุดทดลอง จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าอยู่ ในระดับ ดี ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.48 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68 และผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของใบงานการทดลองกับชุดทดลอง จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยของความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.79 $\geq$ 0.5 ชุดทดลองมีความสอดคล้องกับใบงานการทดลอง

ดังนั้นชุดทดลองการพัฒนาการสอนเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม ระบบ Ku-Band ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: ชุดทดลอง, ระบบ Ku-Band, ผลสัมฤทธิ์

Abstract

The purpose of this research is to create a trial set for teaching and development workshop "installation of satellite dish system Ku-Band for electronic's students". Then, assess the quality and create the worksheet of trial set. Create quality and consistency assessment form in order to enable experts to evaluate a quality and consistency between the trial set and worksheet of trial set. Statistics used in data analysis were mean, standard deviation and consistency.

Quality assessment of trials set from three experts met very good level, the average = 4.61, standard deviation (S.D.) = 0.51. The quality of trial worksheets were evaluate from three expert showed good level by an average= 4.48, standard deviation (S.D.) = 0.68. The results of consistency evaluation between the trial set and worksheet of trial set based on the assessment by three experts showed that, the mean of the consistency (IOC) was 0.79 $\geq$ 0.5. Therefore, the trial set was consistent with the trial worksheet.

In summary, the trial set for teaching and development workshop "installation of satellite dish system Ku-Band for electronic's students are qualify to apply for the teaching.

Keywords: Experimental, Ku-Band System, Achievement

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้การรับชมโทรทัศน์สามารถรับชมได้ผ่านระบบโทรทัศน์ภาคพื้นดินและโทรทัศน์ดาวเทียมและสื่อต่างๆ ในการรับชมผ่านระบบภาคพื้นดินนั้นสามารถรับชมได้จำนวนน้อยเพียง 3, 5, 7, 9, NBT, THAI PBS ในโทรทัศน์ดาวเทียมสามารถรับช่องรายการได้หลายร้อยช่อง การรับชมผ่านดาวเทียมมีบทบาทหน้าที่ในชีวิตประจำวันมากขึ้นในการรับ สื่อต่างๆ เช่น ความบันเทิง สารคดี ข่าวสาร ละคร และรายการที่น่าสนใจอีกมากมาย ผ่านดาวเทียม Thaicom 2, Thaicom 5 ตั้งอยู่ที่ 78.5° ตะวันออก ซึ่งเป็นดาวเทียมที่นิยมรับชมมากที่สถานีโทรทัศน์และบริษัทสร้างสื่อบันเทิงหรือสร้างสื่อโฆษณา ในรูปแบบต่างๆ [1-2]

ปัจจุบันการรับชมโทรทัศน์ผ่านระบบสื่อสารดาวเทียมในชีวิตประจำวันยังเป็นเรื่องยุ่งยากสำหรับนักศึกษาและบุคคลทั่วไปในการศึกษาการติดตั้งการใช้งานของระบบดาวเทียม ไม่ว่าจะเป็นการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เช่น ตำแหน่งที่ตั้ง พิกัด องศาดาวเทียม มุมเงย มุมส่าย

เป็นต้น ของระบบดาวเทียม และความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับติดตั้งจานดาวเทียม รวมถึงการต่อการใช้งานของระบบดาวเทียม และในการรับชมโทรทัศน์ดาวเทียม ทำให้เกิดปัญหาในการรับชมโทรทัศน์ดาวเทียม อาทิเช่น คลื่นสัญญาณอ่อน ช่องรายการไม่สามารถรับชมได้ เป็นต้น[1-2]

จากความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยจึงสร้างชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ขึ้นมาเพื่อฝึกปฏิบัติการในการติดตั้ง แก้ไขปัญหาการติดตั้งและบำรุงรักษาจานรับสัญญาณดาวเทียม รวมทั้งเป็นทักษะในการเรียนการสอนในรายวิชาระบบสื่อสารดาวเทียม ของนักศึกษาสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และบุคคลที่สนใจ

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ในรายวิชา ระบบสื่อสารดาวเทียม ของนักเรียนนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีคุณภาพดี ($\bar{x} \geq 3.50$) ขึ้นไป

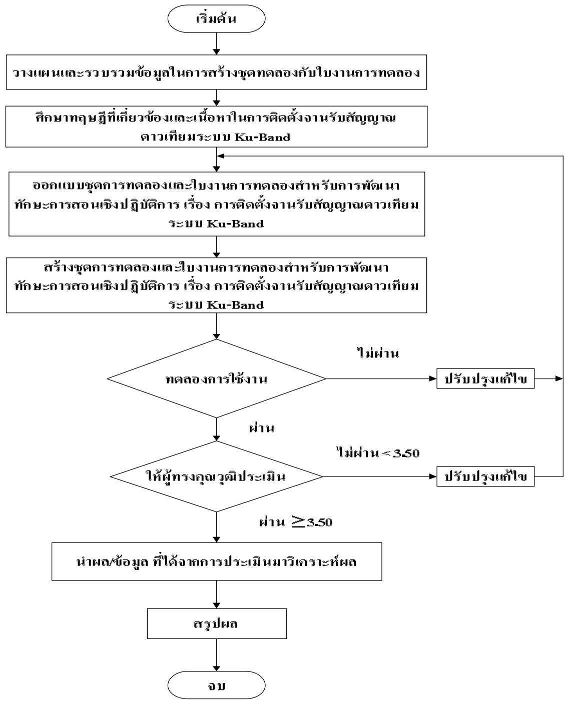
2.2 เพื่อหาความสอดคล้องของชุดทดลองและใบงานการทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ในรายวิชา ระบบสื่อสารดาวเทียม ของนักเรียนนักศึกษา สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า IOC ≥ 0.5

3. วิธีการวิจัย

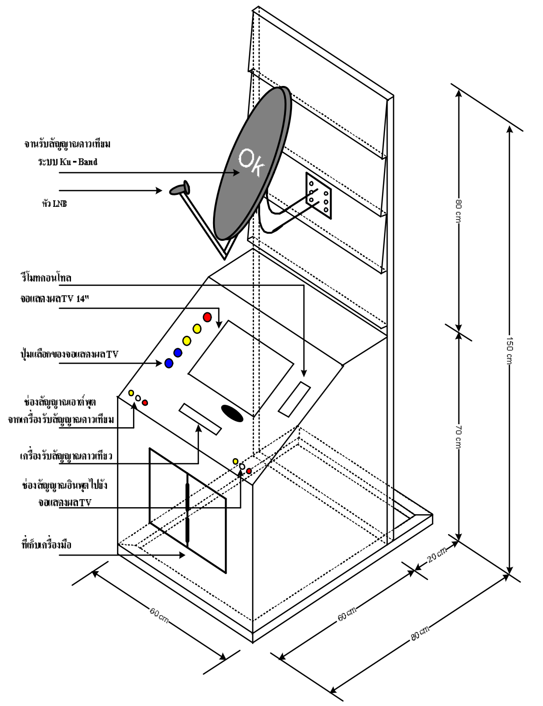
3.1 การออกแบบชุดทดลอง ใบงานการทดลองและการสร้างชุดทดลอง ใบงานการทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band เพื่อหาคุณภาพของชุดทดลอง [3-4]

3.2 การออกแบบใบงานการทดลองและการสร้างใบงานทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band เพื่อหาคุณภาพของใบงานการทดลอง [4]

3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องมือเก็บผลความสอดคล้อง (IOC) ของชุดทดลองกับใบงานการทำลอง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band



รูปที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบชุดทดลอง ใบงานการทดลองและการสร้างชุดทดลอง ใบงานการทดลอง



รูปที่ 2 โครงสร้างชุดทดลอง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการประเมินด้านคุณภาพของชุดทดลอง จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าอยู่ ในระดับ ดีมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) เท่ากับ 4.61 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.51

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ชุดทดลอง

ข้อที่	รายการ	$\overline{x}$	S.D.	เกณฑ์
	ด้านโครงสร้าง รูปร่าง ของชุดทดลอง			
1.	การออกแบบโครงสร้างของชุดทดลอง	4.66	0.577	ดีมาก
2.	การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.33	0.577	ดี
3.	ความเหมาะสมของตำแหน่งของช่องเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์ของชุดทดลอง	4	1	ดี
4.	ชุดทดลองใช้ล้อที่ความเหมาะสม	4.66	0.577	ดีมาก
5.	การเลือกสีที่ใช้กับชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.33	0.577	ดี
6.	อุปกรณ์สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่เหมาะสม	4.66	0.577	ดีมาก
7.	ชุดทดลองมีน้ำหนักที่เหมาะสม	4.66	0.577	ดีมาก
8.	ชุดทดลองมีส่วนสูงที่มีความเหมาะสม	4.33	0.577	ดี
9.	ชุดทดลองสามารถเคลื่อนย้ายและการนำไปใช้งานอย่างสะดวก	4.66	0.577	ดีมาก
10.	ชุดทดลองมีความสวยงาม	4.66	0.577	ดีมาก
11.	ชุดทดลองมีความปลอดภัย	4.66	0.577	ดีมาก
12.	ชุดทดลองมีความแข็งแรง คงทน	5	0	ดีมาก
	ด้านการใช้งาน			
13.	ชุดทดลองมีการใช้งานที่ความสะดวก	4.66	0.577	ดีมาก
14.	จอแสดงภาพ(ทีวี)ของชุดทดลองมีองศาการเอียงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.66	0.577	ดีมาก
15.	จอแสดงภาพ(ทีวี)ของชุดทดลองสามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.66	0.577	ดีมาก
16.	ชุดทดลองมีความสะดวกต่อการปรับหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม	4.66	0.577	ดีมาก
17.	การตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องรับ Receiver มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.66	0.577	ดีมาก
18.	ตำแหน่งของจุดต่อสัญญาณมีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.66	0.577	ดีมาก
19.	ตำแหน่งของจานรับสัญญาณดาวเทียมมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	5	0	ดีมาก
20.	ชุดทดลองสามารถใช้งานร่วมกับใบงานการทดลองได้ดี	5	0	ดีมาก
	ผลเฉลี่ยรวม	4.61	0.51	ดีมาก

4.2 ผลจากการประเมินด้านใบงานการทดลองที่ใช้สำหรับชุดทดลอง จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าอยู่ ในระดับ ดี ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) เท่ากับ 4.48 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใบงานการทดลอง

ข้อที่	รายการ	$\overline{x}$	S.D.	เกณฑ์
	ใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 การใช้เข็มทิศ			
1.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนรู้วิธีการใช้งานของเข็มทิศ	4	0.577	ดี
2.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการใช้งานของเข็มทิศ	4.66	0.577	ดีมาก
3.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนบอกทิศที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง	4.66	1	ดีมาก
	ตอนที่ 2 การใช้เครื่องวัดมุม			
4.	ใบงานทำให้ผู้เรียนรู้หลักการใช้งานของเครื่องวัดมุม	4.66		ดีมาก
5.	ใบงานทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการใช้งานของเครื่องวัดมุม	4		ดี
6.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนอ่านค่าองศาของมุมก้ม มุมเงยได้	4.66		ดีมาก
	ใบงานที่ 2 เรื่องการหาพิกัดดาวเทียม			

7.	ใบงานทำให้ผู้เรียนรู้วิธีการหาพิกัดและตำแหน่งของดาวเทียม	4.66	0.577	ดีมาก
8.	ใบงานทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหามุมเงย มุมส่ายของจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ในพิกัดที่กำหนดไว้ได้	4.33	0.577	ดี
9.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนปรับมุมเงย มุมส่ายตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	4.33	0.577	ดี
10.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนปรับมุมเงย มุมส่ายตามค่าจากตารางที่กำหนดให้	4.33	0.577	ดี
	ใบงานที่ 3 เรื่องการประกอบและติดตั้งชุดจานรับสัญญาณดาวเทียม			
11.	ใบงานทำให้ผู้เรียนรู้วิธีการประกอบชุดจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ได้อย่างถูกต้อง	4.66	0.577	ดีมาก
12.	ใบงานทำให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบของจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band	4.66	0.577	ดีมาก
13.	ใบงานสามารถทำให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการประกอบจานรับสัญญาณดาวเทียมได้	4.66	0.577	ดีมาก
	ผลเฉลี่ยรวม	4.48	0.68	ดี

4.3 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของใบงานการทดลองกับชุดทดลอง จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยของความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.79 $\geq$ 0.5 ชุดทดลองมีความสอดคล้องกับใบงานการทดลอง

5. สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของการประเมิน เท่ากับ 4.61 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 0.51

5.2 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของการประเมิน เท่ากับ 4.48 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 0.68

5.3 จากผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านชุดทดลองกับใบงานการทดลอง จำนวน 3 ท่านพบว่า แบบประเมินความสอดคล้องของใบงานการทดลองกับชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมระบบ Ku-Band ที่สร้างขึ้นได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.79 จาก IOC $\geq$ 0.5 ของใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับชุดทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สมพร ธีระโรจนพงษ์. (2537). คัมภีร์ดาวเทียม (Advanced Satellite Lnstallation.) ฉบับปรับปรุง. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพ : บริษัท เอ. เอส. เทคนิคการพิมพ์จำกัด.

[2] บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน). (2541). รอบรู้เรื่องดาวเทียม. สำนักพิมพ์ : Meb's Pick

[3] ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู่. (2537) คู่มือการสอนเชิงปฏิบัติการทดลอง. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. หน้า 1-3. 43

[4] ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู่. (2535) การสอน Loboratory. เอกสารประกอบการสอนวิชาพัฒนาระบบการสอนภาคปฏิบัติ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 46.

ระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติ

Prototype System of Shoe Rack for Automatic Storage and Retrieval of Shoes

จุฑา เสือคนอง[1] ศิวพันธ์ หริรักษ์[1] วดีนาถ วรรณสวัสดิ์กุล[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422125 E-mail: wadeenat@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบและสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4520 สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ พร้อมระบบแสดงผลตำแหน่งที่เลือกผ่านทางแอลอีดีเจ็ดส่วนและแอลอีดี โดยระบบต้นแบบสามารถเลือกการทำงานด้วยการกดสวิตซ์ 4 ขั้นตอน เพื่อเลือกการทำงานจาก 2 ระบบ ระหว่างระบบจัดเก็บรองเท้าอัตโนมัติ และระบบนำรองเท้าออกอัตโนมัติ ผลการออกแบบและสร้างระบบนั้น ระบบสามารถทำตามขั้นตอนที่เลือกได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: PIC18F4520, ชั้นวางรองเท้า

ABSTRACT

The paper presents the method and design process to build prototype system of shoe rack for automatic storage and retrieval of shoes with microcontroller PIC18F4520 to control the movement of the motor and displays the selected position via the seven segments and LEDs. The prototype system can be selected by press the 4-step switch to select from between automatic hoes storage system and automatic shoes retrieval system. The results of design and build, the system can follow the selected steps correctly.

Keywords: PIC18F4520, Shoe Rack

1. บทนำ

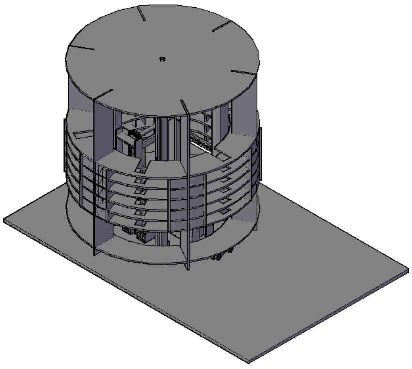
ในการจัดเก็บรองเท้าบนชั้นวางรองเท้านั้นทำได้โดยการก้มตัวลงไปหยิบรองเท้ากับพื้น เพื่อนำไปวางบนชั้นวางรองเท้าและเมื่อจะนำรองเท้าออกมาใส่ก็ต้องก้มเพื่อวางรองเท้ากับพื้นเช่นกัน ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจัดเป็นกิจวัตรประจำวันที่ต้องทำอย่างน้อยวันละครั้ง สำหรับผู้สูงอายุหรือผู้ที่ก้มตัวผิดวิธี การก้มตัวดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บ และในบางบ้านมีจำนวนรองเท้าค่อยข้างมากจึงจำเป็นต้องเลือกชั้นวางรองเท้าที่สูงขึ้น ทำให้การจัดเก็บรองเท้าหรือการนำรองเท้าออกมาเพื่อใส่นั้นผู้ใช้ต้องยืดตัว เขย่งปลายเท้าหรือนำบันไดมาต่อปีนขึ้นไปซึ่งอาจนำพาให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ การปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ในการอำนวยความสะดวกขึ้นมา แต่สิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นนำเสนอออกมาในรูปของชั้นวางรองเท้าที่สามารถเก็บรองเท้าได้จำนวนมาก หรือไม่ก็นำเสนอในรูปแบบของระบบจัดเก็บรองเท้าเท่านั้น ซึ่งยังคงปัญหาการก้มตัวลงไปวางรองเท้าหรือหยิบรองเท้าบนพื้นอยู่เช่นเดิม

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบและสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4520 ขึ้นมา โดยขั้นตอนการออกแบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้า การออกแบบระบบการทำงาน และการออกแบบวงจรควบคุม

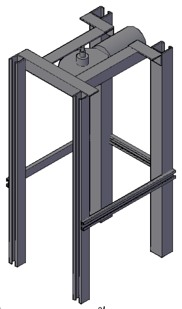
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 การออกแบบโครงสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้า

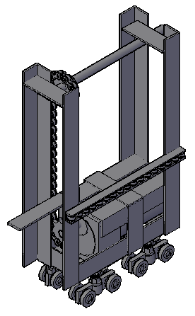
สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ได้ออกแบบโครงสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติสำหรับรองเท้า 30 คู่ โดยชั้นวางรองเท้ามีลักษณะทรงกลม 5 ชั้น 6 ช่อง และชั้นรับรองเท้า โครงสร้างตัวชั้นวางรองเท้าสามารถหมุนได้ 360 องศา ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ด้านในซ่อนกลไกชุดแขนกลสำหรับยกถาดวางรองเท้า ที่สามารเลื่อนขึ้นลงและเดินหน้าถอยหลังได้ ดังรูปที่ 1-3



รูปที่ 1 โครงสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้า



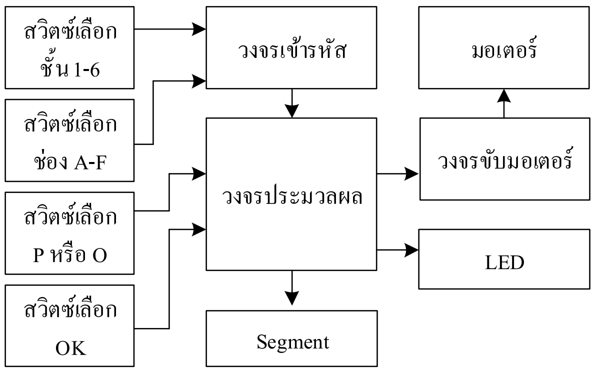
รูปที่ 2 ชุดหมุนชั้นวางรองเท้า



รูปที่ 3 ชุดแขนกลยกถาดวางรองเท้า

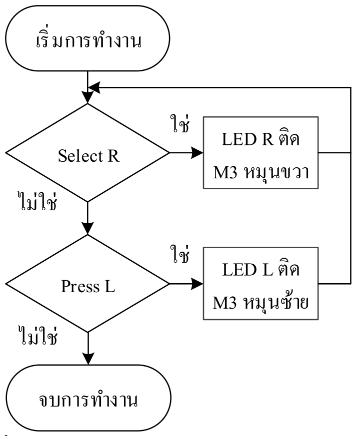
2.2 การออกแบบระบบการทำงาน

การออกแบบระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบจัดเก็บรองเท้าอัตโนมัติ และระบบนำรองเท้าออกอัตโนมัติ แต่เนื่องจากชั้นวางรองเท้าที่ออกแบบมาในลักษณะทรงกลมทำให้ไม่สามารถมองเห็นรองเท้าได้ทั้งหมด จึงเพิ่มระบบหมุนดูรองเท้าบนชั้นวางรองเท้าขึ้นมา ซึ่งบล็อกไดอะแกรมการออกแบบระบบแสดงดังรูปที่ 4 และแผนภาพการทำงานของระบบต้นแบบแสดงดังรูปที่ 5-7

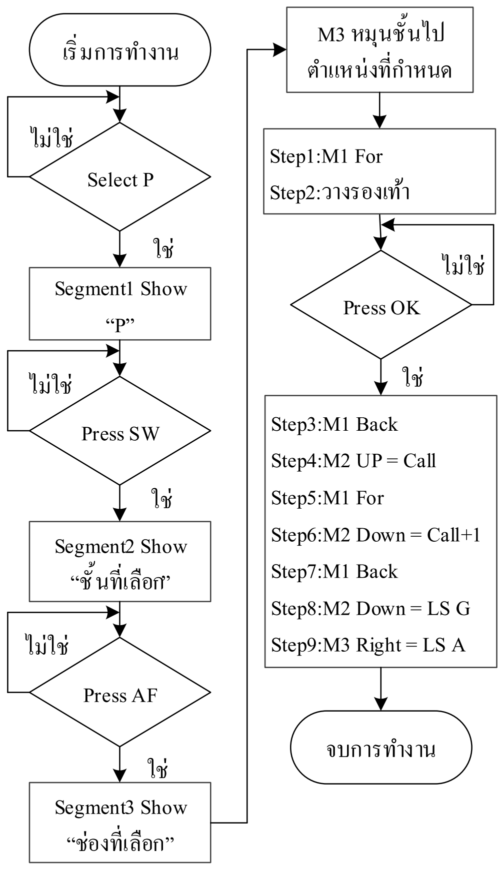


รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบระบบ

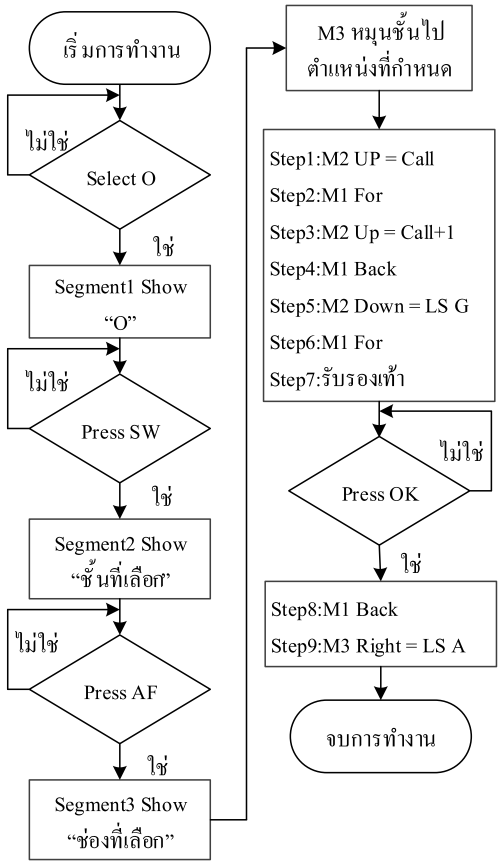
การออกแบบระบบเลือกใช้ชุดสวิตซ์ 4 ชุด สำหรับสั่งเริ่มการทำงาน แต่เนื่องจากในต้นแบบระบบชั้นวางรองเท้าอัตโนมัติใช้สวิตซ์ 16 ตัว และลิมิตสวิตซ์ 15 ตัว รวม 31 ตัว จำเป็นต้องผ่านวงจรเข้ารหัสก่อนเพื่อลดจำนวนขาสัญญาณลงก่อนเข้าวงจรประมวลผลการทำงานเพื่อส่งผลออกไปยังแอลอีดีเจ็ดส่วน 3 ตัว แอลอีดี 2 ดวง และชุดขับมอเตอร์ ซึ่งในระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน 3 ตัว



รูปที่ 5 แผนภาพการทำงานของระบบเรียกดูรองเท้า



รูปที่ 6 แผนภาพการทำงานของระบบจัดเก็บรองเท้าอัตโนมัติ



รูปที่ 7 แผนภาพการทำงานของระบบนำรองเท้าออกอัตโนมัติ

การทำงานของระบบเรียกดูรองเท้า ทำได้โดยการกดสวิตซ์ R หมุนขวาหรือสวิตซ์ L หมุนซ้ายค้างไว้ แอลอีดี R หรือ L จะติดค้างตามการกดสวิตซ์ จากนั้นมอเตอร์ M3 จะหมุนตามทิศทางที่เลือก

การทำงานของระบบจัดเก็บรองเท้าอัตโนมัติ เริ่มจากการกดสวิตซ์ P และกดสวิตซ์ SW เลือกชั้น 1-5 และกดสวิตซ์ AF เลือกช่อง A-F ที่ต้องการจะเก็บรองเท้า มอเตอร์ M3 จะหมุนชั้นวางรองเท้ามาตรงช่องที่เลือก จากนั้นมอเตอร์ M1 จะเดินหน้าไปรอรับรองเท้า ผู้ใช้ถอดรองเท้าบนถาดรับรองเท้าที่วางบนแขนกล จากนั้นกดสวิตซ์ OK มอเตอร์ M1 จะถอยหลัง มอเตอร์ M2 จะเลื่อนถาดรองเท้าขึ้นไปจนถึงชั้นที่เลือก จากนั้นมอเตอร์ M1 จะเดินหน้าเข้าไปยังช่องที่เลือก มอเตอร์ M2 เลื่อนลงต่ำกว่าชั้นที่เลือก 1 ชั้น เพื่อวางถาดรองเท้า จากนั้นมอเตอร์ M1 จะถอยหลังและมอเตอร์ M2 จะเลื่อนลงไปยังชั้น G และมอเตอร์ M3 จะหมุนไปรอคำสั่งต่อไปที่ช่อง A

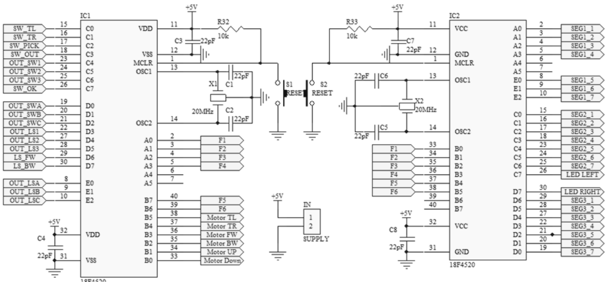
การทำงานของระบบนำรองเท้าออกอัตโนมัติ เริ่มจากการกดสวิตซ์ O และกดสวิตซ์ SW และกดสวิตซ์ AF เลือกช่องที่ต้องการดึงรองเท้าออก มอเตอร์ M3 จะหมุนชั้นวางรองเท้ามาตรงช่องที่เลือก มอเตอร์ M2 จะเลื่อนขึ้นไปต่ำกว่าชั้นที่เลือก 1 ชั้น M1 จะเดินหน้าไปได้ช่องที่เลือก มอเตอร์ M2 เลื่อนขึ้นเพื่อรับถาดรองเท้า M1 จะถอยหลัง มอเตอร์ M2 จะเลื่อนลงไปยังชั้น G M1 จะเดินหน้ามาที่ช่องรับรองเท้า ผู้ใช้งานนำรองเท้าออกจากถาด และกดสวิตซ์ OK M1 จะถอยหลังและมอเตอร์ M3 จะหมุนไปรอคำสั่งต่อไปที่ช่อง A

ในกระบวนการจัดเก็บรองเท้าอัตโนมัติและนำรองเท้าออกอัตโนมัตินั้น ผู้ใช้ต้องกดสวิตซ์ตามขั้นตอนเท่านั้น หากมีการกดสวิตซ์นอกเหนือจากนี้ระบบจะไม่ทำงานและรอรับคำสั่งตามกระบวนต่อไป

2.3 การออกแบบวงจรควบคุม

ในการออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ วงจรเข้ารหัส วงจรประมวลผลการทำงาน วงจรแสดงผลการทำงาน และวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

ในระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าใช้สวิตซ์และลิมิตสวิตซ์รวมทั้งหมด 31 ขา ผ่านวงจรเข้ารหัส 4 ชุด ลดขาสัญญาณเหลือ 19 ขา เข้าประมวลผลและส่งสัญญาณออก 2 ชุด ชุดแรกส่งออกไปยังตัวประมวลผลอีกตัวเพื่อควบคุมการแสดงผลผ่านทางแอลอีดีเจ็ดส่วนและแอลอีดี สัญญาณอีกชุดส่งไปยังวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ 3 ตัว แสดงระบบประมวลผลการทำงานดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 วงจรประมวลผลการทำงาน

3. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติขึ้นมาตามที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 9 และทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการทำงานจริงกับการทำงานบนโปรแกรมจำลองจำนวน 10 ครั้ง ดังตารางที่ 1 ผลการทดสอบดังรูปที่ 10 และ 11

ในรูปที่ 10 ได้ทำการทดสอบการจัดเก็บรองเท้าที่ชั้น 5 ช่อง F และในรูป 11 ได้ทำการทดสอบการดึงรองเท้าออกจากชั้น 1 ช่อง E ผลการทดสอบการทำงานจริงและการทำงานบนโปรแกรมจำลองสามารถแสดงอักษรได้ตรงตามที่กำหนดและระบบสามารถทำงานตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

รูปที่ 9 ระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้า

รูปที่ 10 ทดสอบการจัดเก็บรองเท้าชั้น 5 ช่อง F

รูปที่ 11 ทดสอบการดึงรองเท้าออกชั้น 1 ช่อง E

ตารางที่ 1 ทดสอบระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้า

ครั้งที่	ความต้องการ	การแสดงผล		
		P/O	ชั้น	ช่อง
1	จัดเก็บรองเท้าชั้น 5 ช่อง F	P	5	F
2	ดึงรองเท้าออกชั้น 1 ช่อง E	O	1	E
3	จัดเก็บรองเท้าชั้น 1 ช่อง E	P	1	E
4	ดึงรองเท้าออกชั้น 2 ช่อง C	O	2	C
5	จัดเก็บรองเท้าชั้น 2 ช่อง C	P	2	C
6	ดึงรองเท้าออกชั้น 4 ช่อง A	O	4	A
7	จัดเก็บรองเท้าชั้น 4 ช่อง A	P	4	A
8	ดึงรองเท้าออกชั้น 1 ช่อง B	O	1	b
9	จัดเก็บรองเท้าชั้น 1 ช่อง B	P	1	b
10	ดึงรองเท้าออกชั้น 3 ช่อง D	O	3	d

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบออกมาถูกต้องทั้งหมด โดยช่อง B และ D จะแสดงผลออกเป็นอักษรพิมพ์เล็กตามขีดจำกัดของแอลอีดีเจ็ดส่วน

4. สรุปผลการทดสอบ

จากการออกแบบและสร้างระบบต้นแบบชั้นวางรองเท้าสำหรับจัดเก็บรองเท้าและนำรองเท้าออกแบบอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4520 นั้น กลไกที่ได้ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง การแสดงผลผ่านทางแอลอีดีเจ็ดส่วนถูกต้องแม่นยำ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและเครื่องมือช่างสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชั้นวางรองเท้าอัตโนมัติ. (2556). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.youtube.com/watch?v=kaHVfFxtL8I วันที่สืบค้น: 25 พฤษภาคม 2560.

[2] The Automatic Shoe Cabinet. (2557). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.youtube.com/watch?v=km-q1XBN-J4 วันที่สืบค้น: 25 พฤษภาคม 2560.

[3] ชั้นวางรองเท้าอัตโนมัติ. (2558). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.youtube.com/watch?time_continue=88&v=rSlFphh_lfA วันที่สืบค้น: 25 พฤษภาคม 2560.

[4] สุเมธ มามาตย์. "Embedded MICRO CONTROLLER PIC18F," กรุงเทพมหานคร.สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต, 2555.

[5] ดอนสัน ปงผาบ. "การเขียนโปรแกรมภาษาซีในงานควบคุม," กรุงเทพมหานคร . สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2543.

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม LabVIEW ในการสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล

Application of LabVIEW for Training and Analyzing Futsal Goalkeeper's Reaction Machine

ประสพสุข สร้อยทอง[1]
[1]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 วิทยาลัยธาตุพนม ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม โทรศัพท์ 0866350316 E-mail: Prasubsuk@npu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล โดยใช้โปรแกรม LabVIEW student edition เครื่องสามารถกำหนดโปรแกรมการฝึก การบันทึกค่าปฏิกิริยาการตอบสนอง ตามการแยกตำแหน่งการวางเซ็นเซอร์ เพื่อให้ผู้ควบคุมการฝึกนำข้อมูลไปวิเคราะห์และออกแบบการฝึกซ้อมต่อไป จากการทดสอบเครื่องด้วยการให้รักษาประตูยืนในตำแหน่งอ้างอิง แล้วใช้มือไปแตะที่เซ็นเซอร์ตามจุดที่กำหนด โดยดูตำแหน่งจากจอแสดงผล ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงตำแหน่งที่ผู้รักษาประตูไม่ถนัดหรือตำแหน่งที่เคลื่อนตัวไปลำบาก จากข้อมูลที่ได้นำมาออกแบบการฝึกแล้วทำการทดสอบอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบผล ซึ่งผลที่ได้ คือ ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูดีขึ้นในตำแหน่งที่ไม่ถนัด 0.861 วินาที และใช้เวลารวมดีขึ้นอยู่ที่ 9.202 วินาที

คำสำคัญ: เครื่องฝึกทักษะปฏิกิริยาตอบสนอง, ประตูฟุตซอล

Abstract

This paper of this study was to construct the Skills and reaction Analysis of Futsal Goalkeeper Training machine By Using Lab VIEW student edition Program, The Training machine can be Set training program, Response Recording, According to the placement of sensors. To allow the trainer to analyze and design the training. From testing the machine to keeping the door standing at the reference position. Then use the hand to touch the sensor at the designated point. View the position of the display. The data can show the position of the goalkeeper is not good or the position is moving. From the data that was designed to practice, then test again to compare the results. The reaction of the goalkeeper is improved in an unlikely position in 0.861 seconds and the total time is 9.202 seconds.

Keywords: Skill Reaction Training Machine, Futsal Goalkeeper

1. บทนำ

ผู้รักษาประตูกีฬาฟุตซอลเป็นตำแหน่งที่ต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ไวและทักษะการเคลื่อนไหวร่างกาย ในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่ต้องการเพื่อป้องกันประตู ดังนั้นการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองและการตื่นตัวของสมองสั่งการจึงจำเป็น เพื่อให้ผู้รักษาประตูมีการตอบสนองและพร้อมในการเล่นตลอดเวลา [2]

ในการฝึกซ้อมผู้รักษาประตู ด้านปฏิกิริยาตอบสนองจะฝึกท่าต่างๆตามแผนของผู้ควบคุมการฝึกโดยใช้การจับเวลา ร่วมกับ Polar Loop Activity Monitor วัดความเร็วและอัตราการเต้นของหัวใจของผู้รักษาประตู ซึ่งจะบอกได้เพียงความฟิตและความรวดเร็วในการตอบสนองของร่างกายโดยรวม [1] หากแต่ผู้รักษาประตูแต่ละคนมีความสามารถของร่างกายที่ไม่เหมือนกัน เช่น การตอบสนองของร่างกายด้ายซ้าย ขวา แนวโน้มของการตอบสนองช้าลงเมื่อร่างกายอ่อนล่า การใช้เวลาไปยังตำแหน่งต่างๆ ซึ่งหากต้องการออกแบบฝึกให้เหมือนกับผู้รักษาประตูแต่ละคนจำเป็นต้องรู้ข้อมูลอย่างละเอียดของแต่ละคนเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล เพื่อเก็บข้อมูลและแสดงแก่ผู้ควบคุมการฝึกนำไปวิเคราะห์และออกแบบการฝึกให้มีประสิทธิภาพ

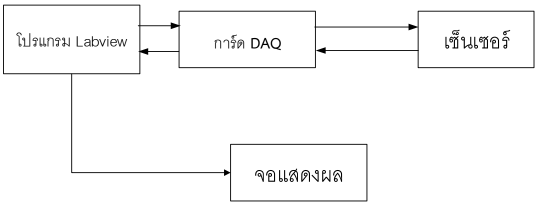
2. หลักการทำงาน

ในการออกแบบและสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล ได้แบ่งการดำเนินงานเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

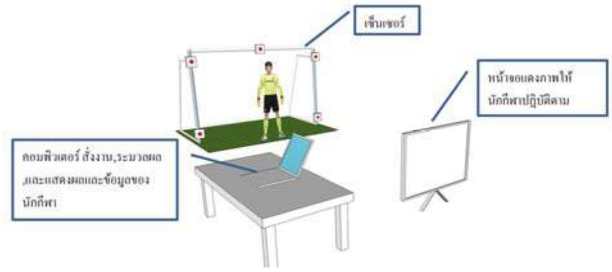
การออกแบบสร้างเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล เพื่อใช้สำหรับฝึกและวิเคราะห์

ข้อมูล ด้วยโปรแกรม LabVIEW student edition ในการประมวลผลและเก็บข้อมูล ใช้การ์ด DAQ (Data Acquisition) ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยกระบวนการทำงานจะแบ่งลำดับการทำงานดังนี้



รูปที่ 1 Flow Chat การทำงาน

จาก รูปที่ 1 โปรแกรม LabVIEW ทำหน้าที่กำหนดจุดให้นักกีฬาเคลื่อนที่ไปโดยการแสดงผลที่หน้าจอแสดงผล ซึ่งสามารถสั่งงานได้ทั้งแบบสุ่ม และการกำหนดจุดเองจากผู้ควบคุมการฝึกจากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังหน้าจอแสดงผล เมื่อนักกีฬาเห็นสัญญาณจะเคลื่อนที่ไปแตะที่เซ็นเซอร์ที่กำหนด เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณกลับไปยังการ์ด DAQ และจะส่งสัญญาณต่อไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรม LabVIEW ประมวลผลและบันทึกค่า เวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่เพื่อนำมาการวิเคราะห์ต่อไป

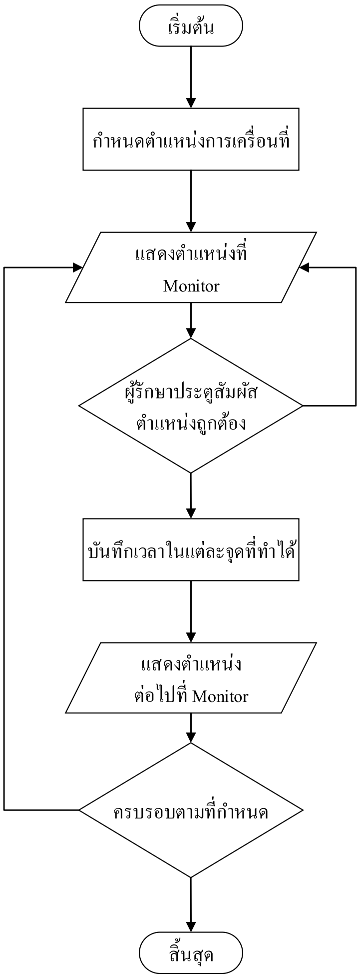


รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่อง

ส่วนประกอบของเครื่อง ประกอบด้วย Sensor ตรวจจับการสัมผัสของนักกีฬา ซึ่งจะติดอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ของประตู Monitor สำหรับแสดงตำแหน่ง เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของนักกีฬา คอมพิวเตอร์สั่งงานแสดงค่า และบันทึกผลดังรูปที่ 2

2.2 การออกแบบซอฟแวร์

ในการออกแบบเพื่อควบคุมและบันทึกผลของเครื่องมีหลักการดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 Flow Chat การทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 3 การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากรับโปรแกรมการจากผู้ควบคุมการฝึก ซึ่งสามารถนำตารางการฝึกที่บันทึกไว้ในรูปแบบ Excel มาใช้งานได้เพื่อความสะดวกในการฝึกตามตารางฝึกแบบเดิมติดต่อหลายวัน และสามารถกำหนดจุดแบบสุ่ม จากนั้นโปรแกรมจะแสดงจุดการเคลื่อนไปยัง Monitor สำหรับผู้รักษาประตู เมื่อผู้รักษาประตูเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องโปรแกรมจะทำการบันทึกเวลาแล้วนำข้อมูลไปแสดงยัง Monitor ของผู้ควบคุมการฝึก จากนั้นเมื่อผู้รักษาประตูกลับมายังจุดอ้างอิงซึ่งคือบริเวณกลางประตู โปรแกรมทำการแสดงตำแหนงในการเคลื่อนที่ต่อไป การทำงานจะวนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบรอบตามจำนวนที่ผู้ฝึกสอนกำหนดไว้โปรแกรมจะหยุดทำงานพร้อมกับบันทึกข้อมูลในรูปแบบ Excel เพื่อนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการฝึกต่อไป

3. ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการออกแบบฮาร์ดแวร์

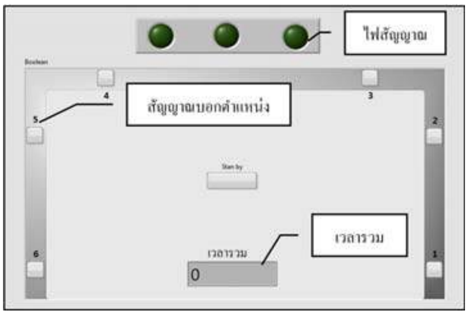
จากการออกแบบได้เครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล มีส่วนของตัวตรวจจับตำแหน่งใช้ Photoelectric Sensor 7 ตัวในการตรวจจับ 7 ตำแหน่ง โดยมีจุดอ้างอิงอยู่กึ่งกลางประตูแต่แสดงตำแหน่ง LED dot matrix 8x8 และใช้ Monitor ในการแสดงตำแหน่งจากโปรแกรม ตามรูปที่ 4 ตำแหน่ง 1,6 เป็นการทดสอบการเคลื่อนตัวไปด้านหน้า 2,5 เป็นการทดสอบการเคลื่อนตัวไปด้านข้าง 3,4 เป็นการเคลื่อนตัวกระโดดด้านข้าง

รูปที่ 4 ส่วนประกอบของเครื่อง

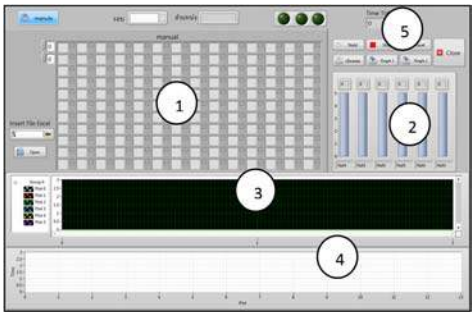
3.2 ผลการออกแบบซอฟแวร์

โปรแกรมแสดงผลแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของผู้รักษาประตู รูปที่ 5 และส่วนของผู้ควบคุมรูปที่ 6 ส่วนของผู้รักษาประตูใช้จอ Monitor แสดงผล ซึ่งประกอบด้วยไฟสัญญาณบอกตำแหน่งที่ผู้รักษาประตูเพื่อการเคลื่อนไปแตะเซ็นเซอร์ เวลารวมที่ทำได้ และไฟสัญญาณเตรียมตัว

การแสดงผล ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ควบคุม จะมีรายละเอียดในการกำหนดจุดการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถกำหนดจุดได้ทั้งแบบ สุ่มตำแหน่ง และแบบกำหนดเอง อีกทั้งยังสามารถนำเข้าข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้ก่อนในรูปแบบ Excel มาใช้งานเพื่อความสะดวกในการฝึกรูปแบบเดิมหลายๆครั้ง



รูปที่ 5 ส่วนของหน้าจอแสดงผลของผู้รักษาประตู



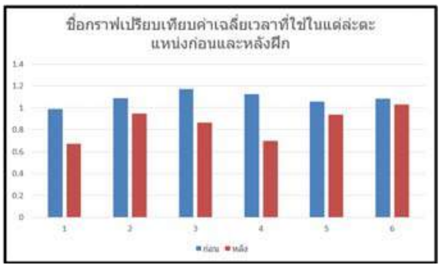
รูปที่ 6 ส่วนของหน้าจอแสดงผลผู้ควบคุมการฝึก

จากรูปที่ 6 ประกอบด้วยส่วนที่ใช้ในการควบคุมและแสดงผลดังต่อไปนี้ จุดที่ 1 ใช้สำหรับระบุตำแหน่งของการเคลื่อนโดยใช้ตัวเลข 1-7 แทนตำแหน่งเซ็นเซอร์, 2 กราฟแท่งค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในแต่ละจุด, 3 กราฟการใช้เวลาตามแต่ละจุด, 4 การภาพรวมทั้งหมดของการเคลื่อนที่, 5 เมนูสั่งงาน

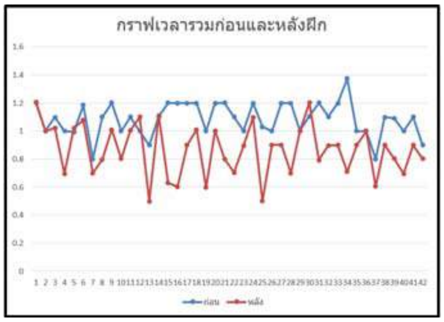
4. ผลการทดลอง

จากการออกแบบเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล สามารถแสดงข้อมูลเพื่อให้ผู้ควบคุมการฝึกนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบการฝึกสำหรับผู้รักษาประตู ดังต่อไปนี้

กราฟค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูเปรียบเทียบปฏิกิริยาการตอบสนองของผู้รักษาประตูในแต่ละตำแหน่งก่อนและหลังการฝึก

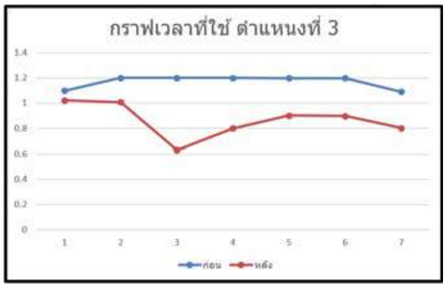


รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ในแต่ละตำแหน่งก่อนและหลังฝึก

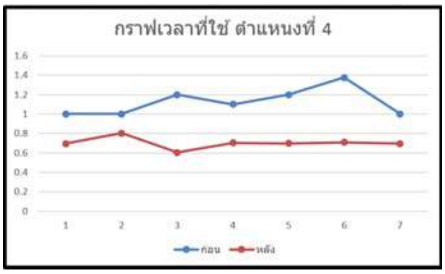


รูปที่ 7 กราฟการเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังฝึก

รูปที่ 7 เปรียบเทียบเวลาทั้งหมดที่ผู้รักษาประตูใช้ก่อนและหลังการฝึก ซึ่งให้ผู้รักษาประตู ผลที่ได้คือสามารถทำเวลาได้ดีขึ้น 9.202 วินาที และใน รูปที่ 8 และ รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในตำแหน่งที่ 3 ,4 เป็นตำแหน่งที่ผู้รักษาประตูใช้เวลามาก ผลที่ได้คือเวลาที่ใช้ในจุดที่ 3 ลดลง 0.265 วินาที และในตำแหน่งที่ 4 ลดลง 0.861



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบปฏิกิริยาตอบสนองตำแหน่งที่ 3



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบปฏิกิริยาตอบสนองตำแหน่งที่ 4

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเครื่องฝึกทักษะและวิเคราะห์ปฏิกิริยาตอบสนองของผู้รักษาประตูฟุตซอล ด้วยโปรแกรม LabVIEW สามารถแสดงข้อมูลปฏิกิริยาตอบสนองในตำแหน่งต่างๆของประตู เพื่อใช้ออกแบบการฝึก จากผลที่ได้สามารถเพิ่มปฏิกิริยาตอบสนองดีขึ้น ในทุกตำแหน่งโดยเฉพาะตำแหน่งที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นตำแหน่งผู้รักษาประตูไม่ถนัดการฝึกเป็นพิเศษ โดยใช้เวลาดีขึ้น 0.265 และ 0.861 ใช้เวลารวมดีขึ้น 9.202 วินาที จึงสรุปได้ว่าสามารถนำเครื่องมาใช้วิเคราะห์การฝึกและออกแบบการฝึกได้อย่างเหมาะสมกับตัวผู้รักษาประตู แต่จากการทดลองต้องใช้เวลาในการติดตั้งอุปกรณ์และเก็บอุปกรณ์หลังฝึกซ้อมเสร็จ 30-45 นาที ซึ่งถือเป็นเวลาที่นาน และยังต้องใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายจึงเป็นข้อจำกัดในการนำเครื่องไปฝึกในสนามฝึก ที่ไม่สามารถใช้ได้ในที่ไม่มีไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าอยู่ไกล ในการพัฒนาควรทำเป็นระบบไร้สายเพื่อง่ายในการติดตั้งและออกแบบให้มีแบตเตอรี่ในตัวเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ผู้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] เจริญ กระบวนรัตน์, 2543 หลักการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายนักกีฬา เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา งานกีฬากองการนักศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] ชลัช ภิรมย์, 2539 การฝึกฟุตบอลสมัยใหม่. วิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดสมุทรสาคร.

[3] ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และชาญชัย การสร้างเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมายเพื่อใช้ในกีฬาแบดมินตัน วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ ปีที่ 31 ฉบับที่ 3

ชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์

The Training for Improving and Learning Skills in Car Audio System

อรรถพล แพนสิงห์ เอกพงษ์ คงสมบัติ พรมรินทร์ ถินราช ศรายุทธ เมาพี และพันตรี โคมพิทยา
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 หมู่ 2 ตำบลธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48110 โทรศัพท์ 042-540442 E-mail: new_renunakhon@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการสร้างชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์สำหรับนักศึกษาในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาและทดลองคุณสมบัติของระบบเครื่องเสียงรถยนต์ เพื่อเพิ่มทักษะทางการเรียนรู้และปฏิบัติงานจริง อันจะเป็นการเพิ่มทักษะในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และให้บรรดาผู้ที่สนใจในระบบเครื่องเสียงรถยนต์นำไปเป็นแบบอย่างหรือตัวอย่างในการตกแต่งเครื่องเสียงรถยนต์ของตนเองได้อีกด้วย ผลการวิจัยของชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์พบว่าชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ ในวงจรแต่และส่วนที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้ตามคุณสมบัติของวงจรในทุกส่วนและเมื่อนำส่วนประกอบของวงจรแต่ละส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน สามารถใช้ในการทดสอบการทำงานของวงจรเครื่องขยายเสียงของรถยนต์ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องเสียง ระบบเสียงและวิชาที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีคุณภาพ

ผลการประเมินด้านคุณภาพของชุดทดลอง จากผู้เรียนจำนวน 40 คน พบว่าอยู่ ในระดับ ดี โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.01 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.67

ดังนั้นชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: เครื่องขยายเสียง, ปรีแอมปลิไฟเออร์, ครอสโอเวอร์เนตเวิร์ก

Abstract

This article purposed the designed of the training for improving and learning skills in car audio system for electronics students at Thatphanom College, Nakhon Phanom University. The training for improving and learning skills in car audio system used for study and test the features of the car stereo. This will increase the skill performing the actual work effectively. And for who are interested in the car audio system as example in the decoration of their car stereo system as well. The results of the training for improving and learning skills in car audio system found that the circuits of car audio system can work according to the circuit properties in all parts. When the components of each circuit are assembled together. It can be used to test the operation of the amplifier circuit of the car stereo system. Besides, it can be used for teaching in the subjects of sound audio and related subjects with good quality.

Quality evaluation results of the test kit. Of the 40 students, they were at a good level., the average = 4.01, standard deviation (S.D.) = 0.67.

In summary,The Training for Improving and Learning Skills in Car Audio System for electronic's students are qualify to apply for the teaching.

Keywords: Sound System, Amplifier, Pre-amplifier, Crossover Network

1. บทนำ

ในปัจจุบันการติดตั้งและการปรับแต่งเครื่องเสียงรถยนต์กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก ในกลุ่มของคนรักรถยนต์และชอบตกแต่งเครื่องเสียง โดยสังเกตได้จากการรวมกลุ่มของนักแต่งเครื่องเสียงรถยนต์ ที่ได้นำรถยนต์มาเปิดโชว์ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ของตนแต่ละรุ่น รวมไปถึงการประกวดระบบเครื่องเสียงรถยนต์อีกด้วย และเพื่อให้ผู้ที่สนใจในระบบเครื่องเสียงรถยนต์ได้นำไปเป็นแบบอย่างหรือนำไปเป็นตัวอย่างในการตกแต่งระบบเครื่องเสียงในรถยนต์ของตนเอง นำประยุกต์ใช้งานระบบเครื่องเสียงรถยนต์ของตนต่อไป [1] ในการติดตั้งระบบเครื่องเสียงรถยนต์จะต้องมีความรู้ทางด้านไฟฟ้าเครื่องยนต์ เครื่องเสียง ระบบเสียงและต้องมีความรู้ทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าและ

อิเล็กทรอนิกส์ จึงจะสามารถประกอบ ติดตั้งระบบเครื่องเสียงในรถยนต์หรือนำไปประกอบอาชีพได้ [1] จากความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยจึงสร้างชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ ขึ้นมาเพื่อฝึกปฏิบัติการติดตั้งระบบเครื่องเสียงภายในรถยนต์ แก้ไขปัญหาการติดตั้งและบำรุงรักษา รวมทั้งเป็นทักษะในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับลักษณะงานดังกล่าวมาข้างต้นได้แก่ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานหรือนำไปประกอบอาชีพได้

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

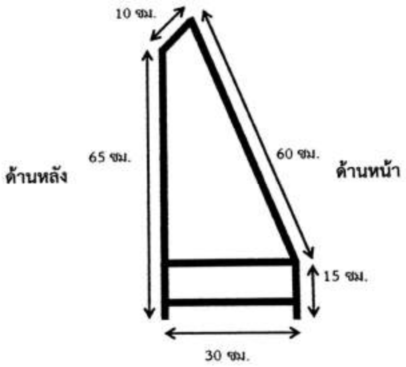
2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่องระบบเครื่องเสียงรถยนต์

2.2 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน การฝึกปฏิบัติในการติดตั้งและทดสอบระบบเครื่องเสียงรถยนต์

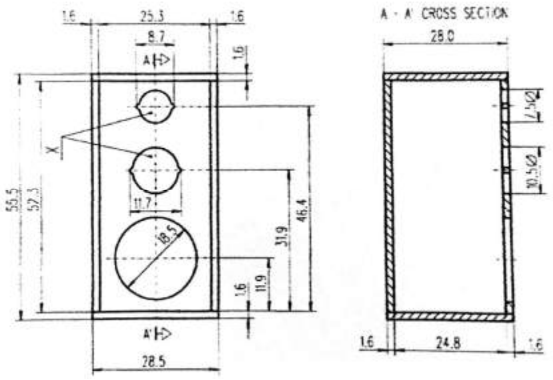
2.3 เพื่อเพิ่มทักษะสำหรับผู้เรียน ผู้ฝึกปฏิบัติการติดตั้งและทดสอบระบบเครื่องเสียงรถยนต์

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

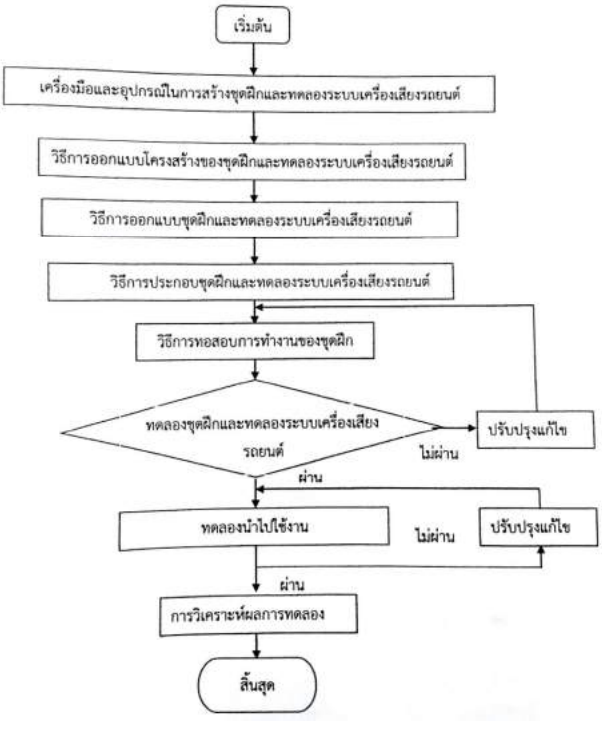
การออกแบบและสร้างชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่องระบบเครื่องเสียงรถยนต์ เป็นชุดฝึกและทดลองระบบเครื่องเสียงรถยนต์ในการเรียนในรายวิชา เครื่องเสียงระบบเสียงและวิชาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการออกแบบชุดฝึกและใบงานการทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 โครงสร้างชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์



รูปที่ 2 การออกแบบโครงสร้างตู้ลำโพงของชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์



รูปที่ 3 แผนผังวิธีการดำเนินการของชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์

รูปที่ 4 ชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ที่สมบรูณ์

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการประเมินด้านคุณภาพของชุดทดลองจากผู้เรียน จำนวน 40 คน พบว่าอยู่ ในระดับ ดี โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.01 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.678

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ชุดทดลอง

ข้อที่	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	เกณฑ์
	ด้านโครงสร้าง รูปร่าง ของชุดทดลอง			
1.	การออกแบบโครงสร้างของชุดทดลอง	3.75	0.543	ดี
2.	การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดทดลองมีความเหมาะสม	3.75	0.588	ดี
3.	การเลือกสีที่ใช้กับชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.425	0.588	ดี
4.	อุปกรณ์สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่เหมาะสม	4.5	0.751	ดี
5.	ชุดทดลองมีน้ำหนักที่เหมาะสม	4.15	0.802	ดี
6.	ชุดทดลองมีส่วนสูงที่มีความเหมาะสม	3.75	0.739	ดี
7.	ชุดทดลองสามารถเคลื่อนย้ายและการนำไปใช้งานอย่างสะดวก	4.05	0.220	ดี
8.	ชุดทดลองมีความสวยงาม	3.7	0.516	ดี
9.	ชุดทดลองมีความปลอดภัย	4.125	0.911	ดี
10.	ชุดทดลองมีความแข็งแรงคงทน	3.725	0.516	ดี
	ด้านการใช้งาน			
11.	ชุดทดลองมีการใช้งานที่ความสะดวก	4.15	0.769	ดี
12.	จอแสดงภาพ(ทีวี)ของชุดทดลอง มีองศาการเอียงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	3.825	0.769	ดี
13.	จอแสดงภาพ(ทีวี)ของชุดทดลอง สามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.125	0.686	ดี
14.	ชุดทดลองมีความสะดวกต่อการปรับหน้าจานรับสัญญาณดาวเทียม	4.275	0.715	ดี
15.	การตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องรับ Receiver มีความสะดวกต่อการใช้งาน	3.875	0.647	ดี
	ผลเฉลี่ยรวม	4.01	0.678	ดี

5. สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 จากผลการประเมินจากผู้เรียนจำนวน 40 คน พบว่าแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกทดลองการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเรื่อง ระบบเครื่องเสียงรถยนต์ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของการประเมิน เท่ากับ 4.01 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 0.678

อุปกรณ์วงจรในแต่ละส่วนที่ได้ออกและและสร้างขึ้นสามารถใช้ในการทดลองประกอบ ทดสอบการทำงานของวงจรต่างๆ ได้ตามคุณสมบัติและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ในชุดฝึกและทดลองระบบเครื่องเสียงรถยนต์ได้เป็นอย่างดีและสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา เครื่องเสียง ระบบเสียงและวิชาที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ไพทูน ดีนัก, “ชุดฝึกและทดลองระบบเครื่องเสียงรถยนต์” สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยธาตุพนมม, มหาวิทยาลัยนครพนม. 2558.

[2] ธนวัฒน์ ภูลายเหลือง และศุภชัย อันโยธา, “เครื่องขยายคลาสดี”, นักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาลัยขอนแก่น. 2548. ออนไลน์: ที่มา http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/EE20060310144254.pdf

[3] พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, “ทฤษฎีเครื่องเสียง”, กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์จริญธรรม. 2535.

[4] ระยุทธ สามชาลี และชัยวัฒน์ เลี้ยงประเสริฐ, “เครื่องขยายเสียงสำหรับหูฟัง”, นักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาลัยขอนแก่น. 2550.

[5] สายันต์ ชื่นอารมณ์, “เจาะลึกวงจรขยายเสียง”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2548.

[6] อดุลย์ กัลยาแก้ว, “อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร”, กรุงเทพฯ, เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์, 2546.

ระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูปด้วยการประมวลผลภาพ

Cantaloupe Quality Classify System based on Image Processing

อรรถพล กัณหเวก และ กรณิการ์ มูลโพธิ์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 โทรศัพท์ 02-988-3666 ต่อ 1112

Email: Attapon@mutacth.com , kornika@mutacth.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูปด้วยการประมวลผลภาพ โดยได้สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการคัดแยกเกรดแคนตาลูปโดยใช้ค่าน้ำหนักและความสมบูรณ์ของพื้นผิวเปลือกของผลแคนตาลูป เป็นปัจจัยหลักในการคัดแยกเกรดคุณภาพ โดยใช้หลักการการออกแบบระบบการคำนวณน้ำหนักผลแคนตาลูปด้วยโหลดเซลล์ และความสมบูรณ์ของพื้นผิวเปลือกผลด้วยการประมวลผลภาพ นำมาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ราสเบอร์รี่พาย 2 และอาร์ดูโน่ยูโน่อาร์ 3.0 ด้วยโปรแกรมโอเพ่นซีวีและไพทอน และแสดงผลผ่านทางหน้าจอแบบสัมผัส ซึ่งระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูปแบบอัตโนมัตินี้สามารถคำนวณราคาของผลแคนตาลูปแต่ละเกรด โดยแสดงออกมาทางหน้าจอ และยังสามารถระบุราคาและเปลี่ยนแปลงราคาได้ตามราคาตลาด ณ ขณะนั้นได้อีกด้วย จากผลการทดลองสามารถคัดแยกเกรดแคนตาลูปจำนวน 40 ผล และแยกเกรดได้ 4 เกรด โดยได้ผลการคัดแยก 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การชั่งน้ำหนัก, การประมวลผลภาพ, โหลดเซลล์, การคัดแยกเกรดแคนตาลูป

Abstract

This paper presents a cantaloupe quality classify system based on Image Processing and built prototype cantaloupe quality classify machine. That grading cantaloupe with weight and surface of the cantaloupe. Control by microcontroller RaspberryPi2 and Arduino Uno R3.0.The use of OpenCv and pyhon programs. Python program is use for design graphic display on the screen. OpenCv program is use for design a program that calculate the surface of the cantaloupe. The cantaloupe quality classify system is an automatic system. Cost and price can be change as the market price at all that time. It can also be separated into 4 grades and calculate price and value of each grade to display on the screen. The result of processing machine can separated 40 cantaloupe into 4 grades without error.

Keywords: measure weighed, Image Processing, load cell, quality classify system

1. บทนำ

การคัดแยกเกรดของผลผลิตที่ได้มาตรฐานเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มรายได้และชื่อเสียงของเกษตรกร การใช้แรงงานคนทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการจ้างแรงงาน และยังมีปัญหาในเรื่องมาตรฐานในการคัดแยกของแรงงานแต่ละคนอีกด้วย เพื่อให้เกิดมาตรฐานในการคัดแยกเกรดของผลผลิต และลดต้นทุนการใช้แรงงานคนในการคัดแยก จึงได้มีการศึกษาเพื่อนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตรและอาหารมากขึ้น โดยเริ่มมีการนำเอาการประมวลผลภาพมาเปรียบเทียบสี และรูปร่างเพื่อหาคุณภาพของผลผลิต [1]-[2] หรือนำมาหาน้ำหนักของผลผลิต [3] รวมไปถึงการสร้างเครื่องจักรทางการมองเห็น (Machine Vision) มาคัดแยกคุณภาพและชนิดของผลไม้ด้วยระบบอัตโนมัติ[4]

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูปโดยสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการคัดแยกเกรดแคนตาลูป ที่นำเอาหลักการของโหลดเซลล์มาใช้ในการชั่งน้ำหนัก และหลักการของการประมวลผลภาพมาใช้ในการหาความสมบูรณ์ของพื้นผิวของผลแคนตาลูปและนำไปประมวลผลเพื่อคัดแยกเกรดแบบอัตโนมัติ เพื่อให้เกิดมาตรฐานในการคัดแยกเกรดของผลแคนตาลูปพันธ์ผิวเรียบ และลดต้นทุนการใช้แรงงานคนในการคัดแยก ส่งผลให้เกิดเทคโนโลยีการเกษตรตามยุคประเทศไทย 4.0 ต่อไป

2. โครงสร้างระบบที่นำเสนอ

บทความนี้นำเสนอระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูป โดยสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการคัดแยกเกรดแคนตาลูป สามารถแบ่งการทำงานของโครงสร้างออกเป็น 4 ส่วนหลักด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 การชั่งน้ำหนักของผลด้วยโหลดเซลล์ ส่วนที่ 2 การหาค่าความสมบูรณ์ของพื้นผิวเปลือกผลด้วยการประมวลผลภาพ ส่วนที่ 3 การประมวลผลและแสดงผลออกทางจอแบบสัมผัส และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของโครงสร้างและเมคคานิกส์ โดยมีเงื่อนไขในการคัดแยกเกรดแคนตาลูปดังตารางที่ 1

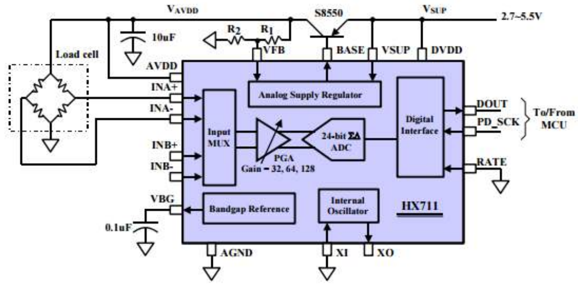
ตารางที่ 1 การออกแบบเกณฑ์การคัดแยกเกรดแคนตาลูป

น้ำหนัก(W) หน่วย กิโลกรัม (kg) / คุณภาพ (Q) หน่วย เปอร์เซ็นต์(%)	น้ำหนัก เกรด 1.5kg<W	น้ำหนัก เกรด 1.3kg<W≤1.5	น้ำหนัก เกรด 1.0kg<W≤1.3	น้ำหนัก เกรด W≤1.0
80 < Q ≤100	A	B	C	D
60 < Q ≤ 80	B	B	C	D
40 < Q ≤ 60	C	C	C	D
0 < Q ≤ 40	D	D	D	D

2.1 การชั่งน้ำหนักของผลด้วยโหลดเซลล์

เนื่องจากบทความนี้ในส่วนของการวัดน้ำหนักใช้อุปกรณ์ตรวจวัดน้ำหนักคือโหลดเซลล์ (Load cell) ชนิดที่ใช้สเตนเกจ (Strain gauge) และใช้บอร์ดสำเร็จรูป HX711 ซึ่งเป็นบอร์ดสำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 24 บิต ที่ใช้กับเซ็นเซอร์สำหรับอุตสาหกรรมที่ให้สัญญาณอนาล็อกขนาดเล็กและสามารถเลือกค่าอัตราขยายสัญญาณที่

เหมาะสมกับบอร์ดได้ แสดงบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 1 โดยช่วงน้ำหนักที่ใช้ในบทความนี้จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 กิโลกรัม จากนั้นทำการวัดเทียบเคียงกับตราชั่งมาตรฐาน ซึ่งจากผลการทดลองวัดค่าน้ำหนักได้ค่าความผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนักสูงสุด 2 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด 0.4 เปอร์เซ็นต์

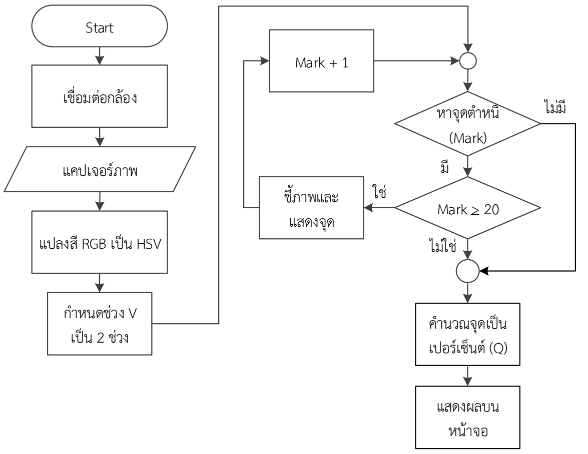


หมายเหตุ: นำมาจาก Datasheet ของไอซี HX711

รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานภายในของไอซี HX711

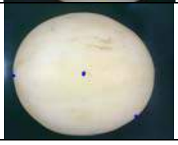
2.2 การหาค่าความสมบูรณ์ของพื้นผิวเปลือกผลด้วยการประมวลผลภาพ

แสดงการทำงานเป็นโฟลว์ชาร์ตดังรูปที่ 2 เริ่มจากการเชื่อมต่อกล้องเข้ากับบอร์ดราสเบอร์รี่พายแล้วทำการเปิดการใช้งานกล้องจากนั้นแคปเจอร์ภาพจากกล้อง และนำภาพมาทำการแปลงค่าจากโมเดลสีแบบ RGB เป็นแบบ HSV (H คือค่าองศาของสี S คือค่าการอิ่มตัวของสี V คือค่าความสว่างสี) นำค่า V มากำหนดช่วงเป็น 2 ช่วงเพื่อตรวจหาตำหนิ จากนั้นทำการหาตำหนิกำหนดเป็น Mark โดยจะทำการนับจุดตามค่าที่กำหนด 2 ช่วง ถ้าพบจุดตำหนิและจำนวนจุดที่เจอมากกว่า 20 จุด(Pixel) ให้เพิ่มจำนวนจุดตำหนิและชี้จุดโดยการแสดงจุดสีน้ำเงินบนหน้าจอ และวนกลับไปนับจุดใหม่จนกว่าจะครบตามกรอบที่กำหนด (Contour) แต่ถ้าไม่เจอะตำหนิให้ไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์และแสดงออกทางหน้าจอ จากโฟลว์ชาร์ตดังกล่าวได้ทำการทดลองระบบโดยนำเอาแคนตาลูปที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่มีคุณภาพพื้นผิวเปลือกแตกต่างกันจำนวน 4 ผล มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ผิว(Q) ตามรูปที่ 2 ได้ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 2



รูปที่ 2 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของการหาค่าความสมบูรณ์ของพื้นผิวด้วยการประมวลผลภาพ

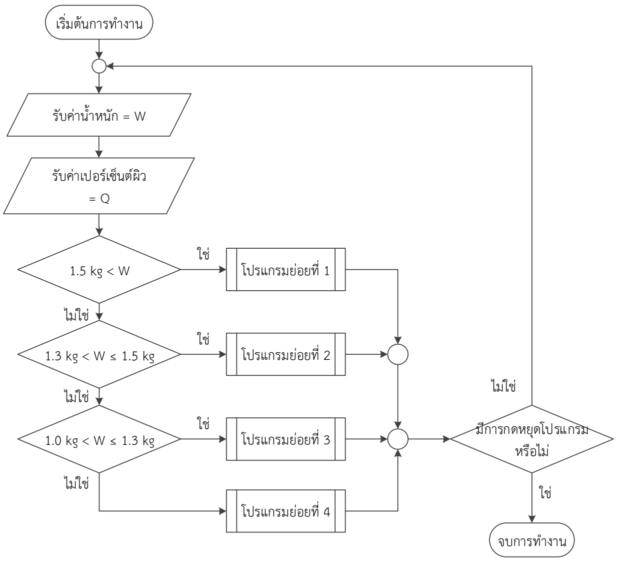
ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองจากการประมวลผลภาพ

ลูกที่	ภาพแสดงจำนวนจุด	ค่าความสมบูรณ์ของพื้นผิวเปลือกผล
1		31 เปอร์เซ็นต์
2		87 เปอร์เซ็นต์
3		97 เปอร์เซ็นต์
4		97 เปอร์เซ็นต์

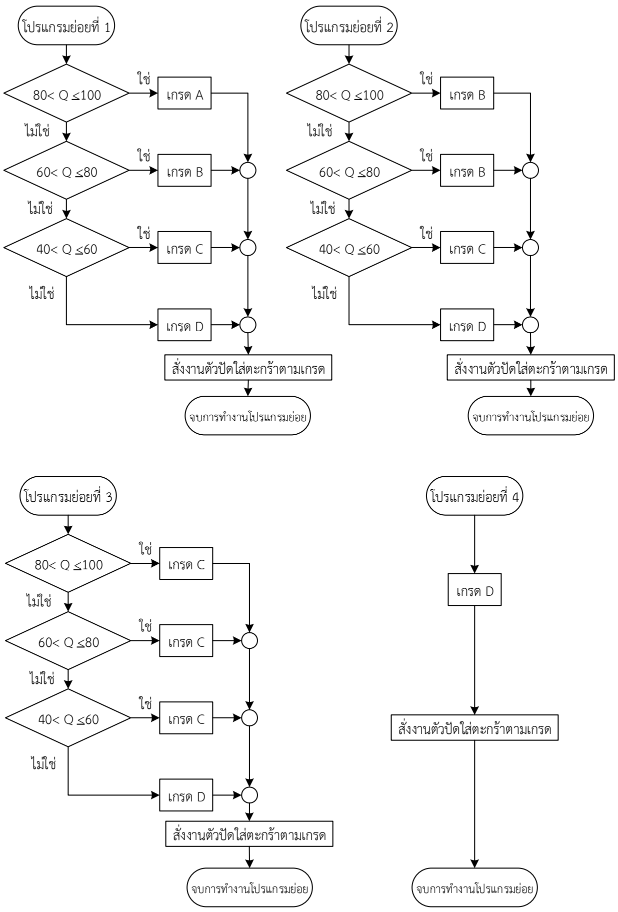
2.3 การประมวลผลและแสดงผลออกทางจอแบบสัมผัส

โดยขั้นตอนการทำงานของระบบสามารถแสดงเป็นโฟลว์ชาร์ตดังรูปที่ 3 และโปรแกรมย่อยดังรูปที่ 4 ตามเกณฑ์การออกแบบการคัดแยกเกรดแคนตาลูปดังตารางที่ 1 เริ่มต้นการทำงานโดยการรับค่าน้ำหนักจากหัวข้อที่ 2.1 มาเก็บไว้ในตัวแปร W และรับค่าเปอร์เซ็นต์ผิวจากหัวข้อที่ 2.2 มาเก็บไว้ในตัวแปร Q ถ้า W มีค่ามากกว่า 1.5 กิโลกรัม ให้ทำงานในโปรแกรมย่อยที่ 1 ในโปรแกรมย่อยที่ 1 ถ้า Q มีค่าอยู่ระหว่าง 80 ถึงเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ กำหนดเป็นเกรด A ถ้า Q มีค่าระหว่าง 60 ถึงเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ กำหนดเป็นเกรด B ถ้า Q มีค่าระหว่าง 40 ถึงเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ กำหนดเป็นเกรด C และถ้า Q มีค่าต่ำกว่าเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ กำหนดเป็นเกรด D จากนั้นให้สั่งงานให้ตัวปัดใส่ตะกร้าตามเกรดทำงาน แต่ถ้าหาก W อยู่ในช่วงระหว่าง 1.3 กิโลกรัม ถึงเท่ากับ 1.5 กิโลกรัม ให้ทำงานในโปรแกรมย่อยที่ 2 ตรวจสอบค่า Q และกำหนดเกรดตามเงื่อนไขซึ่งในโปรแกรมย่อย 2 นี้ มีเกรดสูงสุดที่เกรด B ซึ่งถูกจำกัดด้วยน้ำหนัก จากนั้นให้สั่งงานให้ตัวปัดใส่ตะกร้าตามเกรดทำงาน แต่ถ้าหาก W อยู่ในช่วงระหว่าง 1.0 กิโลกรัม จนถึงเท่ากับ 1.3 กิโลกรัม ให้ทำงานในโปรแกรมย่อยที่ 3 ตรวจสอบค่า Q และกำหนดเกรด โดยจะมีเกรดสูงสุดที่เกรด C จากนั้นให้สั่งงานให้ตัวปัดใส่ตะกร้าตามเกรดทำงานหาก W น้อยกว่าเท่ากับ 1 กิโลกรัมจะถูกคัดเป็นเกรด D ทั้งหมด และสั่งงานให้ตัวปัดใส่ตะกร้าทำงาน

ในการสั่งงานตัวปัดใส่ตะกร้าตามเกรดนั้น เมื่อทำการแยกเกรดจากโปรแกรมย่อยเรียบร้อยแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานให้สายพานเคลื่อนตำแหน่งแคนตาลูปไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามเกรด เมื่อเซ็นเซอร์ตัวที่อยู่ในเงื่อนไขมีแคนตาลูปมาถึงที่เซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งงานโซลินอยด์วาล์วให้กระบอกสูบดันตัวปัดไปซ้าย และขวา เพื่อปัดลูกแคนตาลูปไปตามช่องเกรดที่กำหนดไว้ แคนตาลูปจะไหลตามช่องทางลำเลียงแคนตาลูปลงตะกร้า และจะแสดงค่าน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ผิวออกมาที่หน้าจอทัชสกรีน โดยระบบจะทำงานซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะกดปุ่มหยุดทำงาน



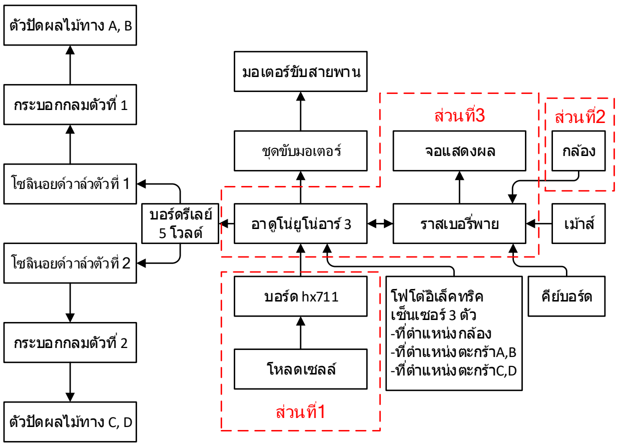
รูปที่ 3 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบตรวจคัดแยกเกรดแคนตาลูป



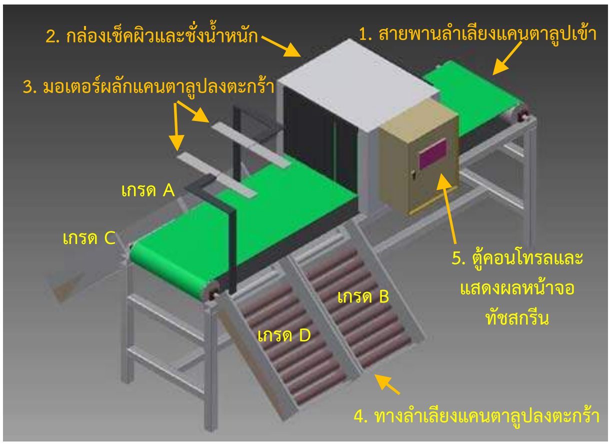
รูปที่ 4 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานโปรแกรมย่อยของระบบในรูปที่ 3

2.4 โครงสร้างและเมคคานิกส์

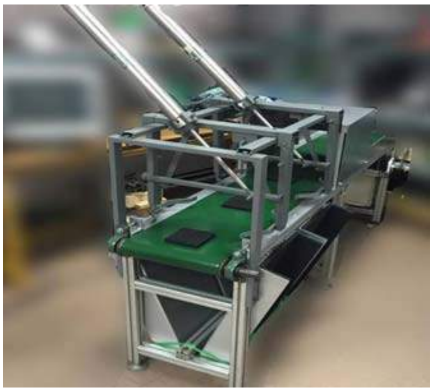
จากระบบการประมวลผลซึ่งอธิบายตามหัวข้อที่ 2.3 แล้วนั้น สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบอย่างง่าย และเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างได้ดังรูปที่ 5 โดยทำการออกแบบโครงสร้างและเมคคานิกส์ได้ดังรูปที่ 6 และจัดทำเครื่องต้นแบบจริงแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ



รูปที่ 6 การออกแบบโครงสร้างของระบบ



รูปที่ 7 โครงสร้างของระบบ

3. ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ

ทำการทดสอบระบบโดยการนำเอาแคนตาลูปที่ใช้ในการทดลองหาค่าความสมบูรณ์ของผิว จำนวน 4 ลูกมาทดสอบกับระบบอีกครั้ง

โดยให้ทำการคัดเกรด และแสดงค่าออกมาทางหน้าจอ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองจากการทดสอบระบบจริง

ลูกที่	ภาพแสดงจำนวนจุด	ผลการคัดแยกเกรด
1		เกรด D น้ำหนัก 1.74 กก. คุณภาพผิว 31%
2		เกรด A น้ำหนัก 1.62 กก. คุณภาพผิว 87%
3		เกรด B น้ำหนัก 1.41 กก. คุณภาพผิว 97%
4		เกรด C น้ำหนัก 1.10 กก. คุณภาพผิว 97%

และได้ทำการทดสอบระบบจริง โดยการนำเอาแคนตาลูปจำนวน 40 ผล โดยเลือกเอาแคนตาลูปที่คัดเกรดแล้วจำนวนเกรดละ 10 ผล นำมาปนกันและทดสอบระบบโดยเปิดให้ระบบทำงานต่อเนื่องครบทั้ง 40 ผล จากผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 4 ถึง 7 โดยระบบสามารถคัดแยกเกรดแคนตาลูปได้ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลการทดลองคัดแยกแคนตาลูปเกรด A จำนวน 10 ผล

ครั้งที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ผิว (%)	เกรดที่ได้
1	1.61	94	A
2	1.57	89	A
3	1.61	90	A
4	1.61	89	A
5	1.56	97	A
6	1.57	96	A
7	1.56	92	A
8	1.54	90	A
9	1.56	93	A
10	1.62	95	A

ตารางที่ 5 ผลการทดลองคัดแยกแคนตาลูปเกรด B จำนวน 10 ผล

ครั้งที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ผิว (%)	เกรดที่ได้
1	1.37	95	B
2	1.38	97	B
3	1.44	95	B
4	1.39	93	B
5	1.41	91	B
6	1.38	95	B
7	1.38	94	B
8	1.41	92	B
9	1.38	95	B
10	1.40	93	B

ตารางที่ 6 ผลการทดลองคัดแยกแคนตาลูปเกรด C จำนวน 10 ผล

ครั้งที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ผิว (%)	เกรดที่ได้
1	1.09	93	C
2	1.09	92	C
3	1.10	91	C
4	1.09	89	C
5	1.11	92	C
6	1.13	94	C
7	1.14	92	C
8	1.12	90	C
9	1.12	91	C
10	1.13	92	C

ตารางที่ 7 ผลการทดลองคัดแยกแคนตาลูปเกรด D จำนวน 10 ผล

ครั้งที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ผิว (%)	เกรดที่ได้
1	1.80	20	D
2	1.82	19	D
3	1.80	26	D
4	1.83	17	D
5	1.81	13	D
6	1.78	11	D
7	1.80	1	D
8	1.78	10	D
9	1.78	26	D
10	1.79	18	D

4. บทสรุป

จากผลการทดลองจะเห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถคัดแยกเกรดแคนตาลูปได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ดีเครื่องต้นแบบนี้สามารถใช้งานได้กับแคนตาลูปพันธ์ผิวเรียบเท่านั้น ไม่สามารถใช้งานกับแคนตาลูปผิวตาข่ายได้ ซึ่งผู้จัดทำจะได้ทำการพัฒนาระบบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณณัฐวุฒิ อั้นอยู่ และคุณนันทพัทธ์ กุลนิษฐ์วงศ์ ที่ช่วยประกอบติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในเครื่องทดลองและเก็บผลการทดสอบระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] Zhi-yuan Wen, Lu-ming Shen, Hui-ping Jing, Kui Fang, “Color and shape grading of citrus fruit based on machine vision with fractal dimension,” Image and Signal Processing (CISP2010), 16-18 Oct. 2010.

[2] Jihai Xu, Linfang Xiao, Xiuqin Rao, “Study on texture classification of cantaloupe based on machine vision,” 2016 ASABE Annual International Meeting, 17-20 July 2016.

[3] Joseph D.Eifert, Gabriel C.Sanglay, Dah-Jye Lee, Susan S.Summner, Merle D.Pierson, “Prediction of raw produce surface area from weight measurement,” Journal of Food Engineering, Vol.74, no.4, pp.552-556, June 2006.

[4] J Blasco, N Aleixos, E Molto, “Machine Vision System for Automatic Quality Grading of Fruit,” Biosystems Engineering, Vol.85, no.4,pp.415-123, August 2013.

การตรวจจับป้ายบังคับจราจรแบบวงกลม โดยใช้การแยกสีและการแปลงฮัฟวงกลม

Circular Traffic Sign Detection by Using Color Segmentation and Circular Hough Transform

ณัฏฐธิดา คงวิริยะกิจ[1] สุกฤตา ปริปุรณะ[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ. พิบูลย์สงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 E-mail: nattida8852@gmail.com[1], sukritta.p@eng.kmutnb.ac.th[2]

บทคัดย่อ

เครื่องหมายจราจรคือสิ่งบอกถึงกฎระเบียบข้อห้ามในการจราจร เพื่อให้ผู้ขับขี่ใช้ถนนได้อย่างปลอดภัย และปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามผู้ขับขี่บางคนอาจละเลยป้ายเหล่านั้นไปซึ่งอาจนำไปสู่อุบัติเหตุได้ งานวิจัยนี้เสนอการนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาช่วยตรวจจับป้ายจราจรประเภทวงกลมโดยใช้การแยกสีและการแปลงฮัฟวงกลม ผลการทดลองมีความถูกต้อง 41.38% ถูกต้องบางส่วน 25.12% และ ผิดพลาด 33.50%

Abstract

Traffic signs inform drivers about rules of the road. However, some drivers ignore these rules that may lead to road accidents. This paper proposes circular traffic signs detection by using color segmentation and circular hough transform. The experimental result shows that the proposed method can provide the correct, partly correct and incorrect detection of the circular traffic sign at 41.38%, 25.12% and 33.50% respectively.

Keywords: Traffic sign detection, Traffic sign, Circular hough transform, Color segmentation

1. บทนำ

เครื่องหมายจราจรเป็นสัญลักษณ์ทางจราจรใช้สำหรับควบคุมการจราจรบนท้องถนนเพื่อกำหนดการเคลื่อนตัวของการจราจร แนะนำการจราจร รวมไปถึงเตือนผู้ขับขี่ให้ระวังเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน ดังนั้นเครื่องหมายทางจราจรจึงไม่ควรต้องถูกละเลย เพราะอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคทางการประมวลผลภาพมาใช้เพื่อช่วยผู้ขับขี่มองหาป้ายจราจรที่อยู่รอบข้าง

ปัจจุบันงานด้านการประมวลผลภาพได้ถูกนำมาศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันรถยนต์ส่วนใหญ่จะติดตั้งกล้องหน้ารถไว้คอยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ระหว่างขับรถ ดังนั้นการนำผลลัพธ์จากกล้องหน้ารถมาใช้ในการประมวลผลภาพจึงเป็นแรงจูงใจให้ศึกษาและพัฒนางานวิจัยนี้

ป้ายประเภทวงกลม [1] แบ่งเป็นสองประเภทได้แก่ ป้ายจำกัดสิทธิ์ (Prohibitory sign) มีลักษณะเด่นคือ มีขอบสีแดง พื้นหลังสีขาว และ มีสัญลักษณ์ด้านในสีดำ อีกประเภทคือ ป้ายคำสั่ง (Mandatory Sign) มีลักษณะเด่นคือ ขอบสีขาว พื้นหลังสีน้ำเงิน และ มีสัญลักษณ์ด้านในสีขาว ดังที่แสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ป้ายจราจรแบบวงกลม

งานวิจัยในอดีตแบ่งการตรวจจับป้ายจราจรออกเป็น 2 วิธีหลัก ได้แก่ การแบ่งด้วยสี (Color-based method) และ การแบ่งด้วยรูปร่าง (Shape-based method) ในวิธีการแบ่งด้วยสี จากงานวิจัยในอดีต [2] เสนอการตรวจจับป้ายจราจรโดยใช้เทคนิคการแปลงจากแบบจำลองสี RGB คัดเลือกมาเฉพาะส่วนที่เป็นสีแดงและใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมตัดสินว่าเป็นภาพป้ายจราจร แต่อย่างไรก็ตามป้ายประเภทวงกลมไม่ได้มีเพียงสีแดงเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีสีน้ำเงินอยู่ด้วย ในงานวิจัย [3] ใช้หลักการ Color distance method คือใช้หลักการเปรียบเทียบภาพระหว่าง 2 ภาพ เนื่องจากงานวิจัยนี้ตัดภาพวิดีโอเป็นภาพนิ่งวิธีนี้จึงไม่ได้ถูกเลือกด้วยความที่แสงในแต่ละช่วงวันมีความไม่แน่นอนการเลือกแบบจำลองสีจากงานวิจัย [4] เลือกใช้แบบจำลองสี HSV ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวสามารถแยกโทนสีออกจากความสว่างได้ ในขั้นตอนการตรวจจับด้วยรูปร่าง ด้วยลักษณะเด่นของป้ายประเภทบังคับเป็นวงกลม เทคนิค การแปลงฮัฟวงกลม สามารถนำมาค้นหาขอบที่มีโอกาสจะเป็นวงกลมได้

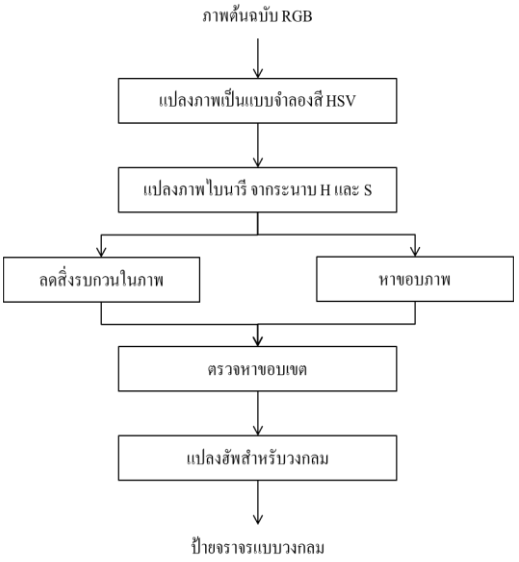
งานวิจัยนี้เสนอการตรวจจับป้ายจราจรประเภทวงกลมด้วยเทคนิคการแยกสีและการแปลงฮัฟวงกลม (Circular hough transform) สีแดงและสีน้ำเงินของป้ายจราจรถูกแยกออกมาจากแบบจำลองสี HSV และใช้เทคนิคการหาวงกลมด้วยการแปลงฮัฟวงกลมซึ่งอธิบายในหัวข้อที่ 2

2. การตรวจจับป้ายจราจรแบบวงกลม

บล็อคไดอะแกรมแสดงการตรวจจับป้ายบังคับจราจรแบบวงกลมของงานวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 6 ขั้นตอนดังรูปที่ 2

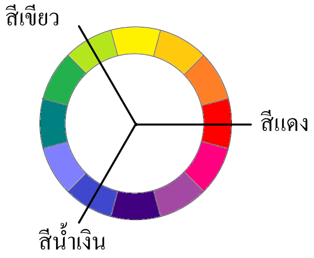
2.1 การแปลงภาพเป็นแบบจำลองสี HSV

จากแบบมาตรฐานตัวอักษร ตัวเลข และป้ายจราจร [1] ระบุไว้ว่า ป้ายบังคับประเภทจำกัดสิทธิ์นั้นมีขอบสีแดง พื้นหลังสีขาว และมีรายละเอียดสีดำ ส่วนป้ายบังคับประเภทคำสั่งนั้น มีขอบสีขาว พื้นหลังสีน้ำเงิน และรายละเอียดสีขาว ดังนั้นสีที่สนใจมีเพียง 2 สี คือ สีแดง และ สีน้ำเงิน ด้วยแสงในแต่ละช่วงเวลานั้นต่างกันทำให้แบบจำลองสี RGB จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้เนื่องจาก RGB เป็นแบบจำลองที่เกิดจากการผสมแม่สีหลัก 3 สี (แดง เขียว และน้ำเงิน) เกิดเป็นเวกเตอร์ 3 มิติหากแต่เมื่อแสงเปลี่ยนทำให้สีป้ายมีสีต่างจากเดิมหาก และคาดเดาได้ยากว่าสีในระนาบไหนเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2 บล็อคไดอะแกรมแสดงการตรวจจับป้ายบังคับจราจรแบบวงกลม

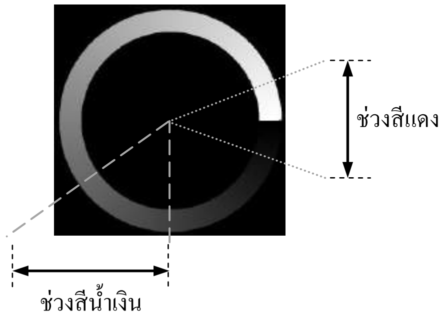
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้แบบจำลองสี HSV เนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวมีการแยกโทนสีออกจากความสว่าง โดย H (Hue) หมายถึง โทนสี โดยถูกระบุอยู่ในวงล้อสี เริ่มจากสีแดงที่ 0 องศา สีเขียวที่ 120 องศา และ สีน้ำเงินที่ 240 องศา ภาพวงล้อสีแสดงในรูปที่ 3 S (Saturation) หมายถึง ความอิ่มสี หรือความสดของสี และ สุดท้าย V (Value) หมายถึง ความสว่างของสี



รูปที่ 3 วงล้อสีของระนาบ H

2.2 การแปลงภาพไบนารี

ป้ายจราจรประเภทป้ายบังคับแบบวงกลมแบ่งเป็นป้ายบังคับประเภทจำกัดสิทธิ์และป้ายบังคับประเภทคำสั่งมีสีที่โดดเด่นคือขอบสีแดงและพื้นหลังสีน้ำเงินตามลำดับ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกทำการแปลงภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคการแบ่งภาพด้วยการใช้ค่าขีดแบ่ง (Thresholding Method)



รูปที่ 4 วงล้อสีของระนาบ H ในแบบสีระดับเทา

ในการตรวจจับป้ายสีแดงและน้ำเงินจาก ระนาบ H (Hue) และระนาบ S (Saturation) ในแบบจำลองสี HSV การเลือกช่วงของโทนสีแดงและน้ำเงินในระนาบ H แสดงในรูปที่ 4 บริเวณที่สนใจในระนาบ H และ S ของสีแดงและสีน้ำเงินในภาพหาได้จากการใช้ค่าขีดแบ่งดังสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ และบริเวณที่สนใจทั้งหมด (ROI) หาได้จากสมการ (3)

$$ROI_H(x,y) = \begin{cases} (0 \leq H_{red_upper} \leq 0.05) \\ \cup (0.97 \leq H_{red_lower} \leq 1) \\ \cup (0.52 \leq H_{blue} \leq 0.76) \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$ROI_S(x,y) = \begin{cases} 0.2 \leq S \leq 0.6 \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$ROI(x,y) = ROI_H(x,y) \cap ROI_S(x,y) \quad (3)$$

โดยที่ ROI_H (x,y) คือค่าสีแดงและสีน้ำเงินในระนาบ H ที่ตำแหน่ง (x, y)
ROI_S(x,y) คือ ค่าช่วงที่สีสดในระนาบ S ที่ตำแหน่ง (x, y)
ROI (x,y) คือ บริเวณที่สนใจทั้งหมดที่ตำแหน่ง (x, y)

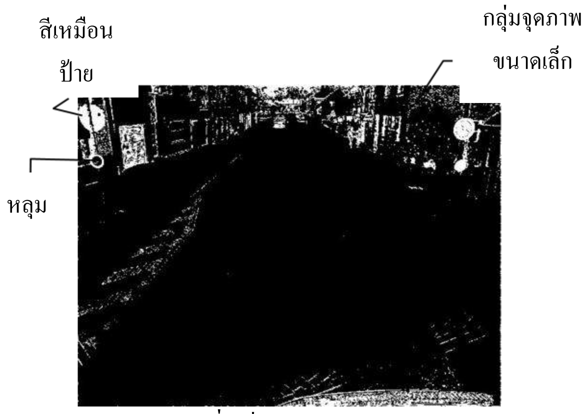
ภาพผลลัพธ์จากการแปลงภาพต้นฉบับ (รูปที่ 5 (ก)) ด้วยสมการที่ (3) แสดงในรูปที่ 5 (ข)

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพบริเวณที่สนใจทั้งหมด

รูปที่ 5 การแปลงภาพไบนารีจากระนาบ H และระนาบ S

2.3 การลดสิ่งรบกวน

บริเวณที่สนใจทั้งหมดจากขั้นตอนที่ 2.2 จะถูกนำมาใช้เป็นหน้ากาก (ROI mask) เพื่อให้ลดการคำนวณ แต่อย่างไรก็ตามบริเวณที่สนใจทั้งหมด



รูปที่ 6 สิ่งรบกวนในภาพ

มักจะมีสิ่งรบกวน เช่น บริเวณกลุ่มจุดภาพขนาดเล็กบริเวณช่องว่างระหว่างขอบป้ายและพื้นหลัง ดังแสดงในรูปที่ 6 จึงจำเป็นจะต้องลดสิ่งรบกวนให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดและลดเวลาในการประมวลผล งานวิจัยนี้จึงใช้การขยาย (Dilation) กำจัดกลุ่มวัตถุเล็กๆ (Small object removal) และ การเติมหลุม (Filling hole) เพื่อลดสิ่งรบกวนของหน้ากากบริเวณที่สนใจ

2.3.1 การขยาย (Dilation)

หลังจากการแบ่งส่วนภาพด้วยสีแล้วนั้น บางบริเวณที่สำคัญอาจไม่ถูกแบ่งมาด้วย เป็นเพราะป้ายถูกวางไว้ในหลายสถานการณ์ อย่างเช่น วางอยู่หลังต้นไม้ หรือมีเสามาบัง ดังนั้นวิธีการขยาย (Dilation) มาเพื่อเชื่อมต่อบริเวณที่ขาดหายไปก่อนทำกระบวนการอื่นๆต่อไป เพื่อไม่ให้รายละเอียดที่สำคัญนั้นหายไป สมการการขยายเป็นไปตามสมการที่ (4)

$$A \oplus B = \bigcup_{a \in A} (B)_a \qquad (4)$$

โดยที่ A คือ รูปภาพ
B คือ โครงสร้างองค์ประกอบ (Structuring element)

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โครงสร้างองค์ประกอบแบบวงกลม (Sphere) ขนาด 3×3 เนื่องจากไม่ได้ต้องการให้มีการขยายมาก เพียงต้องการแค่เชื่อมพื้นที่ขาดเข้าหากันเท่านั้น

2.3.2 กำจัดกลุ่มวัตถุเล็กๆ (Small object removal)

บริเวณที่สนใจทั้งหมด (ROI) ที่ผ่านการแบ่งส่วนด้วยสีมาแล้วนั้นยังคงมีกลุ่มจุดเล็กๆที่ไม่เป็นที่ต้องการ การกำจัดออกทำได้โดยการนับว่าจุดภาพสีขาวที่ติดกันนั้นมีขนาดพื้นที่เท่าใดเนื่องจากป้ายจราจรจะต้องมีกลุ่มของจุดภาพเกาะกันจำนวณมากจนเห็นได้ชัดหากกลุ่มของจุดภาพมีขนาดน้อยกว่า 200 จุดภาพ แสดงว่าไม่ใช่ป้ายจราจรจึงถูกกำจัดออกจากภาพ

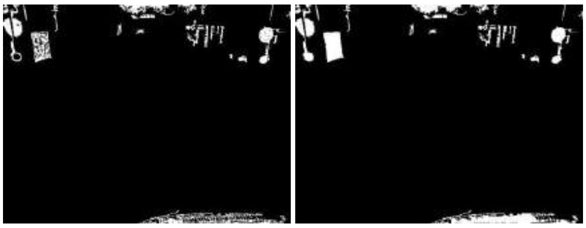
2.3.3 การเติมหลุม (Filling hole)

จากลักษณะของป้ายจราจรมีทั้งขอบป้าย พื้นหลังป้าย และสัญลักษณ์ภายใน ซึ่งแต่ละส่วนมีสีที่ต่างกัน หากเป็นป้ายกำจัดสิทธิ์นั้นขอบมีสีแดง ดังนั้นเมื่อทำการแบ่งส่วนด้วยสีโดยเลือกสีแดง ทำให้ส่วนที่สนใจเหลือเพียงแค่ขอบป้าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการเติมพื้นที่ให้เต็ม เพื่อให้ได้รายละเอียดป้ายที่ครบถ้วน สีน้ำเงินก็เช่นกันเนื่องจากรายละเอียดภายในป้ายบังคับสีน้ำเงินนั้นเป็นสีขาว การเติมหลุมจะช่วยให้รายละเอียดภายในไม่หายไป

หลักการของการเติมหลุม คือ ทำการค้นหาขอบภาพหากขอบภาพล้อมกันปิดสนิท จะถือว่าภายในและภายนอกถูกตัดขาดออกจากกัน จะกำหนดให้ภายในขอบปิดมีค่าเป็นจริง ส่วนด้านนอกขอบปิดนั้นจะให้เป็นเท็จ ดังสมการที่ (5)

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - EDGE(x, y) \\ 0, \text{Otherwise} \end{cases} \qquad (5)$$

โดยที่ EDGE (x, y) คือ บริเวณขอบภาพจาก Canny edge detection



(ก) การกำจัดกลุ่มจุดภาพเล็กๆ (ข) การเติมหลุม

รูปที่ 7 การลดสิ่งรบกวนภายในภาพ

2.4 การหาขอบภาพ (Edge detection)

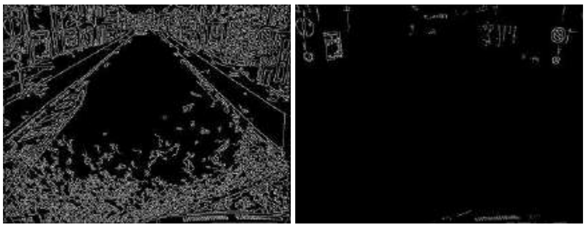
ขอบ หมายถึงบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเข้มสีอย่างฉับพลัน ซึ่งภาพจากสภาพแวดล้อมจริงนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบที่หลากหลาย อย่างเช่น ต้นไม้ เลนถนน ป้ายโฆษณา รวมไปถึง ยานพาหนะบนท้องถนน ทำให้เกิดขอบขึ้นมากมาย ซึ่งขอบที่เกิดขึ้นไม่ใช่ขอบที่ต้องการ หากทำการลดความคมขอบภาพลงได้นั้นทำให้ความชันของความเข้มสีลดลง ส่งผลให้ขอบเกิดน้อยลงด้วย ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวกรองแบบมิเดียน (Midian filter) เพื่อทำการกรองเอาสิ่งรบกวน เช่น บริเวณต้นไม้และเส้นถนนออก จากนั้นใช้การหาขอบแบบแคนนี (Canny edge detection) ผลการหาขอบดังแสดงในรูปที่ 8 (ก)

2.5 การกำหนดขอบเขต

ในการหาวงกลมโดยใช้เทคนิค Circular hough transform จากขอบของภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.4 แต่หากหาขอบโดยภาพรวมเลยนั้น จะพบว่ามีขอบไม่จำเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงใช้การรวมกันของภาพขอบและ ภาพหน้ากากส่วนที่สนใจ เพื่อให้เหลือเพียงแค่ขอบที่มีโอกาสเป็นป้ายจราจรเท่านั้น ตามสมการที่ (6)

$$f(x, y) = EDGE(x, y) \cap ROI(x, y) \qquad (6)$$

โดยที่ EDGE (x, y) คือ ภาพขอบ
ROI (x, y) คือ ภาพหน้ากากบริเวณที่สนใจ



(ก) ก่อนการกำหนดขอบเขต (ข) หลังการกำหนดขอบเขต

รูปที่ 8 การกำหนดขอบเขต

2.6 การตรวจจับวงกลมโดยการแปลงฮัฟวงกลม

การแบ่งแยกป้ายจราจรว่าเป็นป้ายประเภทใดไม่เพียงแค่สีที่ทำให้สามารถแบ่งประเภทของป้ายออกได้ รูปร่างของป้ายก็เป็นลักษณะสำคัญ

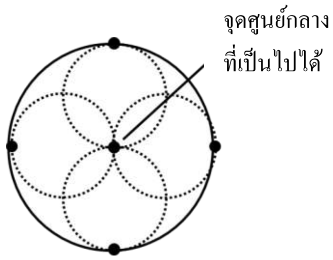
ในป้ายประเภทบังคับนั้น มีลักษณะรูปร่างโดยส่วนมากเป็นวงกลม มีบางส่วนที่มีรูปร่างอื่น อย่างเช่น ป้ายหยุดมีรูปร่างเป็นหกเหลี่ยม และ ป้ายห้ามมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม

ลักษณะเด่นของวงกลม คือ มีจุดศูนย์กลางที่โดนล้อมด้วยเส้นโค้ง มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่า ๆ กัน ระยะนี้เรียกว่า รัศมี หากลากเส้นจากขอบวงกลมจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดโดยผ่านจุดศูนย์กลาง เส้นนั้นจะเรียกว่าเป็น เส้นผ่านศูนย์กลาง โดยจะมีค่าเป็นสองเท่าของรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเส้นแบ่งวงกลมออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยสมการวงกลมเป็นไปตามสมการที่ (6)

$$(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 = r^2 \qquad (7)$$

โดยที่ X_0, Y_0 เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ r คือ รัศมีของวงกลม

การทำ Circular Hough Transform เป็นเทคนิคพื้นฐานที่ใช้กันมากในการประมวลผลภาพ โดยขั้นแรกจะต้องกำหนดรัศมีในช่วงที่ต้องการคงที่ จากนั้นทำการคาดคะเนจุดศูนย์กลางแล้วทำการนำรัศมีที่กำหนดมากวาดรอบจุดศูนย์กลางที่พบ จากนั้นทำการลงคะแนนว่ามีโอกาสเป็นวงกลมหรือไม่



รูปที่ 9 แสดงคุณลักษณะของวงกลม

3. การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองใช้ฐานข้อมูลของ Belgium database [5] ซึ่งเป็นฐานข้อมูลออนไลน์ที่ให้ใช้งานได้ฟรี ภาพที่ใช้ทดลองเป็นภาพนิ่ง 730 ภาพ ขนาด 1628 × 1236 จุดภาพ

(ก) ถูกต้อง (ข) ถูกบางส่วน (ค) ไม่ถูกต้อง

รูปที่ 10 ระดับความถูกต้องของผลการทดลอง

ในการวัดผลของวิธีการที่นำเสนอผลการทดลองถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ถูกต้องหมายถึงตรวจจับป้ายเจอถูกต้องครบถ้วนทั้งหมดในภาพ เกือบถูกต้องหมายถึงตรวจจับป้ายเจอบางป้ายและอาจตรวจเจอวัตถุอื่นๆที่ไม่ใช่ป้ายปะปนเข้ามาด้วย และไม่ถูกต้องหมายถึงตรวจจับป้ายไม่พบดังแสดงในรูปที่ 10 (ก) – รูปที่ 10 (ค) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้อง
41.38%	25.12%	33.50%

จากผลการทดลองตารางที่ 1 จะเห็นได้ในระดับความถูกต้องบางส่วนมีจำนวนมากถึง 25.12% เป็นเพราะว่า ในภาพมีป้ายจราจรที่ถูกวางหลบหลังเสา, ถูกบังโดยรถที่จอดริมถนน และวางเอียงมุม ซึ่งสิ่งรบกวนเหล่านี้ไม่สามารถตรวจจับได้ทั้งหมดทั้งภาพ แต่หาได้เพียงบางส่วนที่ไม่โดนบดบัง และจากผลการทดลองมีความไม่ถูกต้องเกิดขึ้น 33.5% ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบในภาพที่ป้ายถูกว่าเอียงมุมหันไปทางถนนเส้นอื่น หรือเป็นป้ายที่มีสีซีดเกินมาตรฐานกำหนด ซึ่งทำให้ตรวจหาไม่พบ

4. อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

การตรวจจับป้ายจราจรประเภทบังคับแบบวงกลมนี้สามารถตรวจหาป้ายจราจรที่มีลักษณะเป็นวงกลมได้แม่นยำ ซึ่งมีความถูกต้อง 41.38% เกือบถูกต้อง 25.12% และผิดพลาด 33.50% ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการนี้ คือ สามารถตรวจจับป้ายจราจรเจอแม้กระทั่งป้ายเล็กๆ แต่ยังคงมีจุดอ่อนอยู่เนื่องจากไม่สามารถหาป้ายที่เป็นรูปร่างอื่นได้เลย ด้วยป้ายวงกลมหากมองจากมุมเอียงนั้นก็ไม่ใช่วงกลมแล้ว อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวจะถูกแก้ไขในเร็วๆนี้ ระบบการตรวจจับป้ายจราจรเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนลงได้ หากมีการพัฒนาให้ตรวจจับได้ทุกประเภทป้าย และ สามารถเตือนผู้ขับขี่ขณะขับรถได้ด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนการสนับสนุนการนำเสนอผลงานทางวิชาการจาก ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง, “คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร,”. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : กระทรวงคมนาคม,. 2554

[2] B. M. Mohit and K. Sonia, “Detection and Recognition of Traffic Signs based on RGB to RED Conversion,” *in Proc. 2nd Int. Conf. on Comput. Metho. and Commu.*, pp. 447-451, 2017

[3] Q. Fei, B. Fang and Z. Hengjun “Traffic sign segmentation and recognition in scene images,” *in Proc. Chinese Conference on Pattern Recognition (CCPR)*, pp. 1-5, 2010

[4] H. Fleyeh and M. Dougherty, “Road and traffic sign detection and recognition,” in *Proc. 16th Mini-EURO Conf. 10th Meeting EWGT*, pp. 644–653, 2005

[5] T. Radu, Z. Karel and G. L.van , “Multi-view traffic sign detection, recognition, and 3D localisation,” *IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, WACV, 2009.

ระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือ

Thai Herbal Learning System on Mobile

จิรพงษ์ เจริญสง[1] และ อัมรินทร์ ดีมะการ[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
80/1 ม.1 ถ.วิชิตสงคราม ต.กะทู้ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต 83120 โทรศัพท์ 089-7354841 E-mail: jareansong@gmail.com

บทคัดย่อ

ในอดีตสมุนไพรเป็นส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากสมุนไพรนั้นมีประโยชน์มากมาย เช่น ใช้เป็นยารักษาโรค ใช้เป็นวัตถุดิบปรุงอาหาร และ ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในครัวเรือน เป็นต้น ซึ่งในประเทศไทยนั้นมีสมุนไพรมากมายหลายชนิด แต่ในปัจจุบันมีเพียงน้อยคนที่รู้จักคุณค่าของสมุนไพร

ด้วยประโยชน์ที่มีมากมายของสมุนไพรทำให้ผู้พัฒนาเลือกที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์บนสมาร์ทโฟน โดยได้ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ดูแล และกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป กลุ่มแรกกลุ่มผู้ดูแล แอปพลิเคชันจะมีฟังก์ชันในการกรอกข้อมูลสมุนไพรแบบเรียลไทม์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ดูแลกรอกจะเข้าไปเพิ่มบนแอปพลิเคชันของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปทันที กลุ่มที่สองผู้ใช้งานทั่วไปจะมีฟังก์ชันทั้งหมด 6 ฟังก์ชัน ประกอบไปด้วย 1. ฟังก์ชันเกร็ดความรู้ เป็นฟังก์ชันที่คอยแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลสมุนไพรชนิดใหม่ ๆ 2. เมนูคลังสมุนไพรเป็นเมนูหลักที่รวบรวมข้อมูลชื่อ สรรพคุณ วิธีใช้ และ ผลข้างเคียงของสมุนไพรกว่า 100 ชนิด 3. เมนูกลุ่มอาการและโรค เป็นเมนูที่ให้ความรู้เกี่ยวกับโรค และ วิธีรักษาด้วยสมุนไพร 4. เมนูสมุนไพรตามโครงสร้างแบบต้นไม้ เป็นเมนูที่คอยแยกหมวดหมู่ของสมุนไพรตามส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างสมุนไพร 5. เมนูอาหารเพื่อสุขภาพ ที่รวบรวมเมนูอาหารที่ปรุงด้วยสมุนไพร และ 6. เมนูแบบฝึกหัด ซึ่งออกแบบให้ผู้ใช้สามารถได้เรียนรู้เรื่องสมุนไพรและสนุกเพลิดเพลินอีกด้วย

ดังนั้นระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือจึงเข้ามาช่วยให้ผู้คนในปัจจุบันได้รู้จักชื่อ สรรพคุณทางยา และโทษต่าง ๆ ของสมุนไพรแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: แอนดรอยด์, แอปพลิเคชัน, เรียลไทม์

Abstract

In the past, herbs are an important part in the living of humen. Because herbs are useful as a drug. Used as raw materials for cooking and used in various household products, etc. In Thailand, there are many herbs. But at present only a few people know the properties of herbs.

It has designed the application for two groups of users, administrators and general users. First user is administrator. The application has a function to put information in real time. All information entered by the administrator. They can add data to the immediate user group application. Second, the general user has six functions. 1. Knowledge function, and It is a function that alerts users to new herbal information. 2. The menu of herb store is the main menu that gathers information on the properties, uses and side effects of over 100 herbs. 3. Menu of disease, and It is a menu that provides knowledge about diseases and treatments with herbs. 4. The menu herb structure is a menu that separates the herbs according to different parts of the structure tree. 5. Healthy food menu is cooked with herbs and 6. Exercise menu, It's designed to let users learn about herbs and enjoy them.

So, the Thai Herbal Learning System on Mobileis to help people today to know the medicinal name and the various medicinal herbs properly.

Keyword: Android, Applications, Firebase, real time.

1.บทนำ

สมุนไพรนั้นมีจำนวนมากมายหลายชนิดใช้เป็นยารักษามาตั้งแต่สมัยโบราณ ซึ่งบรรพบุรุษเราก็ใช้สืบต่อกันมาส่งต่อกันให้ลูกหลานเพื่อเป็นประโยชน์แก่คนรุ่นหลัง แต่ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าผู้คนโดยส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับสมุนไพรกันน้อยลง เนื่องจากไม่รู้จักชื่อและ

สรรพคุณทางยาของสมุนไพรชนิดนั้น เลยกลัวที่จะเป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงเลือกพบหมอกันเพื่อความสะดวกกว่า

ด้วยเทคโนโลยีสมัยนี้ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของคนปัจจุบันมากขึ้นไม่ว่าจะเป็น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้แทบจะมีกันทุกคน ผู้จัดทำจึงเห็นประโยชน์ส่วนนี้เลยจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับแอนดรอยด์เพื่อใช้เป็นตัวกลางให้คนในปัจจุบันรู้จักสมุนไพรมากยิ่งขึ้น

โดยแอปพลิเคชันจะมีชื่อชนิดสมุนไพร รูปภาพ สรรพคุณทางยา วิธีใช้ โทษของการใช้และแบบฝึกหัด แบบฝึกหัดยังมีหลายรูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบจะช่วยให้รู้จักสมุนไพรได้ดีขึ้น นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังเอาใจคนรักสุขภาพโดยมีรายการอาหารสำหรับสุขภาพและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสมุนไพร แอปพลิเคชันยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับข้อมูลสมุนไพรใหม่ ๆ ได้ตลอดเวลา และแอปพลิเคชันนี้ใช้งานบนสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.ความรู้พื้นฐาน

ในบทนี้กล่าวถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นทั้งหมดสำหรับโครงงานนี้ซึ่งจะแนะนำให้รู้จักถึงสมุนไพร เพื่อช่วยให้ผู้คนได้รู้จักประโยชน์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือ

2.1 สมุนไพร[1]

สมุนไพร คือ ผลผลิตที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ พืช สัตว์ และแร่ธาตุ ที่สามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคหรือบำรุงร่างกาย เช่น ใช้กิน ใช้ทา ใช้ดม เป็นต้น ซึ่งอาจจะใช้ทั้งหมด เช่น ใช้ทั้งต้น หรือแค่เฉพาะบางส่วนของผลผลิตนั้น ๆ เพื่อปรุงเป็นยารักษาโรค เช่น เฉพาะส่วนราก โดยอาจจะต้องผ่านกระบวนการบางอย่างก่อนนำมาใช้ เช่น บด ต้ม คั้น ตากแห้ง เป็นต้น

2.2 Android Studio[2]

Android Studio เป็นเครื่องมือล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม แอนดรอยด์ โดยพัฒนาจากแนวพื้นฐานมาจาก InteliJ แนวคิดคล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI (Graphical User Interface) ที่ช่วยให้สามารถดูตัวอย่างของ แอปพลิเคชันในมุมมองที่แตกต่างกันบนสมาร์ทโฟน

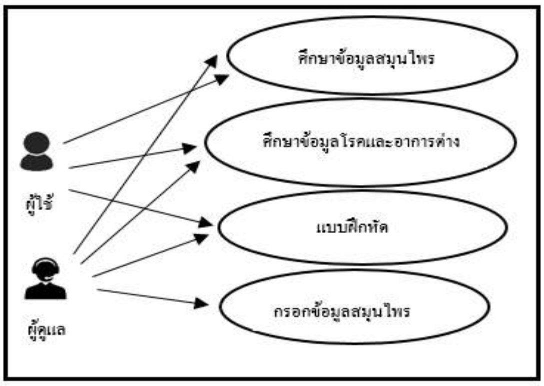
2.3 Firebase[3]

ฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ Firebase เป็น ฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการเชื่อมต่อข้อมูลแบบเรียลไทม์กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ ออฟไลน์ (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมาออนไลน์ ก็จะทำการ เชื่อมต่อ ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี กฎความปลอดภัย ให้สามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูล ทั้งการอ่าน และเขียน ได้ทั้ง แอนดรอยด์ iOS และ เว็บ

3. การออกแบบระบบ

ระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือ จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มผู้ใช้งาน คือ ผู้ใช้งานทั่วไป และ ผู้ดูแลระบบ ซึ่งแอปพลิเคชันกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก ๆ คือ ข้อมูลสมุนไพร ข้อมูลโรคและอาการต่าง ๆ และ แบบฝึกหัด

แอปพลิเคชันกลุ่มผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ในการเพิ่มและแก้ไขข้อมูลในส่วนของข้อมูลสมุนไพรได้ เพื่อที่ผู้ใช้จะได้รับข้อมูลที่ใหม่ตลอดเวลาส่วนนี้เป็นส่วนของภาพรวมการทำงานของระบบ โดยมีแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างผู้ใช้ระบบกับผู้ดูแลระบบ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงผลดำเนินการที่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันทั้งกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปและกลุ่มผู้ดูแล

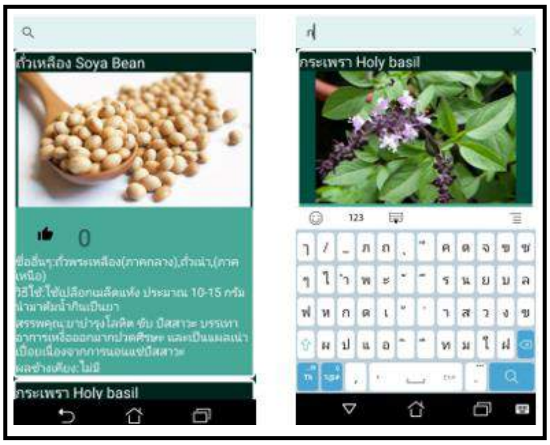
4.1 ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป

แอปพลิเคชันของผู้ใช้ทั่วไปจะมีทั้งหมด 5 ฟังก์ชันการทำงาน ประกอบด้วย 1. ฟังก์ชันเกร็ดความรู้ 2. เมนูคลังสมุนไพร 3. เมนูกลุ่มอาการ และโรค 4. เมนูสมุนไพรตามโครงสร้างต้นไม้ 5. เมนูอาหารเพื่อสุขภาพ และ 6. แบบฝึกหัด ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละฟังก์ชัน ดังนี้

1.) ฟังก์ชันเกร็ดความรู้เป็นฟังก์ชัน Dialog ที่ให้เกร็ดความรู้ประจำวันเกี่ยวกับสมุนไพร ซึ่งจะบอกชื่อและสรรพคุณของสมุนไพร เกร็ดความรู้จะสุ่มแสดงทุกครั้งที่เปิดมายังหน้าหลัก ซึ่งทำการดึงมาจากฐานข้อมูลดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเชื่อมอินเตอร์เน็ต ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ฟังก์ชันเกร็ดความรู้

2.) เมนูคลังสมุนไพร ซึ่งเป็นเมนูแรกของแอปพลิเคชันซึ่งรวบรวมสมุนไพรไว้ทั้งหมดมากกว่า 100 ชนิด และ มีข้อมูลชื่อ สรรพคุณทางยา ผลค้างเคียง และวิธีใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถค้นหาได้ ซึ่งตรงส่วนนี้ผู้ใช้จะได้รับข้อมูลใหม่อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากเป็นส่วนที่ผู้พัฒนาทำการนำเข้าข้อมูลใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา ดังรูปที่ 3

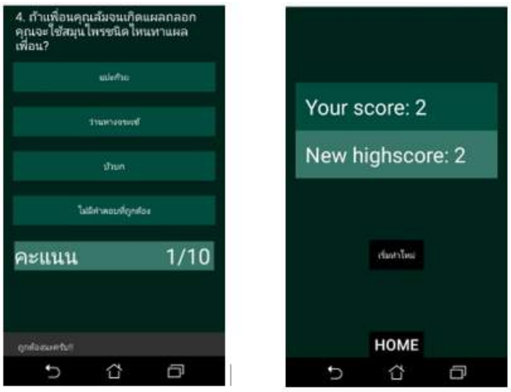


รูปที่ 3 เมนูคลังสมุนไพร

3.) เมนูกลุ่มอาการและโรค คือ ส่วนที่แสดงรายการของกลุ่มอาการ และโรคต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถหาเลือกเพื่อศึกษารายละเอียดของแต่ละโรค โดยภายในฟังก์ชันยังมีรายการของสมุนไพรที่ช่วยบรรเทาอาการเหล่านั้น และยังสามารถศึกษาขั้นตอนหรือเคล็ดลับในการรักษาอาการนั้นด้วยสมุนไพรตัวอย่าง ดังรูปที่ 4

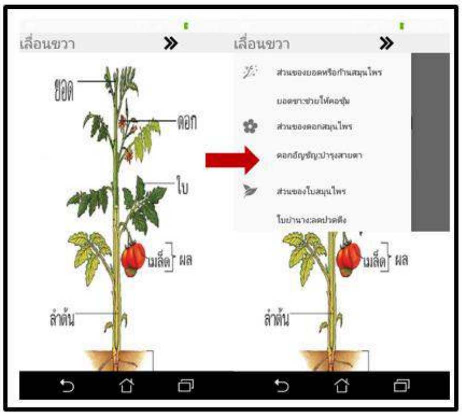
รูปที่ 4 เมนูกลุ่มอาการและโรค

4.) เมนูแบบฝึกหัดซึ่งเป็นคำถามความรู้สมุนไพร ที่มีตัวเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งแบบฝึกหัดแบ่งตามหมวดของสมุนไพรที่รักษากลุ่มอาการเดียวกัน ซึ่งจะมีหมวดละ 10 ข้อ เมื่อทำแบบฝึกหัดจบ ก็จะแสดงคะแนนสูงสุดที่ผู้เล่นทำได้ สามารถช่วยให้ผู้ใช้เพลิดเพลินและได้ความรู้ไปด้วย ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แบบฝึกหัดเสริมความรู้

5.) เมนูสมุนไพรตามโครงสร้างต้นไม้ เป็นเมนูที่แสดงโครงสร้างของสมุนไพรซึ่งจะประกอบด้วย ยอด ดอก ใบ ผลลำต้น และราก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลื่อนดูแต่ละส่วนเพื่อศึกษาว่าแต่ละส่วนของสมุนไพรมีชนิดใดบ้างซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เมนูสมุนไพรตามโครงสร้างต้นไม้

6.) เมนูอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นเมนูแสดงรายการอาหารที่เป็นที่นิยมของคนรักสุขภาพ ซึ่งอาหารจะเป็นเมนูที่ถูกปรุงด้วยสมุนไพร แต่ละเมนูอาหารจะมี ชื่อ วิธีทำ และประโยชน์ของอาหาร

4.2 ส่วนของผู้ดูแล

แอปพลิเคชัน สำหรับปรับปรุง เพิ่มเติมข้อมูลสมุนไพร ไปในคลังสมุนไพรของส่วนผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้รับรู้ข้อมูลสมุนไพรใหม่ ๆ ได้ตลอด โดยเมื่อผู้ดูแลเตรียมข้อมูลเสร็จสามารถกดปุ่ม Upload และสามารถตรวจข้อมูลว่าถูกส่งไปแล้วผ่าน Show list ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 แอปพลิเคชันของกลุ่มผู้ดูแลระบบ

5. ผลการดำเนินการ

จากการพัฒนาระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือ ได้นำไปให้นักศึกษา ผู้ประกอบการ และ ผู้ที่สนใจ ทดสอบใช้ในงาน Project Poster day ที่ทางมหาวิทยาลัยได้จัดขึ้น และได้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานจำนวน 12 คน ที่อยู่ในช่วงอายุ 19 -41 ปี สามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยข้อมูลโดยใช้ MOS (Mean Opinion Score) ดัง ตารางที่ 1

ตาราง 1 ผลความพึงพอใจในการใช้งาน

หัวข้อในการประเมิน	ระดับความพึงใจ (MOS)
1.ความพึงพอใจด้านความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.583
2.ความพึงพอใจด้านการใช้งาน (ทางเทคนิค)	4.633
3.ความพึงพอใจด้านรูปแบบและการใช้ประโยชน์	4.687

จากตารางที่ 1 ทำให้ทราบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในรับดับดีมาก โดยความสำคัญที่ได้รับ เนื่องจากผู้ใช้สามารถนำความรู้ที่ได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันไปประยุกต์ใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน ระบบเรียนรู้สมุนไพรไทยบนมือถือ Thai Herbal Learning System on Mobileประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผศ. ดร.อภิชาติ หีดนาคราม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และ ตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน และ นายสิรวิชญ์ วงศ์ช่วย ที่คอยให้คำปรึกษาทางด้านระบบ คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้ดูแล. (2018, February 5). Retrieved from thaibiotech.info: http://www.thaibiotech.info/what-is-thai-herbal-medicine.php

[2] Phonbopit, C. (2014, December 11). *devahoy*. Retrieved September 22, 2017

[3] Jirawatee. (2016, august 11). *Ascend Develpers*. Retrieved September 25, 2017, from https://goo.gl/4iJyqV

รถขนส่งสื่อสารทุกสรรพสิ่ง
AGV & IOT Communication

พลิษฐ์ ทองเต็ม[1] ธงชัย สมแสวง[1] วุฒิชัย อุดม[1] นพรุจ เขียวนาค[1] ทัศพันธุ์ สุวรรณทัต[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ
43 ม.6 ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110 โทรศัพท์ 038-358201 Email: tassaphan_su@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอาเทคโนโลยีราคาถูกที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันมาพัฒนาต่อยอดให้สามารถนำไปใช้ในงานเฉพาะทางให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำเอาเทคโนโลยีจากไมโครคอนโทรลเลอร์ แอปพลิเคชั่นบนมือถือ และ IOT (Internet of Things) เข้ามาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน เพื่อสั่งงาน สื่อสาร และจัดเก็บข้อมูลของรถ AGV (Automated Guided Vehicle) จากระยะไกล ได้แก่ การเลือกสถานีที่รถจะไป การแสดงข้อมูลแบตเตอรี่ และการแสดงข้อมูลความเร็วของรถ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน ทั้งยังสามารถเก็บค่าต่างๆจากตัวรถไว้ เพื่อทำการเรียกดูข้อมูลและนำมาศึกษาภายหลัง เช่นค่าพลังงานแบตเตอรี่ เนื่องจากการขับเคลื่อนตัวรถนั้นมีระยะเวลาจำกัดในการใช้งานอันเนื่องมาจากปัจจัยด้านพลังงาน จึงจำเป็นต้องมีการชาร์จแบตเตอรี่ให้กับตัวรถเพื่อการทำงานในครั้งต่อไป แอปพลิเคชั่นจะทำการบันทึกค่าพลังงานเอาไว้สำหรับเช็คระยะเวลาที่รถทำงาน หาเวลาการชาร์จพลังงานที่เหมาะสม เป็นการยืดอายุการใช้งานของตัวรถ ทำให้ตัวรถมีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

Abstract

This research aims to bring in cheap technologies that are currently in use and develop to be used in more specialized applications. The technology of microcontrollers, mobile applications and IOT (Internet of Things) are used together to command, communicate and store information of AGV (Automated Guided Vehicle). Such as, select the station where the car will go, display battery percentage and the car speed. It can also store the data of the car in order to browse and study later, such as, battery power. Due to the limited use of the battery power factor. It is necessary to charge the battery for the next work. The mobile application will record the battery energy and find the right charging time in order to extend the life of the battery and keeps the car running efficiently.

1. บทนำ

รถขนส่งอัตโนมัติมีความสำคัญมากในภาคอุตสาหกรรม เพราะรถขนส่งอัตโนมัติสามารถทดแทนแรงงานสำหรับการขนย้ายวัสดุในโรงงาน หากมีระบบขนส่งอัตโนมัติใช้ทดแทนแรงงานดังกล่าวได้ผู้ประกอบการก็สามารถนำค่าใช้จ่ายส่วนนี้มาพัฒนางานส่วนอื่นเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ เมื่อเปรียบเทียบแรงงานกับรถขนส่งอัตโนมัติในระยะยาวแล้วพบว่า การนำรถขนส่งมาใช้งานในอุตสาหกรรมมีความคุ้มค่ากว่าเพราะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สะดวกรวดเร็ว และไม่เหนื่อยล้าหากเปรียบเทียบกับแรงงานคน

2.วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบรถขนส่งในโรงงานในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาเทคโนโลยี IOTs จากระบบควบคุมไฟฟ้าภายในบ้าน [3] และได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเซนเซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเป็นสัญญาณขาเข้าของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยได้นำสัญญาณนี้ไปเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสั่งงานรถ [4-6] และได้ศึกษาวิธีการนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ในตัวรถ นำไปแสดงผลบนแอปพลิเคชั่น [1-2] อีกทั้งได้นำหลักการของสมาร์ทโฮมแอปพลิเคชั่นซึ่งจะมีการอ่านค่าอุณหภูมิในแต่ละห้องแล้วเก็บค่าในแต่ละวันนำมาแสดงเป็นกราฟ ผู้วิจัยได้นำความรู้ที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาซี (C-Programming Language) [7] ภาษซีเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมทั่วไป ถูกพัฒนาโดยเดนนิส ริสชี่ (Dennis Ritchie) เมื่อประมาณต้นปีค.ศ. 1970 เพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการยูนิกส์ แทนภาษาแอสเซมบลี ซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำที่สามารถกระทำในระบบฮาร์ดแวร์ได้ด้วยความรวดเร็ว แต่จุดอ่อนของภาษาแอซเซมบลีก็คือความยุ่งยากในการโปรแกรม ความเป็นเฉพาะตัว และความแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่อง ต่อมาถูกนำไปใช้ในระบบปฏิบัติการต่าง ๆ จนถูกใช้เป็นภาษาพื้นฐานสำหรับภาษาอื่น เช่น ภาษาจาวา Java ภาษาพีเอชพี (PHP) ภาษาซีชาร์ป C# ภาษาซีพลัส พลัส C++ ภาษาเพิร์ล (Perl) ภาษาไพทอล (Python) หรือภาษารูบี้ (Ruby) ภาษาซีเป็นภาษาเขียนโปรแกรมระบบเชิงคำสั่ง (หรือเชิงกระบวนงาน) ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้แปลด้วยตัวแปลโปรแกรมแบบการเชื่อมโยงที่ตรงไปตรงมา สามารถเข้าถึงหน่วยความจำในระดับล่าง ภาษา C แม้จะเป็นภาษาระดับสูง แต่ก็สามารถใช้เป็นภาษาเครื่องได้เป็นอย่างดี

Java หรือ Java programming language [9] คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C)

โปรแกรม Android Studio [10] เป็น IDE Tool จาก Google พัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดพื้นฐานจาก InteliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ฐานข้อมูล Firebase [2] เป็นฐานข้อมูลชนิด NoSQL cloud database ที่ใช้เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการซิงโครนัสข้อมูลแบบ real time กับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ ฐานข้อมูล Firebase ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage รองรับการทำงานเมื่อ offline รองรับหลาย Platform ทั้ง IOS App, Android App, Web App รวมถึงมีกฎความปลอดภัย ทำให้สามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการอ่านและเขียนได้

โมดูลวัดความเร็วมอเตอร์ (Motor Speed Sensor) [4] ใช้ในงานวัดความเร็วรอบมอเตอร์ งานนับพัลส์ หรืองานตรวจจับตำแหน่ง อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเซนเซอร์แสง โดยเมื่อมีวัตถุผ่านตัดผ่านเซนเซอร์แล้วจะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบดิจิตอล เหมาะสำหรับนำไปใช้นับความเร็วรอบมอเตอร์

อินฟราเรดเซนเซอร์ [3] ใช้หลักการโฟโต้ไดโอดที่ไวต่อช่วงความยาวคลื่นในย่านของอินฟราเรด โดยสามารถตรวจวัดได้ตลอดช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็นจนถึงย่านอินฟราเรด

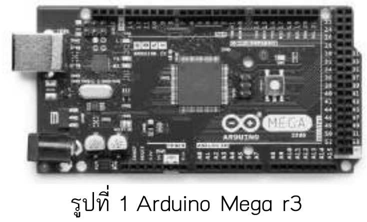
เซนเซอร์วัดค่าสี (RGB Color Sensor) [5] เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์แยกสี เอาต์พุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน มีหลอดไฟส่องแสงสำหรับตรวจจับสีวัตถุในที่มืด

เซนเซอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า [6] เป็น อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยให้เอาท์พุทออกมาเป็นสัญญาณอนาลอก สามารถต่อได้ทั้งไฟฟ้ากระตรงและกระแสสลับ โดยสามารถทำงานที่ระดับกระแส 5A 20A และ 30A

ฐานข้อมูล MySQL [6] เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS: Relational Database Management System) ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ซึ่ง MySQL เป็นฟรีแวร์ทางด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง นิยมใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการทำเว็บไซท์ และจากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจึงได้ทำการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในหัวข้อต่อไป

3. อุปกรณ์และโปรแกรมในการใช้งาน

1. บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino Mega R3



รูปที่ 1 Arduino Mega r3

2. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU

รูปที่ 2 Node MCU

3. อุปกรณ์เซนเซอร์สี

รูปที่ 3 แผงวงจรเซนเซอร์สี

4. วงจรขับสเต็บมอเตอร์

รูปที่ 4 วงจรขับสเต็บมอเตอร์

5. อุปกรณ์อินฟราเรดเซนเซอร์

รูปที่ 5 อินฟราเรดเซนเซอร์

6. โมดูลวัดความเร็วมอเตอร์

รูปที่ 6 โมดูลวัดความเร็วมอเตอร์

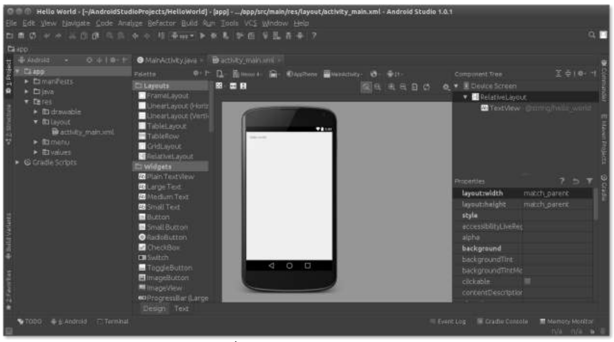
7. อุปกรณ์เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 7 อุปกรณ์เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า

8. สเต็ปมอเตอร์

รูปที่ 8 สเต็ปมอเตอร์

9. โปรแกรม Android Studio

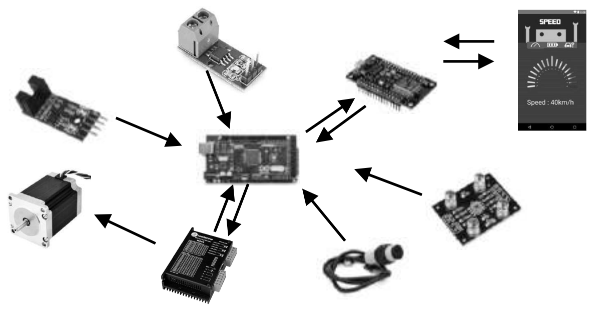


รูปที่ 9 Android Studio

10. ฐานข้อมูล MySQL
11. ฐานข้อมูล Firebase

4.การทำงานของระบบ

รูปที่ 10 แสดงผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของรถ AGV เริ่มจากบอร์ด Arduino รับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ มาประมวลผล ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมให้ตัวรถ AGV เคลื่อนที่ โดยบอร์ด Arduino จะส่งคำสั่งให้มอเตอร์หมุนและหยุดหมุน โดยตัดสินใจจากเซนเซอร์สีที่ใช้ตรวจจับเส้นสีต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนพื้น และข้อมูลที่ได้จะส่งค่าไปยังบอร์ด Node MCU และส่งต่อไปที่ Firebase Database ผ่านทางเทคโนโลยี IOT และเก็บค่าที่ฐานข้อมูล MySQL เพื่อเก็บฐานข้อมูลไว้ จากนั้นอุปกรณ์สมาร์ทโฟนที่ได้ติดตั้งแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ จะแสดงค่าต่างๆที่ได้รับจากตัวบอร์ด Arduino

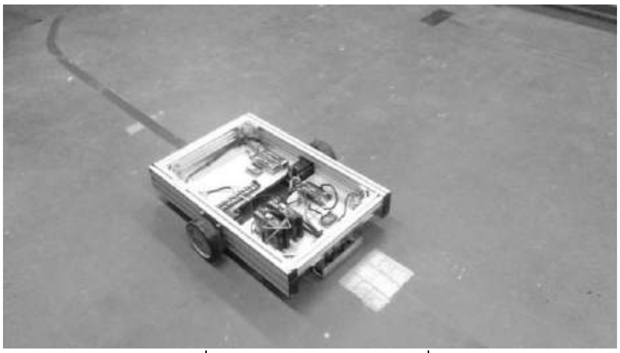


รูปที่ 10 แผนภาพการเชื่อมโยงโครงสร้างแอพพลิเคชั่นของรถ AGV

4.ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดสอบโปรแกรมการทำงานของตัวรถ

การทดสอบการทำงานของรถ AGV นั้นทางผู้วิจัยได้ติดแถบสีแดงเป็นวงรี และมีแถบสีเขียวและแถบสีน้ำเงินคาดเพื่อใช้แสดงตำแหน่งของสถานีจอด เมื่อพบเส้นสีเขียวตัวรถก็จะทราบว่าเป็นตำแหน่งที่ 1 ดังรูปที่ 10 และเมื่อพบเส้นสีน้ำเงินตัวรถก็จะทราบว่าเป็นตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ตำแหน่งการทำงานที่ 1

รูปที่ 12 ตำแหน่งการทำงานที่ 2

จากการทดสอบพบว่ารถ AGV สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องตามคำสั่งที่ได้ออกแบบไว้

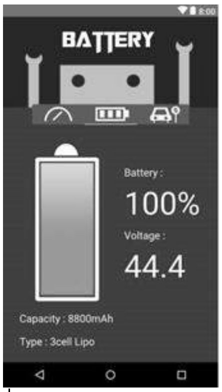
4.2 การแสดงผลที่อุปกรณ์สมาร์ทโฟน

1.หน้าจอแสดงความเร็ว

รูปที่ 13 หน้าจอแสดงความเร็ว

หน้าจอแสดงความเร็วจะแสดงความเร็วของรถ AGV มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นบนหน้าจอสมาร์ทโฟน

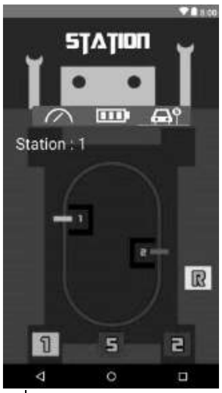
2.หน้าจอแสดงแบตเตอรี่



รูปที่ 14 หน้าจอแสดงแบตเตอรี่

หน้าจอแสดงแบตเตอรี่จะแสดงเปอร์เซ็นของแบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้า ความจุ และชนิดของแบตเตอรี่

3.หน้าจอแสดงสถานี



รูปที่ 15 หน้าจอแสดงสถานี

หน้าจอแสดงสถานี จะมีปุ่มอยู่ 4 ปุ่ม เลข 1 ไปยังสถานี 1 เลข 2 ไปยังสถานี 2 ตัว S หมายถึง Stop นำไว้หยุดรถ และ ตัว R หมายถึง นำไว้รีเซ็ตค่าที่ส่งไปยัง Firebase Database

5.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนารถสื่อสารทุกสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้เริ่มทำการศึกษาข้อมูลและขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ จากระบบรถ AGV ในโรงงานอุตสาหกรรม และได้ดำเนินการสร้างตัวรถ ประกอบวงจรไฟฟ้าและวงจรควบคุม เขียนโปรแกรมควบคุม เขียนโปรแกรมสำหรับการสื่อสาร และพัฒนาแอพลิเคชั่นบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้พัฒนาจากระบบเดิมโดยวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และได้นำระบบ IoTs มาแก้ไขปัญหาดังกล่าว

จากการพัฒนาระบบรถขนส่งสื่อสารทุกสรรพสิ่ง พบว่าการทำงานของระบบแอพพลิเคชั่นได้อำนวยความสะดวกให้แก่พนักงานได้ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเก็บข้อมูล ความเร็ว แบตเตอรี่ และจำนวนสถานีของการส่ง แต่เนื่องจากเป็นรถต้นแบบจึงยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริงเนื่องจากมอเตอร์ต้นกำลังของรถมีขนาดเล็ก ซึ่งขณะนี้ผู้วิจัยกำลังดำเนินการพัฒนารถขนส่งที่มีความสามารถในการขนลากวัสดุที่มีน้ำหนักมากขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบ วัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถนำไปทดสอบและใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม

ท้ายที่สุดนี้ทีมผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท ชินออโต้ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณทั้งหมดในการดำเนินการวิจัยรถขนส่งต้นแบบ

6.เอกสารอ้างอิง

[1] R. Tihomir, "Develop simple battery app in Android Studio," 2016. Available: https://www.youtube.com/watch?v=GxfdnOtRibQ. [Accessed November14, 2017]

[2] C. Phonbopit, "Firebase," 2017. Available: https://devahoy.com/posts/day-30-learn-android-firebase/. [Accessed November 15, 2017]

[3] No Name, "Infrared sensor," 2017. Available: http://sensorsphy.blogspot.com/ [Accessed December 17, 2017]

[4] No Name, "Speed Sensor Opto-coupler Module," 2018. Available: http://www.myarduino.net/product/1345/เซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ-2-way-motor-speed-sensor-module [Accessed January 5, 2018]

[5] No Name, "TCS3200 Color sensor," 2018. Available: https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=CPUXxuyd9xw. [Accessed January 15, 2018]

[6] No Name. "การใช้งาน 30A ACS712," 2018. Available: http://www.arduinotechs.com/product/47/30a-acs712. [Accessed January 15, 2018]

[7] No Name, "ภาษา ซี," 2018. Available: http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2182-c-คืออะไร.html. [Accessed January 15, 2018]

[8] No Name, "MySQL," 2517. Available: http://elearning.psru.ac.th/courses/66/SQL/CH07_BasicMySQL.pdf. [Accessed January 21, 2018]

[9] No name, "Java," 2017 Available: http://mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2185-java-คืออะไร.html. [Accessed January 22, 2018]

[10] No name, "Android studio," 2017 Available: http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html. [Accessed January 23, 2018]

การพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งความถี่สูงสำหรับการทดสอบระบบสื่อสาร

Development of High Frequency SWR Instrument Set for Testing Telecommunication System

ขอบคุณ ไชยวงศ์ ณัฐพงษ์ อินทรวิเศษ และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 e-mail: hs4pjo@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งความถี่สูงสำหรับใช้ในการทดสอบระบบการสื่อสารและเป็นเครื่องมือการศึกษาทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เครื่องมือวัดประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ชุดวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ทดสอบ และชุดเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งแบบดิจิตอลโดยใช้ตัวเชื่อมแบบทิศทางที่ต่อร่วมกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino ซึ่งสามารถทำงานในย่านความถี่ 900-1,800 MHz ผลของงานวิจัยพบว่าเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับสูงจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และหลังจากนำไปวัดเทียบความเที่ยงตรงกับเครื่องมือวัดมาตรฐานสามารถแสดงได้ว่าเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นมีความผิดพลาดไม่เกิน ± 5.5 % ที่สามารถนำไปใช้ในการทดสอบคุณภาพของระบบการสื่อสารและใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง, ตัวเชื่อมแบบทิศทาง, ระบบสื่อสาร

Abstract

This article presents the development of SWR instrument set for testing telecommunication system and using in the teaching of telecommunications engineering. The instrumentation consists of 2 parts including the frequency oscillator for testing and the digital SWR instrument set for measuring frequency range of 900- 1,800 MHz, using a directional coupler and Arduino microcontroller. The research results found that the quality of developed SWR instrument set evaluated by expert is at high level. After testing the accuracy with standard tool, it can be seen that the developed SWR instrument set has not exceed ±5 % of error. The developed SWR instrument can be used in testing the telecommunication system and to be as an instructional aid of telecommunication engineering education as efficiently.

Keywords: SWR Instrument Set, Directional Coupler, Telecommunication System

1. บทนำ

ประเทศไทยยุค 4.0 ได้มีนโยบายและเป้าหมายในการขับเคลื่อนประเทศไปในทิศทางที่มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ “Value–Based Economy” หรือเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ที่มีการสร้างเทคโนโลยีที่มีมูลค่าสูง มีการพัฒนาแรงงานให้มีความรู้ มีทักษะ และมีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงาน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมที่รองรับกับเทคโนโลยีการสื่อสารสมัยใหม่จึงได้มีการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการและทฤษฏีทางด้านระบบการสื่อสารที่ประกอบด้วยเครื่องส่ง เครื่องรับ สายอากาศ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน [1] พบว่าห้องเรียนส่วนใหญ่ยังขาดแคลนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย หรือมีจำนวนไม่เพียงพอ ที่สามารถรองรับกับระบบการสื่อสารในย่านความถี่สูง ๆ สำหรับใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการทดสอบคุณภาพของระบบการสื่อสาร ที่จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัย ได้แก่ เครื่องส่ง เครื่องรับ เครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมา พบว่ามีนักวิจัยหลายท่านได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดสำหรับใช้การศึกษาและวิเคราะห์วงจรความถี่สูงต่าง ๆ เช่น เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบเวกเตอร์ 2 พอร์ตแบบอัตโนมัติที่ความถี่ 1 GHz สำหรับใช้งานห้องปฏิบัติการพื้นฐาน [2] เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายวงจรรวมขนาดเล็กสำหรับการวัดแบบไม่รบกวนสัญญาณไฟฟ้าของสายอากาศขนาดเล็ก [3] เป็นต้น โดยงานวิจัยดังกล่าวได้พัฒนาและออกแบบเครื่องมือสำหรับใช้ประกอบในการเรียนการสอน ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า และวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับใช้ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งผลงานวิจัยส่วนใหญ่ไม่ตอบสนองการทำงานในย่านความถี่สูงได้ด้วยข้อจำกัดของวงจรและอุปกรณ์ที่ไม่สามารถรองรับกับการทำงานในย่านความถี่ไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นเอง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งความถี่สูงย่านไมโครเวฟสำหรับใช้ในการทดสอบคุณภาพและการทำงานของระบบสื่อสาร ที่ทำงานในย่านความถี่ 0.9–1.8 GHz เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาระบบสื่อสาร วิชาวิศวกรรมสายอากาศ วิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หรือในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ตลอดจน

สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าและพัฒนานวัตกรรมสมัยใหม่ เพื่อตอบสนองนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0

2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลื่นนิ่ง (Standing wave) [4]

ระบบการสื่อสารส่วนใหญ่ประกอบด้วยตัวส่ง ตัวกลางหรือสายส่ง และตัวรับ โดยมีอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดได้แก่ สายอากาศ ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นการออกแบบระบบการสื่อสารที่มีคุณภาพจำเป็นต้องให้เกิดการส่งผ่านพลังงานสูงสุดหรือระบบมีการแมทชิ่ง ซึ่งสามารถวัดและทดสอบคุณภาพของได้โดยวัดค่าของคลื่นนิ่ง (Standing wave) หรือค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (Reflection coefficient) โดยใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า SWR meter (Voltage standing wave ratio Meter) สำหรับการต่อใช้งานของ SWR Meter ทำได้โดยการต่อระหว่างเครื่องส่งกับโหลดหรือสายอากาศ แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 การต่อใช้งาน VSWR meter ระหว่างเครื่องส่งและโหลด

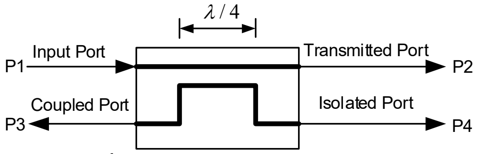
สำหรับคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแรงดันสูงสุดและแรงดันต่ำสุดของคลื่นนิ่งที่เกิดขึ้นในระบบการสื่อสาร นั่นเองซึ่งสมการสำหรับการคำนวณหาค่า VSWR และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ แสดงดังสมการที่ (1) และ (2)

$$VSWR = \frac{1-\Gamma}{1+\Gamma} \quad (1)$$

$$\Gamma = \frac{V_{reverse}}{V_{forword}} = \frac{1-VSWR}{1+VSWR} \quad (2)$$

2.2 ตัวเชื่อมแบบทิศทาง (Directional coupler) [5]

ตัวเชื่อมแบบทิศทางหรือไดเร็กชันนัลคลัปเปลอร์เป็นวงจรชนิด 4 พอร์ตที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในวงจรไมโครเวฟ หลักการทำงานของตัวเชื่อมแบบทิศทางจะแสดงในรูปที่ 2

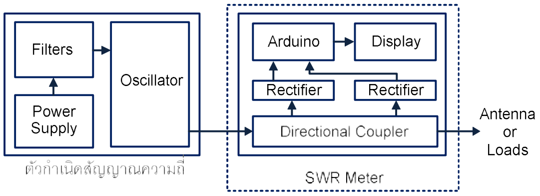


รูปที่ 2 หลักการของตัวเชื่อมแบบทิศทาง

การทำงานของตัวเชื่อมแบบทิศทาง เริ่มจากเมื่อคลื่นป้อนเข้าพอร์ตที่ 1 จะส่งผ่านออกทางพอร์ตที่ 2 เป็นสำคัญ โดยมีคลื่นบางส่วนเชื่อมผ่านไปยังพอร์ตที่ 3 แต่จะไม่ส่งผ่านไปพอร์ตที่ 4 ในทางกลับกันคลื่นที่ป้อนเข้าพอร์ตที่ 2 จะส่งผ่านไปยังพอร์ตที่ 1 เป็นสำคัญ และจะมีคลื่นบางส่วนเชื่อมต่อไปออกพอร์ตที่ 4 จึงทำให้เรียกว่าเป็นตัวเชื่อมต่อแบบมีทิศทางตามการที่ผู้ใช้งานต้องการซึ่งส่วนใหญ่นำไปใช้ในวงจรตรวจจับสัญญาณของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การตรวจวัดอัตราส่วนระหว่างความเข้มสนามไฟฟ้าของคลื่นทางเข้ากับคลื่นที่สะท้อนกลับหรือที่เรียกว่า เครื่องมือวัดแบบ SWR meter วงจรตรวจวัดกำลังแม่เหล็ก ไฟฟ้าเป็นต้น

3. การพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง

การพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งความถี่สูงในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบให้ทำงานในย่านความถี่ระหว่าง 900-1,800 MHz สำหรับใช้ตรวจวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง เพื่อทดสอบคุณภาพการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งบล็อกไดอะแกรมระบบการทำงานของเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR meter) แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง

3.1 การออกแบบชุดวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ทดสอบ

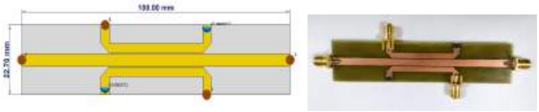
วงจรผลิตความถี่คลื่นความถี่ไมโครเวฟสำหรับในงานวิจัยนี้ ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ชุดเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ ที่สามารถส่งคลื่นความถี่วิทยุได้ 8 ช่องความถี่ได้แก่ 1.080 GHz, 1.120 GHz, 1.160 GHz, 1.200 GHz, 1.240 GHz, 1.280 GHz, 1.320 GHz, และ1.360 GHz โดยมีกำลังไฟฟ้าส่งเท่ากับ 400 mW แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 บอร์ดวงจร Audio & Video Transmission Module

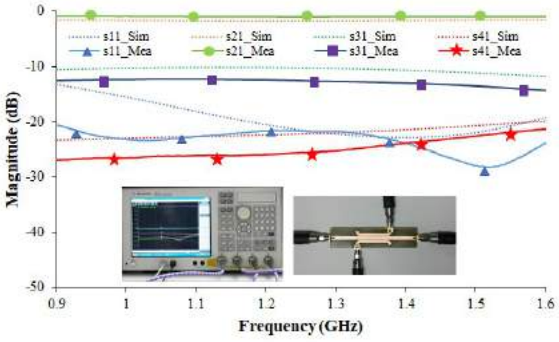
3.2 การออกแบบตัวเชื่อมแบบทิศทาง (Directional coupler)

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวเชื่อมแบบทิศทาง (Directional coupler) ทำงานที่ความถี่ 0.9-1.8 GHz โดยใช้โปรแกรมจำลอง CST ที่ใช้งานบนแผ่นวงจรพิมพ์แบบ FR-4 ซึ่งมีโครงสร้างขนาด 100×22.70 mm ความยาวของตัว Coupler เท่ากับ λ/4 ความยาวของสายส่งสัญญาณเท่ากับ λ/2 และมีการเชื่อมต่อโหลด 50 โอห์ม ที่พอร์ต 5 และ 6 แสดงในรูปที่ 5 จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางความถี่กับการวัดจริงโดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายพบว่า วงจรจริงที่สร้างขึ้นมีการ

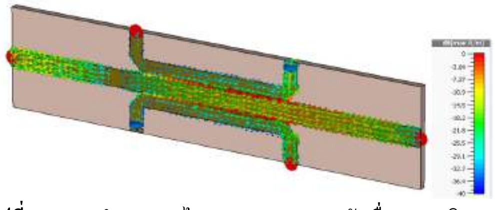
ตอบสนองได้ดีในย่านความถี่ในช่วง 0.9-1.8 GHz โดยมีการคับปลิ้งของกระแสจากพอร์ต 1 ไปยังพอร์ตที่ 3 มีค่าประมาณ -10 dB และเกิดการแยกส่วนของสัญญาณที่พอร์ต 4 ที่มีค่าไม่เกินกว่า -20 dB เมื่อเปรียบเทียบกับผลการจำลองจะมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 5 % ดังแสดงในรูปที่ 6 และผลการจำลองการไหลของกระแสที่ความถี่ 1.12 GHz พบว่าสัญญาณมีการถ่ายเทพลังงานบางส่วนไปยังพอร์ตที่ 3 และมีการถ่ายเทพลังงานเล็กน้อยไปในพอร์ตที่ 4 แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 โครงสร้างของตัวเชื่อมแบบทิศทางที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 6 ผลการวัดและการทดสอบตัวเชื่อมแบบทิศทางที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 7 ผลการจำลองการไหลของกระแสของตัวเชื่อมแบบทิศทาง

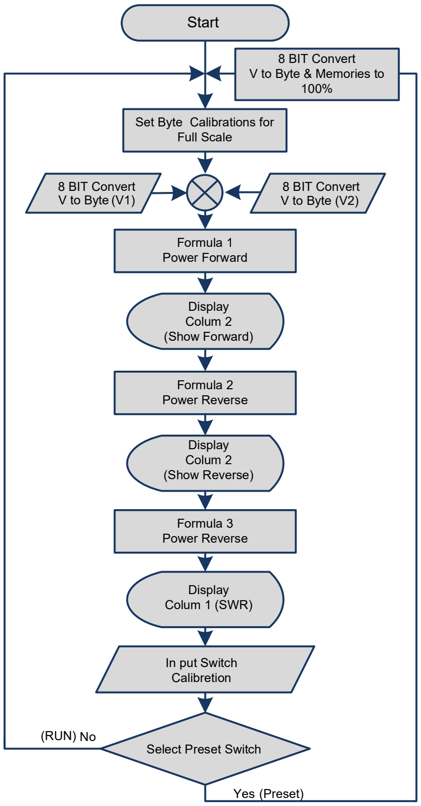
3.3 ชุดประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560 ที่ทำงานด้วยความเร็ว 16 MHz ซึ่งประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณขนาด 10 บิต มีพอร์ตการสื่อสารแบบ PWM ขนาด 8 บิต จำนวน 15 ช่อง มีพอร์ตที่เป็นทางเข้าและทางออกแบบดิจิตอล จำนวน 54 ช่อง และมีการเชื่อมต่อกับภาคแสดงผลที่เป็น LCD ขนาด 4 บรรทัด ที่สามารถแสดงค่าแรงดันส่งผ่านและแรงดันย้อนกลับ ตลอดจนแสดงผลของค่าอัตราส่วนของคลื่นนิ่งที่วัดได้ ดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 ชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560

3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ

การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบจะใช้เป็นโปรแกรมภาษาซีที่รองรับ Arduino โดยจะจัดรูปแบบโครงสร้างของโปรแกรมควบคุมออกเป็นฟังก์ชันย่อยหลาย ๆ ส่วน ที่เริ่มต้นจากการรับข้อมูลจากการตรวจจับของตัวเชื่อมแบบทิศทาง จากนั้นแปลงเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลเพื่อนำไปประมวลผลความสัมพันธ์ของคลื่นนิ่งและแสดงผลบนจอ LCD ซึ่งแผนผังการทำงานของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

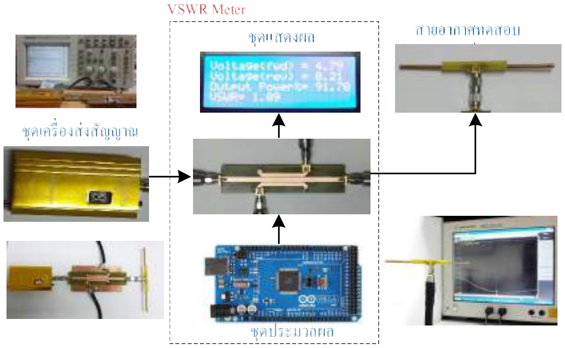
4. ผลของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่พัฒนาขึ้นไปประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการใช้งานโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำไปวัดและทดสอบความเที่ยงตรงกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน โดยตารางที่ 1 เป็นผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่พัฒนาขึ้นซึ่งพบว่าระดับความเหมาะสมของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.64) ที่สามารถนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม และช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง

ที่	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1	เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน	4.60	0.55	ดีมาก
2	การออกแบบวงจรและโครงสร้างเครื่องมือ	4.80	0.45	ดีมาก
3	ขนาดและน้ำหนักของเครื่องมือ	4.60	0.55	ดีมาก
4	การต่อใช้งานมีความไม่ซับซ้อน	4.80	0.45	ดีมาก
5	การทำงานและประมวลผลมีความรวดเร็ว	4.80	0.45	ดีมาก
6	ราคาและคุณภาพของเครื่องมือ	4.60	0.55	ดีมาก
7	การวัดและการแสดงผลของเครื่องมือ	4.20	0.45	ดี
8	ความแม่นยำและความถูกต้อง	4.00	0.00	ดี
9	ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้	5.00	0.00	ดีมาก
10	ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.64**		ดีมาก

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งพัฒนาขึ้นไปทดสอบใช้งานกับระบบวงจรสื่อสารที่ใช้สายอากาศแบบไดโพลที่ใช้ความถี่ในการทดสอบ 5 ย่านวัด ได้แก่ 1.120 GHz, 1.160 GHz, 1. 200 GHz, 1.240 GHz, และ1.280 GHz ดังแสดงในภาพที่ 10 เพื่อวิเคราะห์การทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด VSWR ที่พัฒนาขึ้นโดยการเปรียบเทียบผลกับเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายไฟฟ้าและเครื่องวิเคราะห์สเปคตรัมสำหรับใช้เป็นค่าอ้างอิง แสดงดังตารางที่ 2



รูปที่ 10 การทดสอบวัดค่า VSWR ที่ใช้สายอากาศแบบไดโพล

ตารางที่ 2 ผลการวัดและทดสอบของเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่ง

ที่	ความถี่ (GHz)	V_f (Volt)	V_r (Volt)	VSWR (พัฒนา)	VSWR (อ้างอิง)	Error %
1	1.120	0.40	3.60	1.999	2.063	-3.1
2	1.160	0.32	3.62	1.845	1.769	+4.3
3	1.200	0.12	3.55	1.449	1.420	+2.0
4	1.240	0.05	3.56	1.267	1.202	+5.4
5	1.280	0.06	3.56	1.297	1.233	+5.1

ตารางที่ 2 แสดงผลการวัดและทดสอบเทียบระหว่างเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องมือวัดสอบเทียบมาตรฐาน ซึ่งพบว่าเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งแบบดิจิตอล ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานในย่านความถี่ในช่วง 1-1.3 GHz ได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5.5 % เนื่องจากผลของการต่อและการประกอบของวงจรและการปรับแต่งค่าที่ต้องมีการชดเชยค่าของการเชื่อมต่อและค่าของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในวงจรที่สร้างขึ้นนั่นเอง

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งที่ทำงานในย่านความถี่ไมโครเวฟสำหรับใช้ในการทดสอบคุณภาพของระบบการสื่อสารและสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วยชุดวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่สำหรับใช้ในการทดสอบ และชุดเครื่องมือวัดอัตราส่วนคลื่นนิ่งแบบดิจิตอลที่ใช้ตัวเชื่อมแบบทิศทางร่วมกับชุดวงจรประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560โดยผลที่ได้มีความแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นนวัตกรรมการสอนสมัยใหม่ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะในการปฏิบัติงาน และมีเจตคติที่ดี เพื่อพัฒนาบุคลากรทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองกับนโยบายการพัฒนาประเทศในยุค 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2579. จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php

[2] A. Henze, G. Monasterios, F. Ponce, S. Giordano and J. Cecconi, "1 GHz automatic 2-Port Vector Network Analyzer using common laboratory instruments," 2014 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, Montevideo, 2014, pp. 170-174.

[3] E. F. Buskgaard, B. K. Krøyer, A. Tatomirescu, O. Franek and G. F. Pedersen, "Tiny Integrated Network Analyzer for Noninvasive Measurements of Electrically Small Antennas," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 64, no. 1, pp. 279-288, Jan. 2016.

[4] Kai Chang et al., RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless Systems, John Wiley & Son, New York, 2002.

[5] David M. Pozar, Microwave Engineering. John Wiley & Son, New York, 1998.

การพัฒนาระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล

Development of a Low-cost Nurse Call System for Patients in Hospital

ภาณุวัฒน์ มาละแซม วีรวุฒิ ขันรัตน์ อนุสรณ์ เราเท่า และ พินิจ เนื่องภิรมย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

E-mail: panuwat@rmutl.ac.th, wut_128@hotmail.com, anusornel_rmut@hotmail.com and elecpnt@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบเรียกพยาบาลสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาลแบบต้นทุนต่ำ ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต ที่เป็นสวิตช์สำหรับติดตั้งในห้องผู้ป่วย แสดงผลด้วยหลอดแอลอีดี และส่งเสียงเตือนผ่านอุปกรณ์บัซเซอร์ ในห้องควบคุมที่มีพยาบาลเวรดูแลผู้ป่วยในแต่ละรอบ ผลการดำเนินระบบเรียกพยาบาลที่พัฒนาขึ้นได้ทำการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงในโรงพยาบาลสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ห้อง พบว่า ระบบมีการทำงานที่ถูกต้อง แม่นยำ ตามหลักการทางวิศวกรรม และยังมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานเนื่องจากใช้ระบบไฟเลี้ยงต่ำ ในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่ามีค่าความพึงพอใจที่ระดับมากที่สุด ดังนั้นระบบเรียกพยาบาลที่พัฒนาขึ้นความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริงในโรงพยาบาลอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบเรียกพยาบาล, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents the design and fabrication of a low cost nurse call system for a patient in the hospital, which is controlled by microcontroller. This microcontroller is linked with the input device as a switch in the patient room. The display system is a LED and the warning sound system is designed by using a buzzer for a nurse in the control room. The prototype system is fabricated and test on its performance in the real application at 30 rooms of the Sankamphaeng Hospital Chiang Mai. From the measured results, it is found that the system can be working properly with a high performance under the engineering standard. Moreover, it has a good safety standards due to the low power supply and good user satisfaction. Therefore, this system is high efficiency in the real application.

Keyword: Nurse Call System, Microcontroller

1. บทนำ

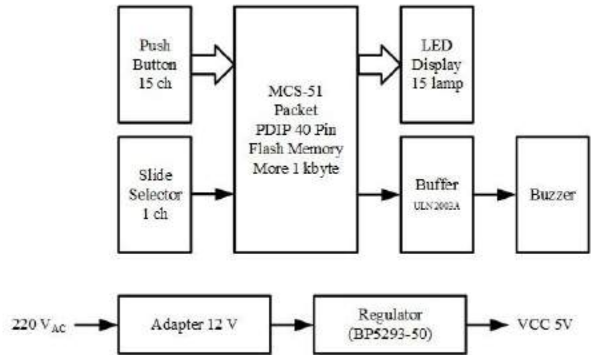
ปัจจุบันเครื่องขอความช่วยเหลือสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล ที่เรียกกันทั่วไปว่า Nurse Call System มีความจำเป็นต้องมีติดตั้งไว้ที่ห้องพักพยาบาลประจำแต่ละชั้นของตึกผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ป่วยกดปุ่มขอความช่วยเหลือในยามฉุกเฉิน [1] ซึ่งปุ่มกดจะติดตั้งไว้ที่หัวเตียงผู้ป่วยเป็นแบบสายหรือติดตั้งไว้ในห้องน้ำเป็นแบบปุ่มกดพร้อมสายดึง เมื่อผู้ป่วยกดปุ่มขอความช่วยเหลือจะมีสัญญาณเสียงดังพร้อมกับแสดงตำแหน่งผู้ป่วยที่ห้องพักพยาบาล ทำให้พยาบาลไปให้การช่วยเหลืออย่างรวดเร็วเป็นการลดสถิติการบาดเจ็บ หรือเสียชีวิตของผู้ป่วย แต่จากการสำรวจข้อมูล พบว่ายังมีโรงพยาบาลอีกหลายแห่งที่ไม่มีระบบเรียกพยาบาล เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณประกอบกับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีราคาสูง และต้องนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยและการให้บริการของสถานพยาบาล ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำ ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ และสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ สำหรับช่วยเหลือผู้ป่วยในโรงพยาบาล และเพื่อส่งเสริมให้โรงพยาบาลที่มีงบประมาณจำกัดได้มีโอกาสใช้เทคโนโลยีที่มีความจำเป็นให้ผู้ป่วยสามารถขอความช่วยเหลือยามฉุกเฉินได้อย่างทันการณ์

2. การออกแบบระบบเรียกพยาบาล [2-4]

แนวคิดในการออกแบบระบบเรียกพยาบาล ที่นำเสนอในครั้งนี้ต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยจากการใช้งานของผู้ป่วย เช่นการเกิดกระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลบริเวณปุ่มกดขอความช่วยเหลือ โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งของห้องน้ำ อาจส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับอันตรายได้ ดังนั้นการออกแบบระบบเรียกพยาบาล จำเป็นต้องกำหนดแรงดันไฟในระบบเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าต่ำ (5 โวลต์) ประกอบกับสาเหตุหนึ่งที่เป็นปัญหาในการติดตั้งระบบเนื่องจากมีราคาสูง ส่งผลให้โรงพยาบาลที่มีงบประมาณจำกัดไม่สามารถดำเนินการติดตั้งได้ ดังนั้นการออกแบบนอกเหนือจากเรื่องความปลอดภัยแล้ว ต้นทุนในการผลิตต้องมีราคาถูก วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สามารถหาซื้อได้ในประเทศ และมีฟังก์ชั่นในการใช้งานที่จำเป็นต่อ

การเรียกพยาบาลในยามฉุกเฉิน หรือกรณีที่ต้องการขอความช่วยเหลือจากพยาบาล หลักการออกแบบจากแนวคิด แสดงดังรูปที่ 1

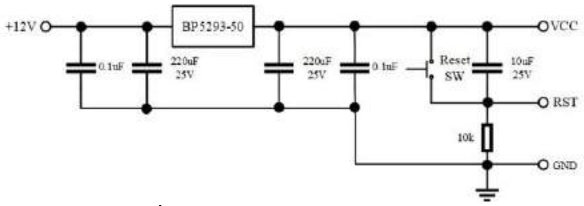


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

รูปที่ 1 แสดงหลักการของระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำ เริ่มจากภาคอินพุต (Push Button) ที่รองรับจำนวนสวิตช์ได้สูงสุด 15 ช่องต่อหน่วยประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) 1 ชุด การแสดงผลที่ห้องควบคุม (พยาบาล) แสดงผลได้ 2 รูปแบบคือการแสดงสัญญาณไฟผ่านหลอดแอลอีดี (LED Display) และการแสดงสัญญาณเสียง ผ่านอุปกรณ์บัซเซอร์ (Buzzer) ที่สามารถควบคุมจังหวะการดังได้ ผ่านอุปกรณ์ควบคุม (Slider selector) แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในระบบกำหนดระดับแรงดัน 5 โวลต์ ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง และรายละเอียดของการทำงานแต่ละส่วน มีดังนี้

2.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ภาคแหล่งจ่ายไฟ กำหนดที่ระดับแรงดันขนาด 5 โวลต์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยทำการแปลงไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ ชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ แล้วใช้ไอซีควบคุมแรงดัน เบอร์ BP5293-50 สำหรับลดระดับแรงดันให้เหลือ 5 โวลต์ ที่กระแสไฟฟ้าขนาด 1 แอมป์ นอกจากนี้ ไอซีควบคุมแรงดันที่เลือกใช้ ยังมีฟังก์ชั่นซอฟต์สตาร์ท (Soft start) ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการเริ่มจ่ายไฟและลดข้อผิดพลาดของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อาจเกิดขึ้นจากไฟกระชากขณะเริ่มใช้งานแต่ละครั้ง ลักษณะวงจรของแหล่งจ่ายไฟ แสดงดังรูปที่ 2



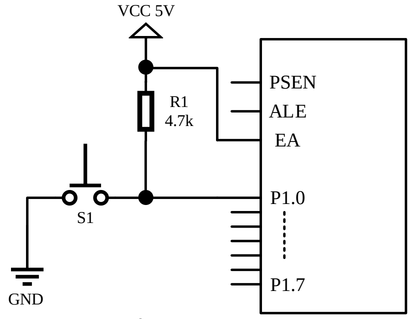
รูปที่ 2 วงจรแหล่งจ่ายไฟและวงจรรีเซต

2.2 ภาคประมวลผล

ภาคประมวลเพื่อควบคุมการทำงานให้ได้เงื่อนไขตามที่ต้องการ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C55WD-24PU เนื่องจากเป็นไอซีที่มีราคาถูก และมีเสถียรภาพในการทำงานสูง มีหน่วยความจำแฟลช (flash memory) ขนาด 20 กิโลไบต์ หน่วยความจำ RAM ขนาด 256 ไบต์ ซึ่งเพียงพอกับการเขียนโปรแกรม ใช้ตัวกำเนิดความถี่แบบคริสตัล ที่ความถี่ 18.432 เมกกะเฮิรตซ์

2.3 ภาคอินพุต

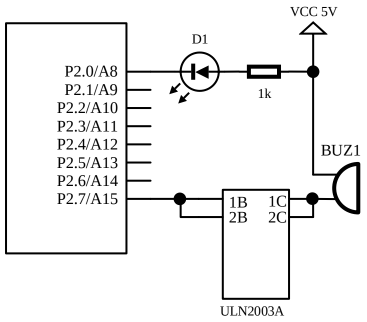
การออกแบบวงจรภาคอินพุต ผ่านการรับสัญญาณมาจากอุปกรณ์สวิตช์ (Push button) เพื่อส่งสัญญาณของการกด ไปยังพอร์ต P1.0 ถึง P1.7 และ P3.0 ถึง P3.7 ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมทั้งหมด 16 อินพุต โดยแยกเป็น อินพุตการรับสัญญาณของผู้ป่วย 15 ช่อง และ อินพุตของการควบคุมรูปแบบการแจ้งเตือนทางเสียงที่ห้องควบคุม อีก 1 ช่อง แสดงวงจรดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรภาคอินพุต

2.4 ภาคเอาต์พุต

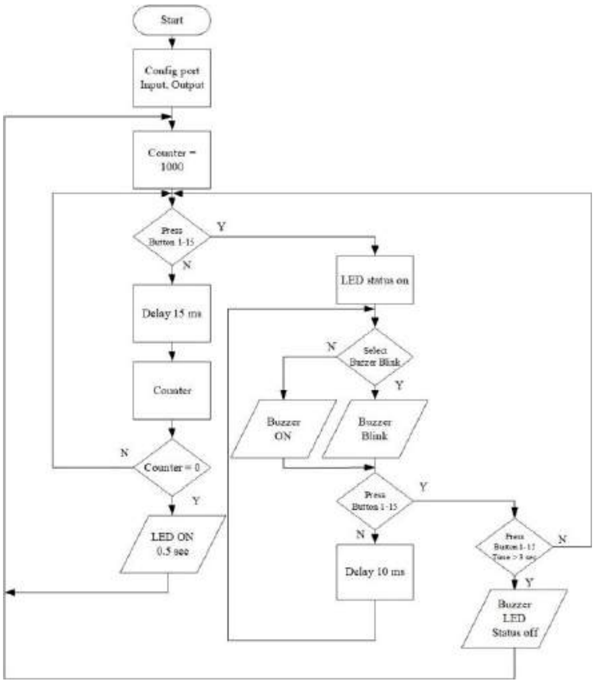
การออกแบบวงจรส่วนแสดงผลในภาคเอาต์พุต ใช้พอร์ต P0.0 ถึง P0.7 และ P2 ถึง P2.7 ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมจำนวนทั้งหมด 16 ช่อง โดยแยกเป็นการแสดงผลด้วย LED จำนวน 15 ช่อง และการแสดงผลด้วยเสียง อีก 1 ช่อง โดยใช้ไอซีเบอร์ ULN2003A เป็นตัวส่งสัญญาณเสียง ผ่านอุปกรณ์บัซเซอร์แสดงวงจรดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรภาคเอาต์พุต

3. การเขียนโปรแกรมควบคุม

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต ให้มีการทำงานอย่างถูกต้องและแม่นยำ ในงานวิจัยครั้งนี้ เลือกใช้ภาษาแอสแซมบลี (Assembly) สำหรับการเขียนเพื่อบันทึกโค้ดโปรแกรมลงในไอซี เนื่องจากเป็นภาษาที่ให้ผลลัพธ์การทำงานของโปรแกรมเร็ว และขนาดของตัวโปรแกรมมีขนาดเนื้อที่น้อย ประหยัดเวลาทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ และเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนผังของโปรแกรม

หลักการทำงานของโปรแกรม (รูปที่5) เริ่มจากการกำหนดตำแหน่งพอร์ตของการเชื่อมต่อด้านอินพุต เอาต์พุต และส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นกำหนดระยะเวลาในการรอรับสัญญาณจากปุ่มกด ในช่วงที่ยังไม่มีการกดปุ่มใดๆ หลอด LED จะมีการกระพริบเป็นจังหวะ ในกรณีที่มีสัญญาณส่งมาจากปุ่มกดใดๆ ระบบจะทำการหน่วงเวลา 15 มิลลิวินาที เพื่อตรวจสอบว่า สัญญาณที่ส่งมา เกิดจากการกดของผู้ป่วย หรือเกิดจากสัญญาณรบกวนในระบบหรือไม่ หากสัญญาณที่ส่งมานั้น มีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาที่กำหนด ระบบจะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน และจะให้โปรแกรมทำการรอรับสัญญาณในรอบของการนับถัดไป ในกรณีตรงกันข้าม หากผู้ใช้งานกดปุ่มจากอุปกรณ์สวิตช์นานเกิน15 มิลลิวินาทีแต่ไม่เกิน 3 วินาที แล้วปล่อย ระบบจะสั่งการให้มีสัญญาณเสียงออกที่อุปกรณ์บัซเซอร์และหลอด LED ติดสว่าง ตรงกับตำแหน่งของปุ่มกดนั้น ๆ ที่ส่งสัญญาณมา หากเปรียบกับการใช้งานจริง ก็คือการตรวจสอบว่าผู้ป่วยห้องใดกดเรียกพยาบาลมานั่นเอง ส่วนการกลับไปสู่สถานะสแตนบายสามารถทำได้สองวิธีคือ กดปุ่มรีเซตและกดปุ่มเรียกค้างไว้ 3 วินาทีแล้วปล่อย

4. การประกอบและติดตั้ง

การประกอบวงจรของระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำที่ได้ออกแบบและกล่าวมาในหัวข้อข้างต้น สำหรับการประกอบเน้นการใช้งานจริงในโรงพยาบาลที่พบว่ามีจำนวนห้อง มากกว่า 15 ห้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการใช้แผงวงจรที่พัฒนาขึ้นมาต่อร่วมกัน ให้เพียงพอกับจำนวนห้องซึ่งสามารถรวมแผงวงจร 3 วงจร ไว้ในกล่องเดียวได้ แสดงดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำที่นำเสนอ

การติดตั้งระบบเรียกพยาบาลที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงที่โรงพยาบาลสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 ห้อง เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาในสถานพยาบาล ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างของการติดตั้งระบบแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 การติดตั้งใช้งานที่โรงพยาบาลสันกำแพง

5. ผลการดำเนินงาน

การออกแบบและพัฒนาระบบเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่ยังคงประสิทธิภาพในการทำงาน ครอบคลุมกับความต้องการของผู้ป่วยและโรงพยาบาล ในการส่งสัญญาณเรียกพยาบาล เพื่อขอความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ผลการดำเนินการที่ได้ มีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดแรงดันที่ขาอินพุตตามความยาวของสาย

ขา อินพุต	ความยาวสาย (เมตร)	แรงดันวัดที่ขาอินพุต (โวลต์)		LED ดวงที่ติดสว่าง
		ไม่กดปุ่ม	กดปุ่ม	
P1.0	1	5	0.0005	P0.7
P1.1	5	5	0.0015	P0.6
P1.2	10	5	0.003	P0.5
P1.3	15	5	0.0045	P0.4
P1.4	20	5	0.006	P0.3
P1.5	25	5	0.0075	P0.2
P1.6	30	5	0.009	P0.1
P1.7	35	5	0.0105	P0.0
P3.0	40	5	0.012	P2.7
P3.1	50	5	0.015	P2.6
P3.2	60	5	0.018	P2.5
P3.3	70	5	0.021	P2.4
P3.4	80	5	0.024	P2.3
P3.5	90	5	0.027	P2.2
P3.6	100	5	0.030	P2.1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการทดสอบการกดสวิตช์เรียกพยาบาลทั้ง 15 ช่อง (ห้อง) ที่มีระยะความยาวของสายต่อสัญญาณจากสวิตช์มายังห้องควบคุม ที่ความยาวตั้งแต่ 1 เมตร ถึง 100 เมตร พบว่าระบบให้การทำงานที่ถูกต้องแม่นยำ ตามตำแหน่งของห้องที่ทำการกดสวิตช์ส่งสัญญาณ รวมไปถึงการแสดงผลของหลอด LED ที่สอดคล้องกัน กับตำแหน่งที่กดเรียกมาในข้างต้นนอกจากนี้การทำงานของตัวส่งสัญญาณเสียง ก็ให้ผลที่ถูกต้องเช่นเดียวกัน ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเจาะจงตามความเหมาะสม ของผู้ป่วยและพยาบาล ที่ประจำการอยู่ที่โรงพยาบาลสันกำแพง จำนวน 30 คน พบว่า โดยภาพรวม มีค่าความพึงพอใจมากที่สุด ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.7 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลสรุปแบบประเมินความพึงพอใจ

เรื่อง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ความสวยงามของตัวเครื่อง	4.8	0.2
2. ฟังก์ชั่นการใช้งาน	4.6	0.3
3. ความสว่างของ LED การแสดงผล	4.7	0.2
4. ความดังของบัซเซอร์ได้ยินชัดเจน	4.8	0.4
5. ผู้ป่วยกดปุ่มเรียกพยาบาลแล้วที่เครื่องการตอบสนองที่ถูกต้อง	4.6	0.3
6. เสถียรภาพของตัวเครื่อง	4.7	0.3
รวม	4.7	0.32

6. สรุปผล

เครื่องเรียกพยาบาลแบบต้นทุนต่ำสำหรับการแก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับโรงพยาบาลที่มีงบประมาณจำกัดถูกพัฒนาโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวภายใต้ขอบเขตของความปลอดภัยในการใช้งานและต้นทุนต่ำ ผลที่ได้จากการติดตั้งและใช้งานจริงในโรงพยาบาล ระบบมีความเสถียรภาพสูง มีหลักการทำงานถูกต้องตามหลักการทางวิศวกรรม และผลที่ได้จากการใช้งานผู้ใช้มีความพึงพอใจที่ระดับมากที่สุด ดังนั้น ระบบเรียกพยาบาลที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้ในโรงพยาบาลและงานอื่นๆที่ใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] นิกร ชมพูโคตร. คู่มือปฏิบัติงานสำหรับช่างเทคนิค ระบบเรียกพยาบาล (Nurse Calling System). กรุงเทพฯ: ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2559

[2] กฤษดา ยิ่งขยัน. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ครองช่าง, 2549

[3] ดอนสัน ปงผาบ. ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549

[4] เดชฤทธิ์ มณีธรรมและสำเริง เต็มราม.(2548). คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ: เคทีพี, 2548

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การสอนด้านวิศวกรรมโดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA สำหรับการศึกษาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

Engineering Teaching using RISDA Simulation Based Learning for Electric Circuit Analysis Education

เอกพันธุ์ พาเจริญ[1] กนกวรรณ เรืองศิริ[2] ศุภร แท่นแก้ว[2] สมศักดิ์ อรรคทิมากูล[1]

[1]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800

[2] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา สำนักพระราชวัง สนามเสือป่า เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานแบบ RISDA model สำหรับการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยเริ่มต้นจากการสำรวจความต้องการใช้งานของบัณฑิตของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากนั้นพัฒนารูปแบบการสอนที่ใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานที่เรียกว่า RISDA Model ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นฟื้นความรู้ (Recall : R) ขั้นการให้เนื้อหา (Informing : I) ขั้นการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation : S) ขั้นการอภิปรายผล (D - Discussion) และขั้นการประเมินผล (Assessment : A) จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างแผนกิจกรรมและสื่อการสอน ผลวิจัยพบว่าเครื่องมือการวิจัยที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.23) และผู้เรียนที่ผ่านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ RISDA Model มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.46) ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสามารถผลิตบัณฑิตที่ตอบสนองกับต้องการสถานของผู้ประกอบการได้

คำสำคัญ: การสอนด้านวิศวกรรม การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

Abstract

This research present an instructional management using the RISDA simulation based learning for electric circuit analysis education. The research process was to survey the needs of stakeholders, to develop the RISDA simulation based learning model consisting of 5 activities as 1) Recall 2) Informing 3) Simulation 4) Discussion, and 5) Assessment and to construct the activity plan and teaching aids. The research results found that the appropriation by experts in developing RISDA learning model was appropriate (mean=4.23), the mean of students' satisfaction was at appropriate level (mean=4.46). The developed RISDA learning model can be used in producing graduates in responding to enterprise' needs of 21st learning century.

Keywords: RISDA learning model, Simulation Based Learning, Electric Circuit Analysis

1. บทนำ

ปัจจุบันการจัดการศึกษาได้มุ่งเน้นเข้าสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับรองรับกับการดำรงชีวิต ดังนั้นในระบบการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ตลอดจนมีการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าร่วมกันหรือที่เรียกว่าการจัดการศึกษาแบบ STEM นอกจากนั้นประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีแนวคิดการสอนทางด้านทักษะแห่งอนาคตสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 [1] โดยได้มีการรวมตัวของกลุ่มองค์กรวิชาชีพระดับประเทศและสำนักงานด้านการศึกษาของรัฐและก่อตั้งเป็นเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills) ซึ่งองค์กรเหล่านี้มีความกังวลและเห็นความจำเป็นที่เยาวชนจะต้องมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ที่เรียกว่า 3R ซึ่งองค์ประกอบด้วย การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และคณิตศาสตร์(Arithmetic) และ 4C ที่ประกอบไปด้วย การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และ ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี ดังนั้นที่ผ่านมาจึงมีนักวิจัยให้ความสำคัญในการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เช่น แบบโครงงานเป็นฐาน [2], [3] แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน [4] การเรียนรู้แบบร่วมมือ [5] แบบงานวิจัยเป็นฐาน [6] เป็นต้น เพื่อรองรับกับการจัดการเรียนการสอนทั้งในด้านการศึกษาด้านพื้นฐานและเฉพาะทาง

อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันมีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้นในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีบทบาทต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่ส่วนใหญ่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การวิเคราะห์ การออกแบบ และการพัฒนานวัตกรรม สำหรับผลิตบัณฑิตให้ก้าวทันกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐาน (Simulation based learning) [7] จึงเป็นรูปแบบการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนที่ผู้สอนสามารถ

จำลองสถานการณ์จริงในไว้ในชั้นเรียน มีการกำหนดกติกาหรือเงื่อนไข เพื่อให้ผู้เรียนเข้าไปและมีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองนั้นๆ ด้วยกิจกรรมนี้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการเผชิญกับปัญหาจริง มีการตัดสินใจและใช้ไหวพริบในการไขปัญหาจนเกิดความเข้าใจและสร้างเป็นองค์ความรู้ได้อย่างชัดแจ้ง ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม

บทความวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA สำหรับกรณีศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยเริ่มจากการสำรวจสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมทางด้านการศึกษาเฉพาะทาง การออกแบบกิจกรรมการสอนที่ใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะแห่งอนาคตสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2. การเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์

การสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์ (Simulation based learning) [7] เป็นการเรียนการสอนที่จำลองสถานการณ์จริงในไว้ในชั้นเรียนโดยพยายามทำให้เหมือนจริงที่สุด มีการกำหนดกติกาหรือเงื่อนไข แล้วแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มให้เข้าไปในสถานการณ์จำลองนั้นๆ ด้วยกิจกรรมนี้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการเผชิญกับปัญหา ซึ่งจะต้องมีการตัดสินและใช้ไหวพริบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จำลองจนเกิดความเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถ่องแท้ สถานการณ์ที่จำลองขึ้นจะต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง ผู้เรียนที่เข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์นั้นจะต้องทำการตัดสินใจแก้ไขปัญหาต่างๆ ส่วนผลการตัดสินใจจะจำลองให้เกิดขึ้นต่อผู้เรียนในลักษณะเดียวกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเชิงสำรวจ (Survey Research) ที่เป็นการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนและความต้องการของภาคอุตสาหกรรม โดยการเลือกแบบเจาะจงในกลุ่มบริษัทชั้นนำจำนวน 25 บริษัท และจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวน 34 ท่าน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบสอบถามในหัวข้อ “การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในภาคอุตสาหกรรม” ที่แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 สภาพปัญหาการจัดการเรียนและความต้องการ
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3.2 การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21และเน้นการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกันหรือที่เป็นการศึกษาแบบ STEM education ที่ส่งเสริมการผลิตบัณฑิตให้มีสมรรถนะทางด้านความรู้ ด้านทักษะการปฏิบัติงาน ด้านการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐาน ที่เรียกว่า RISDA model สำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์หรือทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1: กระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอน RISDA model

กระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบของ RISDA Model มีลำดับขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมที่เป็นศาสตร์แห่งการออกแบบอย่างเป็นระบบและอย่างมีขั้นตอน มีการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนและลึกซึ้ง ที่ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นฟื้นความรู้ (Recall : R) เป็นการทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะได้รับความรู้ใหม่ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น โดยที่ผู้สอนอาจจะมอบหมายงาน หัวข้อในการค้นหา

2. ขั้นการให้เนื้อหา (Informing : I) เป็นการให้ข้อมูลและความรู้กับผู้เรียนโดยอาจารย์ผู้สอนและสรุปองค์ความรู้ใหม่ที่ได้รับร่วมกับผู้เรียน

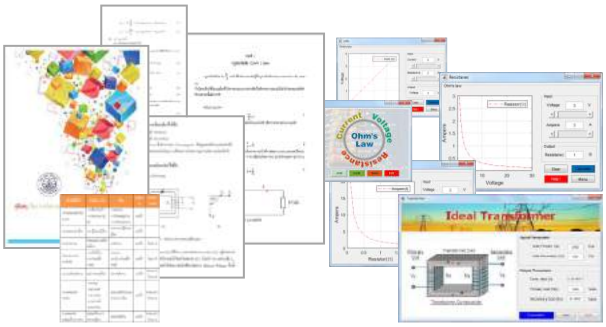
3. ขั้นการใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation : S) เป็นการสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ หรือบทบาทที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง

4. ขั้นการอภิปรายผล (Discussion : D) เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในองค์ความรู้ใหม่ที่ค้นพบร่วมกันภายในห้องเรียน โดยผู้สอนจะให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ วิเคราะห์ และสรุปผลของการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของรายวิชา

5. ขั้นการประเมินผล (Assessment : A) เป็นกระบวนการในการวัดและประเมินผลในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ด้วยการทดสอบ การประเมินจากการสังเกต การทดสอบ การสัมภาษณ์ การนำเสนอผลงาน และการตรวจชิ้นงาน เป็นต้น

3.3 การพัฒนาแผนกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน

การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนตามกระบวนการของ RISDA model โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนกิจกรรมและสื่อประกอบการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติและสรุปผล

หลังจากการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน RISDA model แล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินคุณภาพของรูปแบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน และนำผลการประเมินและข้อแนะนำไปปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือรายวิชาที่เกี่ยวข้อง จากนั้นออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐาน พัฒนาแผนกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติและสรุปผล

4.1 ผลการสำรวจปัญหาและความต้องการ

การสำรวจข้อมูลและความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า หรือที่เกี่ยวข้องที่เป็นหัวหน้างาน/ผู้จัดการ นักวิจัยและพัฒนา และผู้ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 34 ท่าน ที่ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงานระหว่าง 5-10 ปี โดยผลการสำรวจมีดังนี้

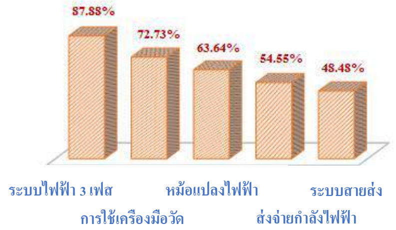
ประเด็นที่ 1 ด้านปัญหาและอุปสรรคทางด้านระบบไฟฟ้า

จากผลของการสำรวจประเด็นด้านปัญหาและอุปสรรคทางด้านระบบไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ปัญหาและอุปสรรคทางด้านระบบไฟฟ้า พบว่า ปัญหาทางด้านระบบไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.61 รองลงมา การสูญเสียพลังงาน คิดเป็นร้อยละ 45.45 อัตรากำลังผิดปกติ คิดเป็นร้อยละ 39.39 แรงดันสูญเสียในสาย คิดเป็นร้อยละ 24.24 และ สนามแม่เหล็กรบกวน คิดเป็นร้อยละ 21.21 ตามลำดับ

ภาพที่ 3 ปัญหาและอุปสรรคทางด้านระบบไฟฟ้า

ประเด็นที่ 2 ด้านความรู้ของบัณฑิตที่พึงประสงค์

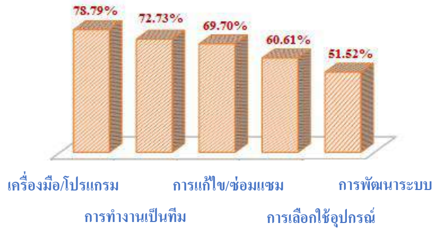
จากผลของการสำรวจประเด็นด้านความรู้ของบัณฑิตที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรม ที่ต้องการบัณฑิตที่มีความรู้ด้านระบบไฟฟ้า 3 เฟส คิดเป็นร้อยละ 87.88 รองลงมา การใช้เครื่องมือวัด ร้อยละ 72.73 หม้อแปลงไฟฟ้า ร้อยละ 63.64 ส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ร้อยละ 54.55 และระบบสายส่ง คิดเป็นร้อยละ 48.48 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ความรู้ของบัณฑิตที่พึงประสงค์

ประเด็นที่ 3 ด้านทักษะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

จากผลของการสำรวจประเด็นด้านทักษะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรม ต้องการบัณฑิตที่มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดและโปรแกรม คิดเป็นร้อยละ 78.79 รองลองมาการทำงานเป็นทีม ร้อยละ 73.73 การซ่อมบำรุงและการแก้ไข คิดเป็นร้อยละ 69.70 การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่เหมาะสม คิดเป็นร้อย 60.61 และการพัฒนาระบบไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 51.52



ภาพที่ 5 ทักษะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

ผลการสำรวจพบว่า ควรมีการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการลงมือปฏิบัติงานจริง การใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่มากขึ้น และควรจัดให้มีการบูรณาการหลาย ๆ ศาสตร์เข้าร่วมกัน เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีทักษะการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหา และมีความพร้อมในการทำงานเป็นทีมและสามารถสร้างวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการพัฒนาและจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมที่ใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานตามรูปแบบ RISDA model ขึ้น

4.2 ผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอน

การหาคุณภาพชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA ในภาพรวมเห็นว่าเครื่องมือการวิจัยที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.23) ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ RISDA model

รายระเอียดการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1) ขั้นตอนการสอนของรูปแบบ RISDA	4.60	0.55	มากที่สุด
2) กิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน	4.20	0.45	มาก
3) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	3.80	0.45	ปานกลาง
4) กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถปฏิบัติได้จริง	4.00	0.71	มาก
5) ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง	4.20	0.45	มาก
6) รูปแบบมีความเหมาะสมกับเนื้อหาในรายวิชาทางด้านวิศวกรรมที่ซับซ้อน	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.23	0.19	มาก

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลประเมินความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ RISDA Model จากกลุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบเจาะจงเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศึกษา หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 10 คน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายระเอียดการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักสูตร	4.50	0.53	มาก
2) ขั้นตอนของรูปแบบ RISDA Model	4.60	0.52	มากที่สุด
3) สื่อการเรียนการสอน	4.50	0.53	มากที่สุด
4) การวัดและประเมินผล	4.30	0.48	มาก
5) รูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอน	4.50	0.53	มาก
6) ส่งเสริมผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติงาน	4.80	0.42	มากที่สุด
7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม	4.70	0.48	มาก
8) ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้	4.20	0.42	มาก
9) เหมาะสมกับการสอนด้านวิศวกรรม	4.10	0.32	มาก
10) นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.46	0.21	มาก

ตารางที่ 2 แสดงได้ว่ารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติงานอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.80) และมีการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.70) ทั้งนี้ภาพรวมของการประเมินพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการจำลองสถานการณ์อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.46) ที่พบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะตามที่คาดหวังของหลักสูตรอย่างแท้จริง

5. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นศึกษาข้อมูลและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองสถานการณ์เป็นฐานแบบ RISDA model สำหรับการสอนเรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติงานจริงจากสถานการณ์จำลองโดยมีการบูรณาการหลาย ๆ ศาสตร์เข้าร่วมกัน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สื่อสาร การทำงานเป็นทีม มีความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการที่ต้องการบัณฑิตที่มีสมรรถนะตรงตามมาตรฐานอาชีพ ตลอดจนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานที่ตนเองรับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] พิมพันธ์ เดชะคุปต์. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.

[2] ขอบคุณ ไชยวงศ์ และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล. การศึกษาและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานแบบ SPIADE สำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม. งานประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 10, 2560.

[3] ทัศน์ศรี เสมียนเพชร. ทักษะการตั้งคำถามในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรพยาบาลศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2560.

[4] อัจฉรา ไชยโย. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วารสารศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2555.

[5] ดารณี ศักดิ์แสนศิลป์ และคงรัฐ นวลแปลง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม, 2558.

[6] พิจิตรา ทีสุกะ. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานวิชาการพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2556.

[7] ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.

แอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเอง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Application for Sign Language Self-Training on Android Operating System

บัณฑิต กรดี [1] และ วิมพ์วิตา หนูจีน [2]
ภาควิชาวิศกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 594
E-mail: [1] bundit.kor@dpu.ac.th, [2] may.chicchic@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาเรียนรู้ภาษามือและท่าทางการพูดด้วยตนเอง ในท่าทางที่ถูกต้อง โดยแอปพลิเคชันนี้ถูกพัฒนาให้มีฟังก์ชันหลักประกอบด้วย 1) ระบบจัดการข้อมูลของคำศัพท์โดยผู้ดูแลระบบ 2) การฝึกภาษามือในรูปแบบท่าทางโดยตัวอย่างคลิปวีดีโอ 3) การฝึกการขยับปากโดยตัวอย่างคลิปวีดีโอ 4) แบบทดสอบในรูปแบบตัวเลือกซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาท่าทางภาษามือและท่าทางการขยับปากมานำเสนอในรูปแบบเกมส์ทายปัญหาเพื่อมีจุดประสงค์ให้ผู้ใช้ได้จดจำภาษามือได้ดีขึ้น พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน จากการสำรวจความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้แอปพลิเคชันทั้งเพศหญิงและเพศชายรวมกันจำนวน 30 คน พบว่ามีความพึงพอใจในแต่ละด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากทำให้ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวมของแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.30, S.D. = 0.57)

คำสำคัญ: ภาษามือ,แอนดรอยด์,สื่อสาร

Abstract

The aim of this study was to develop the application for sign language self-training on android operating system. This application emphasizes users to learn right sign language by themselves. It was developed to has 4 main functions which are 1) Vocabulary data management system 2) Sign language self-training via video 3) Mount shapes training via video 4) Multiple choices testing by answering the game's question.

From the satisfaction survey of 30 users both male and female, founded that the user's satisfied this application in all aspect as a high level. ($\bar{x}$ = 4.30, S.D. = 0.57)

Keywords: Sign Language,Android,Communication

1. บทนำ

จากสถิตผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายในประเทศไทยจำนวน 329,437 คน หรือคิดเป็นร้อยละ18.28 ของประชากรผู้พิการทั้งหมดในประเทศไทย (จากการสำรวจสิ้นสุดเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2560) ซึ่งสูงเป็นอันดับ 2 ของผู้พิการทั้งหมดในประเทศไทย[1] จะเห็นได้ว่าผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายนั้นมีจำนวนมาก ดังนั้นภาษาหลักที่จะใช้ในการสื่อสารนั้นก็คือภาษามือนั่นเอง แต่ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศเป็นผู้ที่ไม่ได้บกพร่องทางการได้ยินจึงทำให้มีอุปสรรคในการสื่อสารระหว่างกันและปัจจุบันนั้นเทคโนโลยีนั้นได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วอย่างก้าวกระโดด โดยหนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้เกิดขึ้นมานั้นคือสมาร์ทโฟน

งานวิจัยนี้จัดทำเพื่อมุ่งเน้นเป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ที่ได้ยินปกติและผู้ที่บกพร่องทางการได้ยิน โดยภายในแอปพลิเคชันจะมีคำศัพท์และเทคนิคต่างๆเกี่ยวกับภาษามือ อีกทั้งเพื่อเป็นช่องทางหรือทางเลือกใหม่ในการศึกษาภาษามือ สำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นหรือต้องการสื่อสารกับผู้บกพร่องทางการได้ยิน เพื่อให้ผู้ที่ได้ยินปกติ สามารถนำแอปพลิเคชันนี้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงเมื่อต้องสื่อสารกับผู้ที่มีการบกพร่องทางการได้ยินได้ และเนื่องมาจากเป็นแอปพลิเคชันบนมือถือผู้ใช้จึงสามารถพกพาไปได้ทุกที่และสามารถใช้ได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในทางที่ถูกต้องอีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนการศึกษาอีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนอุปกรณ์พกพา Mobile Device ซึ่งทำงานได้ทั้ง Smartphone หรือ Tablet นอกจากนั้น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ยังมีชุมชนนักพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ ที่คอยสร้างแอปพลิเคชันต่าง ๆ ให้กับโทรศัพท์มือถือที่มีระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ โดยการพัฒนาโปรแกรมบนแอนดรอยด์ สามารถเขียนได้ โดยใช้ภาษาจาวา[5]

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดย ใช้ภาษา JAVA และ XML เพื่อติดต่อกับ Server ที่เก็บเว็บเซอวิสและ ฐานข้อมูล โดยเราจะใช้ภาษา PHP พัฒนาเว็บเซอวิส และใช้ภาษา SQL เพื่อติดต่อฐานข้อมูล

2.2 ภาษามือ

ภาษาสำหรับคนหูหนวก ใช้มือ สีหน้า และกิริยาท่าทาง ประกอบในการสื่อความหมาย และถ่ายทอดอารมณ์แทนการพูด ภาษามือ ของแต่ละชาติมีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับภาษาพูด ซึ่งแตกต่างกันตาม ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม และลักษณะภูมิศาสตร์ เช่น ภาษา มือจีน ภาษามืออเมริกัน และภาษามือไทย เป็นต้น[4] ภาษามือเป็นภาษาที่ นักการศึกษาทางด้านการศึกษาของคนหูหนวกตกลงและยอมรับกันแล้ว ว่า เป็นภาษาหนึ่งสำหรับติดต่อ สื่อความหมาย ระหว่างคนหูหนวกกับคน หูหนวกด้วยกัน และระหว่างคนหูหนวกกับคนหูปกติ

สำหรับคนหูหนวกจะไม่สามารถสื่อสารด้วยภาษาพูดเพราะ คนหูหนวกไม่ได้ยินเสียงพูดเหมือนคนหูดี จึงไม่สามารถพูดได้ แต่ สายตาของเขาปกติ มองเห็นกิริยาอาการ ท่าทางต่างๆ ที่เคลื่อนไหวไปมา ได้ ภาพต่างๆ ที่เห็นนั้นเป็นสื่อทำให้คนหูหนวกเรียนรู้ความหมาย แม้จะ เข้าได้ใจไม่มาก หรืออาจจะเข้าใจไม่ลึกซึ้ง แต่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพล ผลักดันให้คนหูหนวกพยายามใช้ท่าทาง ร่างกาย และสีหน้าเพื่อแสดง ความรู้สึกภายในของเขาที่มีอยู่ ให้คนอื่นเข้าใจความต้องการของเขาได้ บ้าง ท่าทางที่แสดงนั้น เราจะสังเกตได้ว่าเป็นท่าทางที่เลียนแบบ ธรรมชาติมากที่สุด และจากท่าทางธรรมชาตินั้นเอง ก็ได้วิวัฒนาการ ต่อไปเป็นท่าที่ใช้มือเป็นส่วนใหญ่ เกิดเป็นท่าทางใช้แทนความหมายใน คำพูดของคนหูดีได้อย่างสะดวก เราเรียกภาษาท่าทางแบบนี้ว่า "ภาษา มือ"[2]

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ

รูปที่ 1 เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผู้ดู และระบบโดยการทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.แอน ดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน 2. Web Application สำหรับผู้ดูแล ระบบ

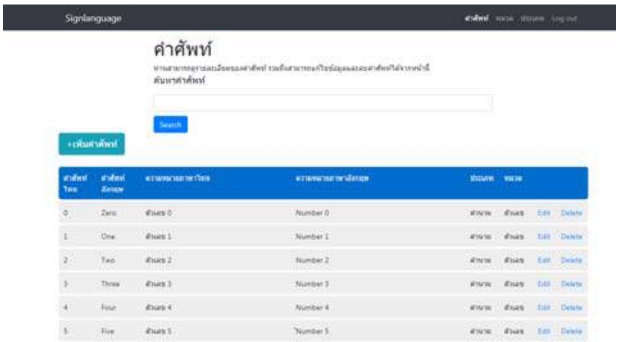
ส่วนของแอนอรอยด์เมื่อผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชันจะมีหน้าจอ แสดง “เริ่มต้นใช้งาน” โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้ งาน เมื่อเข้าสู่ระบบ จะมีเมนูให้เลือกโดยผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการ ฝึกฝนด้วยตนเองได้ 3 รูปแบบ คือ 1). แบบฝึกภาษามือ 2). แบบฝึกการ อ่านการขยับปาก และ 3). แบบฝึกในรูปแบบตัวเลือก โดยแบบฝึกใน รูปแบบภาษามือและแบบฝึกการอ่านการขยับปากนั้นได้มีการแบ่งไว้ ทั้งหมด 10 หมวดหมู่ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และแต่ละหมวดหมู่ สามารถค้นหาคำศัพท์ที่ต้องการจากฐานข้อมูลได้ ซึ่งจำนวนคำศัพท์ก็จะ มีเท่าที่ผู้ดูแลระบบได้อัพโหลดไว้ และส่วนแบบฝึกในรูปแบบตัวเลือก นั้น ได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้มีความสนุกในการเรียนรู้ภาษามือโดย ออกแบบเป็นลักษณะ ถาม-ตอบ และเก็บคะแนน คำถามนั้นจะสุ่มวีดีโอ หรือรูปภาพมาจากฐานข้อมูลและจะมีคำตอบเป็นตัวเลือกให้ผู้ใช้ตอบ ถ้า ผู้ใช้ตอบถูกก็จะเพิ่ม 1 คะแนน ถ้าตอบผิดก็จะ -1 คะแนน และเพื่อให้ผู้ใช้ สามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ระบบจะให้ผู้ใช้ได้ฝึกฝนได้เรื่อย ๆ โดย ไม่จำกัดจำนวนครั้ง

ส่วนของ Web Application สำหรับผู้ดูแลระบบ เมื่อผู้ดูแล ระบบเปิดการใช้งานผ่าน Web Browser เพื่อไว้สำหรับ เพิ่ม ลบ และ แก้ไขข้อมูล หมวดหมู่ รูปภาพ และคลิปวีดีโอ ของคำศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งการ เข้าถึงหน้านี้ผู้ดูแลระบบจะต้องผ่าน log in เพื่อเข้าสู่ระบบเสียก่อน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ระบบบริหารจัดการของฝั่งผู้ดูแลระบบ

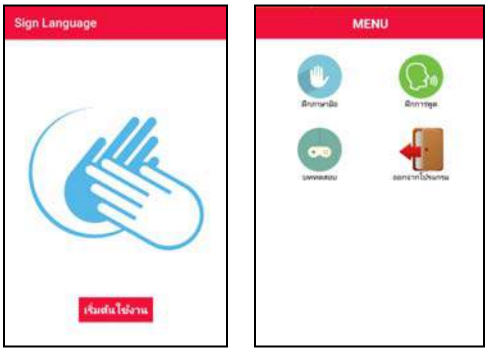
เนื่องจากระบบต้องมีการปรับปรุงคำ โดยการ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลภายในระบบจึงจำเป็นต้องมีการทำงานของผู้ดูแลระบบโดยผู้ดูแลระบบนั้นจะใช้งานผ่านเบราว์เซอร์



รูปที่ 2 หน้า เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล หมวดหมู่ รูปภาพ และคลิปวีดีโอ

รูปที่ 2 นี้เป็นหน้าของทางฝั่งผู้ดูแลระบบที่ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ หลังจากได้ login ผ่านเรียบร้อยแล้ว โดยในระบบผู้ดูแลสามารถ ค้นหา เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล ของคำศัพท์ในแต่ละหมวดหมู่ได้ และในแต่ละคำก็จะให้ใส่ข้อมูล คำศัพท์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประเภทของคำ และหมวดหมู่ได้

4.2 Android Application

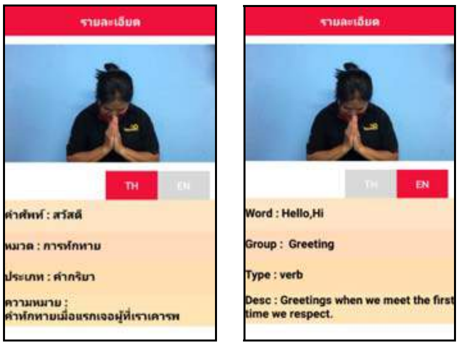


รูปที่ 3 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันและหน้าเมนู

รูปที่ 3 เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชันจะพบหน้าหลักและเมื่อแตะที่ "เริ่มต้นใช้งาน" ก็จะเข้าสู่หน้าเมนู โดยจะมีการเข้าถึงการฝึกฝนทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ 1). แบบฝึกภาษามือ 2). แบบฝึกการพูด และ 3). แบบฝึกในรูปแบบตัวเลือกแบบทดสอบ ผู้ใช้สามารถเลือกเมนูใดก็ได้และถ้าผู้ใช้มีความประสงค์จะออกจากแอปพลิเคชันหรือปิดโปรแกรม ก็สามารถเลือกเมนู "ออกจากโปรแกรม"

รูปที่ 4 หน้าค้นหาคำศัพท์ตามหมวดหมู่

รูปที่ 4 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนู แบบฝึกภาษามือ หรือแบบฝึกการพูดก็จะพบหน้าค้นหาคำศัพท์ และเพื่อให้สะดวกในการค้นหาเพื่อฝึกฝน สามารถค้นหาจากหมวดหมู่ได้



รูปที่ 5 หน้าวีดีโอภาษามือพร้อมรายละเอียด ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ[3]

รูปที่ 5 เมื่อค้นหาคำศัพท์ที่ต้องการเจอแล้ว ระบบจะแสดงคลิปวีดีโอพร้อมรายละเอียดของคำศัพท์ ในรูปแบบภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ โดยมีปุ่มเลือกภาษา "TH" สำหรับภาษาไทย และ "EN" สำหรับภาษาอังกฤษ

รูปที่ 6 หน้าฝึกการขยับปากพร้อมรายละเอียด ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

รูปที่ 6 เป็นการฝึกการขยับปากจากคำศัพท์ ในรูปแบบภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ โดยมีปุ่มเลือกภาษา “TH” สำหรับภาษาไทย และ “EN” สำหรับภาษาอังกฤษ

รูปที่ 7 หน้าแบบทดสอบรูปแบบตัวเลือก

รูปที่ 7 เมื่อเลือกเมนู “แบบทดสอบ” จากหน้าเมนู ระบบจะสุ่มคลิปวีดีโอทั้งในรูปแบบท่าทาง และ การขยับปาก ขึ้นมาและมีตัวเลือกให้ผู้ใช้ตอบ โดยถ้าตอบถูกจะมีคะแนน +1 และถ้าตอบผิด จะมีคะแนน -1 ซึ่งการฝึกฝนลักษณะนี้จะสร้างความท้าทาย และช่วยจดจำได้ดี สำหรับผู้ใช้

หลังการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยรวม สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินมี 5 ระดับ (Rating Scale) ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 ผลการทดลอง

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งกลุ่มผู้ประเมินมีความแตกต่างทางเพศและอายุ รวมทั้งสิ้น 30 คน โดยนำข้อมูลมาสรุปผลการประเมินความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
1. ด้านการออกแบบหน้าจอ	4.21	0.57	มาก
2. ด้านความสะดวกต่อการใช้งาน	4.23	0.48	มาก
3. ความเข้าใจในเนื้อหา	4.33	0.55	มาก
4. ด้านการจดจำท่าทางได้ดีขึ้นหลังจากทำแบบทดสอบ ภายในแอปพลิเคชัน	4.55	0.61	มากที่สุด
5. ด้านการทำงานของระบบ	4.20	0.63	มาก
ประสิทธิภาพโดยรวม	4.30	0.57	มาก

จากผลประเมินพบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.30, S.D. = 0.57) และเมื่อพิจารณารายข้อพบว่าด้านการจดจำท่าทางได้ดีขึ้นหลังจากทำแบบทดสอบภายในแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.55, S.D. = 0.61)

5. สรุป

จากการศึกษาความพึงพอใจต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับฝึกการสื่อสารภาษามือด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันด้านการออกแบบ ด้านความสะดวกต่อการใช้งาน ด้านความเข้าใจในเนื้อหา ด้านการจดจำท่าทางได้ดีขึ้นหลังจากทำแบบทดสอบภายในแอปพลิเคชัน ด้านการทำงานของระบบและประสิทธิภาพโดยรวม มีความพึ่งพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก เนื่องจากแอปพลิเคชันได้มุ่งเน้นให้ผู้ใช้สามารถจดจำภาษามือได้ง่ายขึ้น และได้เพิ่มส่วนที่เป็นทำแบบทดสอบ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชันมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.30, S.D. = 0.57)

เอกสารอ้างอิง

[1] สมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://nadt.or.th/pages/statistics.html

[2] มูลนิธิพัฒนาคนพิการไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tddf.or.th/signlang/detail.php?contentid=0039&postid=0015166&currentpage=1

[3] พจนานุกรมภาษามือไทยอิเล็กทรอนิกส์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://e-tsl.com/indexx.php

[4] Juthy, N. S., Shaha, B. G., and Ali, M. S., Shojol. (2011). Ishara Bhashay Jogajog (Communicating through Sign Language).

[5] Android Developer, “What is the NDK?”, http://developer.android.com/.

การออกแบบและพัฒนาระบบสอบเทียบเครื่องวัดกำลังคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์เพื่อการแพทย์และอุตสาหกรรมในประเทศไทย

Design and Development of CO_2 Laser Calibration System for Medical and Industrial Applications in Thailand

กนกวรรณ นนทพจน์
ห้องปฏิบัติการเลเซอร์พาวเวอร์ ฝ่ายมาตรวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวงจังหวัดปทุมธานี 12120)โทรศัพท์ 0 2577 5100 ต่อ 1333 E-mail: kanokwan@nimt.or.th

)

บทคัดย่อ

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เลเซอร์เป็นเลเซอร์แบบความยาวคลื่นต่อเนื่อง (Continuous wavelength, CW) ที่ให้กำลังสูงสุดในปัจจุบัน ประเทศไทยจึงได้มีการนำเลเซอร์ชนิดนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์และอุตสาหกรรมและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นการประยุกต์ใช้เลเซอร์เพื่อการแพทย์และ ความงาม เช่น ใช้ในการผ่าตัด การลอกหน้า รักษารอยย่น กำจัดไฝ ขี้แมลงวัน ทางด้านอุตสาหกรรมก็ใช้เลเซอร์ชนิดนี้ในการ ตัด เชื่อม แกะ สลักโลหะ เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคและยกระดับมาตรฐานของเครื่องมือวัดทางด้านเลเซอร์ และเพื่อรองรับ พรบ.เครื่องมือแพทย์ ห้องปฏิบัติการเลเซอร์พาวเวอร์ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบสอบเทียบเครื่องวัดกำลัง CO_2 เลเซอร์เพื่อรองรับการขยายตัวของภาคการแพทย์และอุตสาหกรรมที่ใช้เลเซอร์ชนิดนี้ โดยที่ขีดความสามารถในการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการนี้อยู่ที่ 100 mW-10 W ที่ความยาวคลื่น 10.6 μm ความไม่แน่นอนของการวัดอยู่ที่ 4%

คำสำคัญ: กำลังเลเซอร์, คาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์, การสอบเทียบกำลังเลเซอร์, เลเซอร์เพื่อการแพทย์

Abstract

The carbon dioxide laser (CO_2 laser) is one of the most useful and is the highest CW laser at the present. The laser produces infrared light at 10.6 um. Due to its high power, CO_2 lasers are usually used in industrial applications such as cutting and welding, or for engraving at less power. CO_2 lasers are also used widely in medical applications, such as laser surgery, skin resurfacing, and removing mold, due to water (biological tissue) absorb light at this wavelength very well. CO_2 lasers are also used as LIDAR laser source for military range finding applications because of the transparency of the atmosphere to infrared light. Due to the increasing use of CO_2 lasers laser in industrial and medical applications in Thailand, the National Institute of Metrology (Thailand) has set up a CO_2 laser power calibration system and provide calibration service to customers last year. The service supports calibration of medium-level laser power at wavelength of 10.6 um and at power range 100 mW-10W, measurement uncertainty at 4%. The design and development of the calibration system will be presented.

Keywords: CO_2 laser, metrology, laser power calibration, laser power

1. บทนำ

คาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ เป็นหนึ่งในเลเซอร์แบบแก๊สชนิดแรกๆ ถูกคิดค้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 ถือได้ว่าเป็นเลเซอร์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากให้กำลังสูงที่สุดในบรรดา CW เลเซอร์ด้วยกันและเนื่องจากความยาวคลื่นของเลเซอร์ชนิดนี้อยู่ในย่านที่ดูดซับโดยเซลล์เนื้อเยื่อของคนได้เป็นอย่างดี การประยุกต์ใช้งานของ CO_2 เลเซอร์ทางด้านการแพทย์นั้นจึงเหมาะสมเป็นอย่างมาก เช่น ใช้ผ่าตัด ตัดไฝ หูด ลอกหน้า เป็นต้น นอกจากนั้น ความยาวคลื่นของ CO_2 เลเซอร์ที่โปร่งแสงในชั้นบรรยากาศ จึงได้นำมาใช้ในทางทหารเช่น LIDAR (Light Detection and Ranging) ที่เป็นเทคนิคที่ใช้เลเซอร์ในการหาระยะ เป็นต้น ส่วนทางด้านอุตสาหกรรม ก็ได้นำ CO_2 เลเซอร์มาใช้อย่างแพร่หลายเช่น ตัด เชื่อม แกะ สลัก วัสดุต่างๆ เป็นต้น

1.1 CO_2 เลเซอร์เพื่อการแพทย์

ในปัจจุบันศัลยกรรมเลเซอร์จะแบ่งประเภทตามความยาวคลื่นที่ใช้ และโหมดของเลเซอร์ โดยเลเซอร์จะมีการปล่อยพลังงานสองแบบคือแบบต่อเนื่อง (CW) หรือเป็นแบบลูกคลื่นที่ปล่อยพลังงานออกมาเป็นระยะๆสม่ำเสมอ (pulsed mode) ซึ่งเป็นประเภทที่ใช้ในความงามและการแพทย์ส่วนใหญ่ นอกจากโหมดของเลเซอร์แล้ว ชนิดของเลเซอร์ยังแบ่งไปตามความยาวคลื่น (สี) ซึ่งจะอยู่ในย่าน uv, visible, หรือ infrared ตัวอย่างของประเภทของเลเซอร์และชนิดของการรักษา สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 1 [1]

ตารางที่ 1: ตัวอย่างของประเภทของเลเซอร์และชนิดของการรักษาในปัจจุบัน

เลเซอร์	ความยาวคลื่น (nm)	การรักษา
Excimer	ย่าน UV 193,208,351	เลสิก(lasik)รักษาสายตาสั้น/ยาว
Nd YAG	1064	เส้นเลือดขอด กำจัดขน รอยดำ
Er YAG	2940	รอยสิว Skin resurfacing
CO_2	10600	ไฝ ขี้แมลงวัน
Diode	810, 940	ลบรอยสัก
KTP	1064/532	ลบรอยสัก ปานแดง/ดำ
Dye	585-600	ลบรอยสัก รอยดำ
Alexandrite	755	กำจัดขน
Ruby	694	ลบรอยสัก กำจัดขน รอยดำ

งานวิจัยจากสหรัฐอเมริกา[2] ได้ทำการศึกษากรณีข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำเลเซอร์ทรีทเมนต์ 494 กรณี ที่เกิดขึ้นระหว่างปี 2549-2554 พบว่าผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ผิวไหม้ เกิดรอยแผลเป็น ผิวอักเสบ ติดเชื้อ และพบว่าสาเหตุหลักเกิดมาจาก ความผิดพลาดของผู้ใช้เครื่อง 30% ตามมาด้วยความผิดพลาดของเครื่องมือ 20% และ ความผิดพลาดจากคนไข้ 4% ในประเทศไทยเองก็มีกรณีข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำเลเซอร์ทรีทเมนต์ จากรายงานสถิติเรื่องร้องเรียนกรณีได้รับความเสียหายจากการใช้บริการความงามของสำนักงานคุ้มครองผู้บริโภคที่ได้รับการร้องเรียน จากผู้ได้รับความเสียหายจากการทำเลเซอร์ทรีทเมนต์เป็นจำนวนไม่น้อยในแต่ละปี ดังนั้นนอกจากความเชี่ยวชาญของแพทย์ที่ทำการรักษาแล้ว ตัวเครื่องมือเองก็ต้องมีมาตรฐาน และมีการสอบเทียบตามระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย

1.2 CO_2 เลเซอร์เพื่ออุตสาหกรรม

CO_2 เลเซอร์นั้นถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม ตัด เจาะ แกะสลัก วัสดุต่างๆ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม สเตนเลสสตีล ไททาเนียม ขี้ผึ้ง ไม้ และผ้า ข้อเสียของการใช้เลเซอร์ในการตัดวัสดุนั้นคือสิ้นเปลืองพลังงานและประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร โดยมีค่าตั้งแต่ 5%-45% โดยที่ การสิ้นเปลืองพลังงานและประสิทธิภาพของการใช้เลเซอร์ในการตัดวัสดุนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเลเซอร์และชนิดของวัสดุ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการตัดวัสดุต่างๆที่ความหนาต่างๆกัน นั้นแสดงในตารางที่ 2

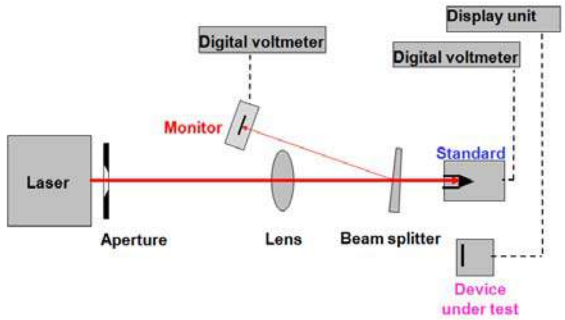
ตารางที่ 2: พลังงานความร้อน (watts) ของ CO_2เลเซอร์ ที่ใช้ในการตัดวัสดุต่างๆที่ความหนาต่างๆกัน [3]

วัสดุ	ความหนา (mm)				
	0.51	1.0	2.0	3.2	6.4
Stainless steel	1000	1000	1000	1500	2500
Aluminum	1000	1000	1000	3800	10,000
Mild steel	-	400	-	500	-
Titanium	250	210	210	-	-
Plywood	-	-	-	-	650

การศึกษาถึงความเหมาะสมของการใช้เลเซอร์ที่ระดับกำลังต่างๆในการตัดวัสดุที่ความหนาต่างกันหรือวัสดุต่างชนิดกัน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดความสิ้นเปลืองพลังงานในการตัดและลดความเสียหายของชิ้นงาน ดังนั้นเครื่องมือวัดกำลังเลเซอร์ที่มีความถูกต้องและมีการสอบเทียบจึงมีความสำคัญในอุตสาหกรรมนี้เป็นอย่างมาก

2. ระบบสอบเทียบเครื่องวัดกำลัง CO_2 เลเซอร์

ระบบวัดสอบเทียบ CO_2 เลเซอร์ ของห้องปฏิบัติการเลเซอร์พาวเวอร์ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 CO_2 laser calibration system at NIMT

โดยที่แหล่งกำเนิด CO_2 เลเซอร์ที่ใช้เป็นแบบเสถียรภาพสูง มีความเสถียรของกำลังที่ 2% ความยาวคลื่นที่ 10.55-10.63 μm เนื่องจากแสงของ CO_2 เลเซอร์ นั้นอยู่ในย่านอินฟราเรด จึงไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เพื่อความปลอดภัยและสะดวกต่อการทำงาน เลเซอร์สีแดง He-Ne เลเซอร์ จึงนำมาใช้ โดยจัดให้มีลำแสงซ้อนทับกันกับ CO_2 เลเซอร์

อุปกรณ์ Beam splitter (ZnSe diffraction beam splitter) ทำการแยกลำแสงเลเซอร์ออกเป็น2 ส่วน ส่วนแรก direct transmission (P_1) ไปยัง Reference standard detector (standard) หรือ device under test (DUT) ส่วนที่สอง (P_2) ไปยัง monitor detector โดยที่ reference standard คือ thermopile detector PM30 (Coherent) และ monitor detector คือ thermopile laser detector PM3 (Coherent) ซึ่งทั้ง standard และ DUT นั้นถูกยึดบนรางมอเตอร์สำหรับสอบเทียบ

3. วิธีการสอบเทียบเครื่องวัดกำลัง CO_2 เลเซอร์

การสอบเทียบเครื่องวัดกำลังของ CO_2 เลเซอร์นั้นใช้วิธีที่เรียกว่า substitution with monitor หรือ beam splitter method โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

3.1 หาค่า System sensitivity

จากการวัดกำลังของเลเซอร์ส่วนที่เป็น direct transmission (P_1) โดยใช้ standard detector กับส่วนที่เบี่ยงเบนจาก beam splitter (P_2)โดยใช้ monitor detector จะได้อัตราส่วนที่เรียกว่า System sensitivity

$$S_{system} = P_2/P_1=P_{corr}/P_{std} \quad (1)$$

3.2 คำนวณค่า Calibration factor (CF)

โดยการแทนที่ standard detector ด้วย detector ที่ต้องการสอบเทียบ (DUT) Calibration factor สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนของกำลังของเลเซอร์ที่วัดได้จาก DUT และ standard detector ซึ่งสามารถหาได้จากค่า system sensitivity ที่คำนวณมาก่อนหน้าในหัวข้อ 3.1 ดังนั้น

$$\text{Calibration factor : } CF= P_{DUTc}/P_{std}= S_{system} x\ (P_{DUT}/P_{Cor}) \quad (2)$$

โดยที่

$\mathbf{P_{DUT}}$= กำลังของเลเซอร์ที่อ่านได้จากเครื่องวัดที่ถูกสอบเทียบ [W]
$\mathbf{P_{Std}}$= กำลังของเลเซอร์ที่อ่านได้จากเครื่องวัดมาตรฐาน [W]
$\mathbf{P_{Cor}}$= กำลังของเลเซอร์ที่อ่านได้จาก monitor detector [W]
$\mathbf{S_{System}}$= ค่า sensitivity ของระบบสอบเทียบ

4. สรุป

เพื่อยกระดับมาตรฐานของเครื่องมือทางด้านเลเซอร์ และเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค รวมถึงเป็นการรองรับ พรบ.เครื่องมือแพทย์ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จึงได้เปิดให้บริการสอบเทียบเครื่องวัดกำลังของ CO_2 เลเซอร์ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ใหม่ของห้องปฏิบัติการเลเซอร์พาวเวอร์ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า substitution with monitor หรือ beam splitter method โดยมีขอบข่ายการให้บริการดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขอบข่ายการให้บริการสอบเทียบเครื่องวัดกำลัง CO_2 เลเซอร์

Equipment	Measurement Range	Uncertainty
Optical power meter	100 mW-10W @10 600 nm	4 %

โดยมีการถ่ายค่าความถูกต้องของกำลังเลเซอร์มาจากสถาบันมาตรวิทยาประเทศจีน (NIM China) และสอบกลับได้ไปยัง SI Units

เอกสารอ้างอิง

[1] Lasers and Related Technologies in Dermatology, McGraw-Hill Professional; 1 edition (August 9, 2013).

[2] Zachary Zelickson, Sarah Schram MD and Brian Zelickson MD Complications in Cosmetic Laser Surgery: A Review of 494 Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience Reports Dermatologic Surgery Volume 40, Issue 4, pages 378–382, April 2014.

[3] Todd, Robert H.; Allen, Dell K.; Alting, Leo. Manufacturing Processes Reference Guide. Industrial Press Inc. ISBN 0-8311-3049-0 (1994).

การศึกษาทัศนคติด้านความปลอดภัยของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี

The Study on Attitude toward the Safety of Labors in the Factory was Located in Tha-Wung, Lopburi

ธาดา อ่อนศรี[1] ทวีศักดิ์ ประกอบดี[1] พีรญา เต่าทอง[1]
[1]สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422125 E-mail: pheeraya.t@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาทัศนคติด้านความปลอดภัยของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอายุการทำงาน โดยรวบรวมข้อมูลจากพนักงาน จำนวน 208 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าความถี่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน T-test, One way ANOVA และ LSD ผลการวิจัยพบว่าทัศนคติในด้านความปลอดภัยของพนักงานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.89 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

คำสำคัญ: ทัศนคติ, ความปลอดภัย

ABSTRACT

The paper presents a study of the study on attitude toward the safety of labors in the factory was located in Tha-Wung, Lopburi. Classified by personal factors of gender, educational level, Age and work experience. The data were collected from 208 employees. The instrument used in the research was a questionnaire. The statistics used were percentage, frequency, standard deviation, T-test, one way ANOVA and LSD. The research found that the attitudes towards safety of employees were at a high level. The mean score was 3.89 at significance level of .05.

Keywords: attitude, Security

1. บทนำ

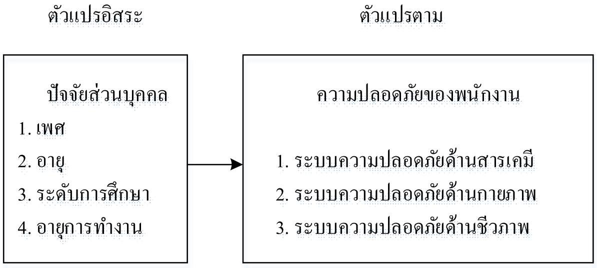
ประเทศไทยได้มีการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรม ทำให้มีจำนวนคนงานหรือผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามไปด้วย คนงานหรือผู้ปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ขณะเดียวกันยังขาดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งมีผลทำให้จำนวนคนงานหรือผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับอุบัติเหตุ ในขณะปฏิบัติงานในโรงงานเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัวไปด้วยเช่นกัน และมักจะมีอุบัติเหตุในโรงงานเกิดขึ้นอยู่บ่อยๆ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามการเกิดอุบัติในงานอุตสาหกรรมถ้าตัวเลขทางสถิติยิ่งน้อยนั้นหมายถึงคุณภาพในการจัดการบริหารความปลอดภัยในโรงงานนั้นมีประสิทธิภาพที่ดี ตามสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานตั้งแต่เดือน มกราคม–มิถุนายน 2556 ในโรงงานแห่งหนึ่งใน อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี เฉลี่ย 7.16 คน จากพนักงาน 445 คน คิดเป็น 1.61%

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการศึกษาระดับความคิดเห็นด้านทัศนคติที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาทัศนคติของพนักงานที่มีต่อความปลอดภัยของโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรีโดยมีแนวคิดของการวิจัยสามส่วน ส่วนที่หนึ่งคือ ระบบความปลอดภัยทางด้านสารเคมี ส่วนที่สองคือ ระบบความปลอดภัยด้านกายภาพ ส่วนที่สามคือ ระบบความปลอดภัยด้านชีวภาพ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พนักงานของโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี จำนวน 437 คน

กลุ่มตัวอย่างของพนักงานในการวิจัยนี้ ใช้การคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยหลักการคำนวณของ Taro Yamane's กำหนดให้มีความคลาดเคลื่อน .05 แสดงดังสมการที่ 1

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (1)$$

N =จำนวนประชากร 437 คน
n = จำนวนของตัวอย่างที่ใช้
e = ค่าความคลาดเคลื่อน .05

คำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$n = \frac{437}{1+\left(437\times 0.05^2\right)} = 208 \quad (2)$$

จำนวนของตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทัศนคติของพนักงานที่มีต่อความปลอดภัยของโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรีเท่ากับ 208 คน

2.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

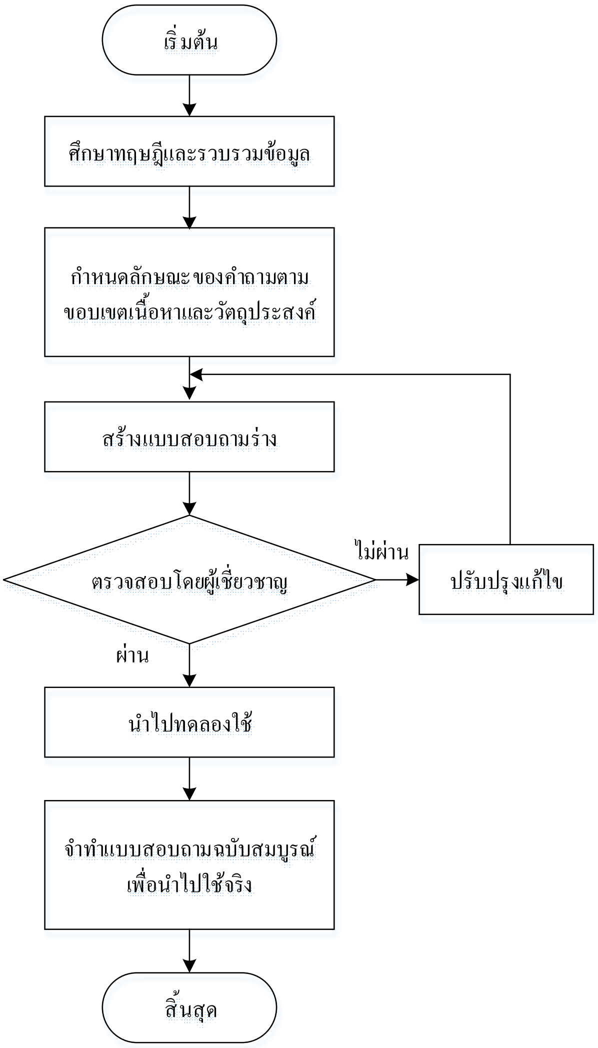
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ปรับปรุงแบบสอบถามจาก สมจิต ศิริมานะกุล จากการศึกษาหลักแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 2 เพื่อศึกษาทัศนคติด้านความปลอดภัยของพนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ระดับอายุ ระดับการศึกษา อายุการทำงาน เป็นคำถามแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยของพนักงานในด้านระบบความปลอดภัยด้านสารเคมี ระบบความปลอดภัยด้านกายภาพ และระบบความปลอดภัยด้านชีวภาพ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

5 หมายถึง ระดับทัศนคติมากที่สุด
4 หมายถึง ระดับทัศนคติมาก
3 หมายถึง ระดับทัศนคติปานกลาง
2 หมายถึง ระดับทัศนคติน้อย
1 หมายถึง ระดับทัศนคติน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นแบบสอบถามปลายเปิด



รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามคือ พนักงานโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรีจำนวน 208 คน จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลของพนักงาน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและ ค่าร้อยละของพนักงานจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	113	54.3
หญิง	95	45.7
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	6	2.9
20-25 ปี	117	56.3
26-30 ปี	40	19.2
31-35 ปี	26	12.5
36-40 ปี	10	4.8
41 ปีขึ้นไป	9	4.3
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนต้น	14	6.7
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	61	29.3
อนุปริญญา/ปวส.	104	50.0
ปริญญาตรี	22	10.6
สูงกว่าปริญญาตรี	7	3.4
4. อายุการทำงาน		
น้อยกว่า 1 ปี	17	8.2
1-5 ปี	123	59.1
6-10 ปี	35	16.8
11-15 ปี	19	19.1
16-20 ปี	6	2.9
21 ปีขึ้นไป	8	3.8
รวม	208	100.0

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติด้านความปลอดภัย แสดงค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับทัศนคติด้านความปลอดภัย

ระบบความปลอดภัย	$\overline{X}$	S.D.	ระดับทัศนคติ
ด้านสารเคมี	3.69	0.554	มาก
ด้านกายภาพ	3.90	0.634	มาก
ด้านชีวภาพ	4.08	0.697	มาก
รวม	3.89	0.545	มาก

ตอนที่ 3 ทัศนคติด้านความปลอดภัย จำแนกตามเพศ แสดงค่าดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ทัศนคติด้านความปลอดภัยจำแนกตามเพศ

ระบบความปลอดภัยในโรงงาน	เพศชาย n =113		เพศหญิง n =95		t	Sig.
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ด้านสารเคมี	3.69	0.568	3.69	0.541	-0.039	0.969
ด้านกายภาพ	3.87	0.634	3.92	0.637	-0.571	0.569
ด้านชีวภาพ	4.00	0.671	4.18	0.718	-1.890	0.060
รวม	3.85	0.545	3.93	0.544	-1.037	0.301

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทัศนคติในด้านความปลอดภัยจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลของพนักงาน แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4 ทัศนคติด้านความปลอดภัย จำแนกตามอายุ

ระบบความปลอดภัย	แหล่งความแปรปวน	ss	df	MS	F	Sig
ด้านสารเคมี	ระหว่างกลุ่ม	3.832	5	0.766	2.584	0.027*
	ภายในกลุ่ม	59.923	202	0.297		
	รวม	63.755	207			
ด้านกายภาพ	ระหว่างกลุ่ม	6.222	5	1.244	3.255	0.008*
	ภายในกลุ่ม	77.218	202	0.382		
	รวม	83.440	207			
ด้านชีวภาพ	ระหว่างกลุ่ม	15.030	5	3.006	7.077	0.00*
	ภายในกลุ่ม	85.803	202	0.425		
	รวม	100.833	207			
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	ระหว่างกลุ่ม	6.045	5	1.209	4.402	0.01
	ภายในกลุ่ม	55.487	202	0.275		
	รวม	61.532	207			

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ 5 ทัศนคติด้านความปลอดภัย จำแนกตามการศึกษา

ระบบความปลอดภัย	แหล่งความแปรปวน	ss	df	MS	F	Sig
ด้านสารเคมี	ระหว่างกลุ่ม	2.429	4	0.607	2.010	0.094
	ภายในกลุ่ม	61.326	203	0.302		
	รวม	63.755	207			
ด้านกายภาพ	ระหว่างกลุ่ม	1.199	4	0.300	2.010	0.094
	ภายในกลุ่ม	82.241	203	0.405		
	รวม	83.440	207			
ด้านชีวภาพ	ระหว่างกลุ่ม	5.654	4	1.413	3.014	0.019*
	ภายในกลุ่ม	95.180	203	0.469		
	รวม	100.833	207			
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	ระหว่างกลุ่ม	2.364	4	0.591	2.028	0.092
	ภายในกลุ่ม	59.168	203	0.291		
	รวม	61.532	207			

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ 6 ทัศนคติด้านความปลอดภัย จำแนกตามอายุการทำงาน

ระบบความปลอดภัย	แหล่งความแปรปวน	ss	df	MS	F	Sig
ด้านสารเคมี	ระหว่างกลุ่ม	2.514	5	05.03	1.658	0.146
	ภายในกลุ่ม	61.242	202	0.303		
	รวม	63.755	207			
ด้านกายภาพ	ระหว่างกลุ่ม	6.219	5	2.845	3.254	0.008*
	ภายในกลุ่ม	77.221	202	0.382		
	รวม	83.440	207			
ด้านชีวภาพ	ระหว่างกลุ่ม	14.226	5	2.845	6.636	0.000*
	ภายในกลุ่ม	86.607	202	0.429		
	รวม	100.833	207			
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	ระหว่างกลุ่ม	5.841	5	1.168	4.237	0.001
	ภายในกลุ่ม	55.691	202	0.276		
	รวม	61.532	207			

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

4. สรุปผลการวิจัย

1. ปัจจัยส่วนบุคคลของพนักงาน ผลการวิจัยพบว่า พนักงานในโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 54.3 มีอายุ 20-25 ปี จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 56.3 มีระดับการศึกษา อนุปริญญา/ปวส. จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 และมีอายุการทำงาน 1-5 ปี จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 59.1

2. ทัศนคติด้านความปลอดภัยในภาพรวม ผลวิจัยพบว่า ระดับทัศนคติภาพรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นมาก ค่า $\overline{X} = 3.89$

3. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทัศนคติด้านความปลอดภัย จำแนกตามเพศ ผลวิจัยพบว่า พนักงานที่เป็นเพศชายและเพศหญิงมีทัศนคติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทัศนคติด้านความปลอดภัย ปัจจัยส่วนบุคคล จำแนกตามอายุ ผลวิจัยพบว่า อายุของพนักงานมีทัศนคติแตกต่างกันทุกด้าน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามการศึกษา ผลวิจัยพบว่า การศึกษาของพนักงานมีทัศนคติแตกต่างกันด้านชีวภาพ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามอายุการทำงาน ผลวิจัยพบว่า อายุการทำงานของพนักงานมีทัศนคติแตกต่างกันด้านกายภาพและด้านชีวภาพ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคุณอนันต์ เกตุแก้ว ผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม และพนักงานในโรงงานแห่งหนึ่งในอำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). ทัศนคติ : การเปลี่ยนแปลง การวัด และพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช

[2] เปรมหทัย อมาตกุล. (2546). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทัศนคติและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรองเท้า บริษัท พี.เอส. อาร์. ฟุตแวร์ จำกัด.สาขาบริหารธุรกิจบัณฑิต กลุ่มวิชาบริหารอุตสาหกรรม.

[3] ฟ้ารัตน์ สมแสน. (2539). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานของ คนงานก่อสร้าง ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต(รัฐศาสตร์). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[4] สมจิต ศิริมานะกุล . (2552). ความคิดเห็นของพนักงานเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยของบริษัท IRPC จำกัด (มหาชน) สาขาคลังน้ำมันอยุธยา.การค้นคว้าอิสระ. บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). พระนครศรีอยุธยา:มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

การออกแบบระบบให้บริการเครือข่ายเสมือนที่ขยายได้สำหรับรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเข้าสู่ศูนย์ข้อมูล

Design of Scalable Virtual Private Network Service for Network Connection to Data Center

ภูษิต รุ่งโรจน์, สาดิศย์ เสถียรไพศาล และเฉลิมพล ชาญศรีภิญโญ

ห้องปฏิบัติการวิจัยนวัตกรรมอินเทอร์เน็ต หน่วยวิจัยเครือข่ายเทคโนโลยีไร้สายและความมั่งคง

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0-2564-6900 Email: phusit@nectec.or.th, sadit@nectec.or.th, chalermp@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบให้บริการเครือข่ายเสมือน (Virtual Private Network หรือ VPN) ผ่านเครือข่ายสาธารณะ โดยเน้นให้มีเครื่องแม่ข่ายสำหรับให้บริการเครือข่ายเสมือนที่ขยายได้มากกว่าหนึ่งเครื่องและสามารถทำงานทดแทนกันได้ เพื่อรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายจำนวนมากในการ เข้าถึงบริการในศูนย์ข้อมูล (Data center) โดยใช้วิธีการออกแบบให้มีจำนวนเครื่อง VPN gateway สำหรับรองรับการเชื่อมต่อจำนวน 2 เครื่องขึ้นไป และใช้ใบรับรองดิจิตอล (Digital Certificate) ในการพิสูจน์สิทธิ์ในการเข้าถึงเครือข่ายเสมือน ทำให้ผู้ใช้งาน (client) สามารถเชื่อมต่อ VPN gateway แบบอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อรองรับการใช้งานจากผู้ใช้งานจำนวนมากที่ใช้อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อที่มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้นในอนาคตและสามารถรองรับการขยายจำนวน VPN gateway ได้โดยง่ายและรองรับกับระบบเดิมที่มีอยู่ได้ทันที

Abstract

This paper presents the design of scalable virtual private network (VPN) for network connection to data center by setting up multiple VPN gateway servers for load distribution and reliable services. By using multiple gateway servers and digital certificate for user authentication, the clients can automatically connect to VPN gateway servers. The proposed system design will be able to support a large number of users with various types of devices. It also allows to easily extend the number of VPN gateway servers in the future.

1.บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายองค์กรต่างๆมีการให้บริการเข้าถึงเครือข่ายภายในองค์กรโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเสมือน (Virtual Private Network: VPN) เพื่อให้บุคลากรสามารถเข้าถึงข้อมูล และบริการขององค์กรจากเครือข่ายภายนอกได้ การเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายภายในองค์กรด้วยเทคโนโลยี VPN จากภายนอก สามารถทำได้โดยใช้ VPN gateway ที่เป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่พร้อมใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่มีราคาแพง มีการจำกัดจำนวนผู้ใช้งานพร้อมกัน และรองรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือแบบพกพาเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนในรูปแบบของแอพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการ เช่น Android OS หรือ iOS เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดในการใช้งานเครือข่าย เช่น การใช้งานพอร์ต (Port) ที่ไม่ตรงกัน การใช้งานโพรโทคอลต่างชนิดกัน เป็นต้น ทำให้การบริการเครือข่ายเสมือนมีความซับซ้อนมากขึ้นกว่าเครือข่ายทั่วๆ ไป และจำเป็นต้องมีการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถรองรับข้อจำกัดของเครือข่ายเหล่านั้น รวมทั้งสามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้จำนวนมากได้

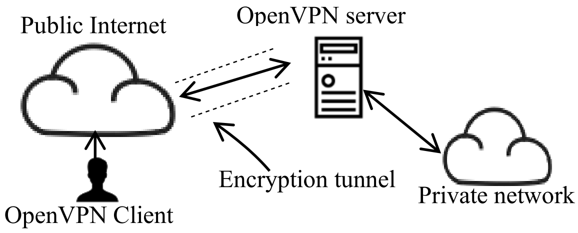
ในบทความนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบระบบการให้บริการเครือข่ายเสมือนที่ขยายได้โดยการประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์ OpenVPN [1] สำหรับการเชื่อมต่อเข้าสู่ศูนย์ข้อมูล (data center) สามารถมีจำนวนเครื่อง VPN gateway จำนวนมากกว่า 1 เครื่อง สำหรับรองรับการเชื่อมต่อจำนวนมากได้พร้อมกันและใช้ใบรับรองดิจิตอล (Digital Certificate) ในการพิสูจน์สิทธิ์ในการเข้าถึงเครือข่ายเสมือน ซึ่งระบบของผู้ใช้งาน (client) สามารถเชื่อมต่อ VPN gateway แบบอัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานไม่ต้องเลือกเครื่องแม่ข่าย เครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยเฉพาะเพื่อเชื่อมต่อใช้งาน ทั้งนี้เพื่อรองรับการใช้งานจากผู้ใช้งานจำนวนมากที่ใช้อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อที่มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้นในอนาคตและสามารถรองรับการขยายจำนวน VPN gateway ได้โดยง่ายและรองรับกับระบบเดิมที่มีอยู่ได้ทันที ซึ่งบทความนี้จะแสดงและเปรียบเทียบ รูปแบบต่างๆในการเชื่อมต่อไปยัง

VPN gateway เพื่อนำเสนอวิธีการออกแบบและการใช้งานเครือข่ายเสมือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เทคโนโลยีที่ใช้

2.1 OpenVPN

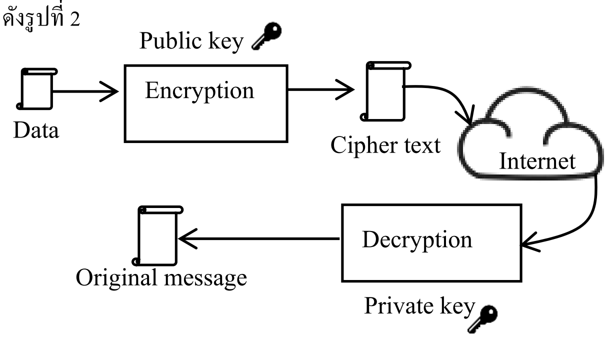
OpenVPN เป็นซอฟต์แวร์ที่เปิดเผยรหัสการพัฒนา หรือ Open source ที่ใช้งานสำหรับการสร้างเครือข่ายเสมือน โดยทำงานได้ทั้งในแบบเครื่องแม่ข่ายสำหรับให้บริการ หรือทำงานเป็นไคล์แอนต์เพื่อเชื่อมต่อไปหาเครื่องแม่ข่าย ลักษณะการใช้งาน OpenVPN จะทำงานในลักษณะการสร้าง Tunnel สำหรับรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยที่เครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่เป็น VPN gateway จะมี Network interface ทั้งในรูปของ Public interface และ Private interface ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของ OpenVPN server-Client

2.2 OpenSSL Technology

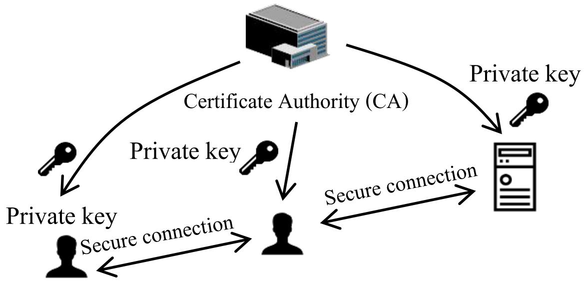
OpenSSL คือ ชุดของไลบรารี่ที่นำไว้ใช้สำหรับการเข้ารหัสข้อมูลผ่านโพรโทคอล SSL โดยเทคโนโลยีของ OpenSSL สนับสนุนอัลกอริธึมในการเข้ารหัสที่หลากหลาย เช่น AES, Blowfish, RSA, MD5 เป็นต้น ลักษณะการทำงานของ OpenSSL จะมีการเข้ารหัสข้อมูลระหว่างผู้รับกับผู้ส่งในลักษณะของ Public key กับ Private key ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเข้ารหัสและถอดรหัสโดยใช้เทคโนโลยี OpenSSL

2.3 Certificate Authority (CA)

Certificate Authority (CA) คือ ใบรับรองดิจิตอลที่แสดงความเป็นเจ้าของ Public key โดยมีชื่อใบรับรองเพื่ออนุญาติให้คนอื่นใช้งานโดยยืนยันตัวตนโดยการ Private key ที่สอดคล้องกับ Public key ที่ถูกรับรองในรูปแบบที่เชื่อถือได้ เปรียบเหมือนบุคคลที่สามที่เชื่อถือได้ โดยทั้งหมดนี้จะเรียกว่า "เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานกุญแจสาธารณะ (Public key infrastructure: PKI)

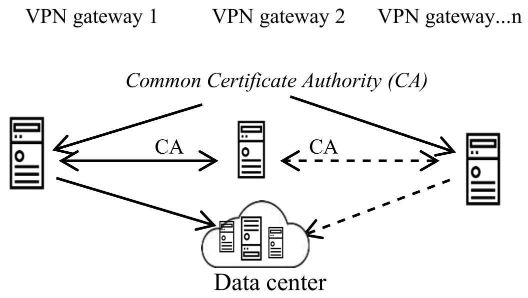


รูปที่ 3 โครงสร้างของ Public key infrastructure (PKI)

3. การออกแบบและพัฒนา

3.1 การออกแบบ OpenVPN Redundancy

OpenVPN redundancy คือ การนำ VPN gateway อย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป จัดตั้งเป็น VPN gateway โดยติดตั้ง OpenVPN และสร้าง CA ในลักษณะของ Self -signed certificate หรือการกำหนด CA บนเครื่องเอง หลังจากนั้นจึงใช้ CA เดียวกันสำหรับ VPN gateway ทั้งหมดเพื่อกำหนดให้เป็น CA ร่วมกัน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การใช้งาน CA ร่วมกันสำหรับ VPN gateway

จากรูปที่ 4 เป็นการกำหนดการทำงานของ VPN server มากกว่า 1 เครื่อง เพื่อทำงานทดแทนกัน และเป็นวิธีการสำหรับขยายการเชื่อมต่อสำหรับการเข้าถึงศูนย์กลางข้อมูลขนาดใหญ่โดยกำหนดให้มีจำนวนการให้บริการที่รองรับได้มากกว่า 1 เครื่อง

3.2 การกำหนดคุณสมบัติการเชื่อมต่อเมื่อมีการขยาย VPN server gateway

เมื่อมีการขยายจำนวน VPN server เพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้งานสำหรับการเชื่อมต่อกับ VPN gateway ที่มีหลายตัว จะทำการปรับแต่งคุณสมบัติในการเชื่อมต่อของไฟล์ OpenVPN configuration ซึ่งสามารถกำหนดโซนการเชื่อมต่อโดยกำหนดได้ดังนี้

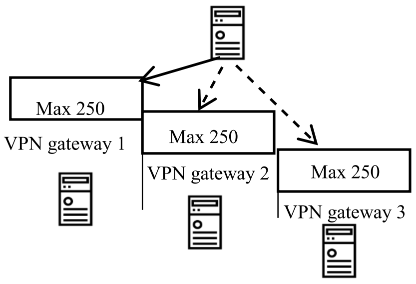
```
client
dev tun
<connection>                      Zone 1
remote 192.168.100.3 1194 tcp
</connection>
<connection>                      Zone 2
remote 192.168.100.4 1194 tcp
</connection>
```

จากตัวอย่างของ OpenVPN configuration ในข้างต้น จะเห็นว่ามีเครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่เป็น VPN gateway จำนวน 2 ตัว ได้แก่เครื่องหมายเลขไอพี 192.168.100.3 และ 192.168.100.4 การกำหนดการเชื่อมต่อสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1.การเชื่อมต่อแบบเรียงลำดับ
2.การเชื่อมต่อแบบสุ่ม

3.2.1 การเชื่อมต่อแบบเรียงลำดับ

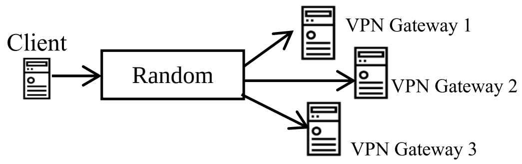
หมายถึง การเชื่อมต่อแบบบนลงล่างตามไฟล์ OpenVPN configuration ที่กำหนดไว้ โดยจะเชื่อมต่อที่ VPN gateway ตัวแรกก่อน เมื่อ VPN gateway มีจำนวนการเชื่อมต่อครบตามที่กำหนดไว้ จึงเลื่อนลำดับมาเชื่อมต่อ VPN gateway ตัวถัดไป ดังรูปที่ 5 เมื่อมีการกำหนดจำนวนการรองรับการเชื่อมต่อของ VPN gateway แต่ละตัวไว้ที่ 250



รูปที่ 5 การเชื่อมต่อ VPN gateway แบบเรียงลำดับ

3.2.2 การเชื่อมต่อแบบสุ่ม

หมายถึง การเชื่อมต่อโดยใช้วิธีการสุ่ม โดย VPN client จะสุ่มเลือก VPN gateway ทั้งหมดที่มีใน OpenVPN configuration และจะไม่นำ VPN gateway ที่มี การเชื่อมต่อที่เต็มแล้วมาสุ่มเพื่อเชื่อมต่อ โดยต้องมีการหนดใน OpenVPN configuration เพิ่มเติม คือ remote-random

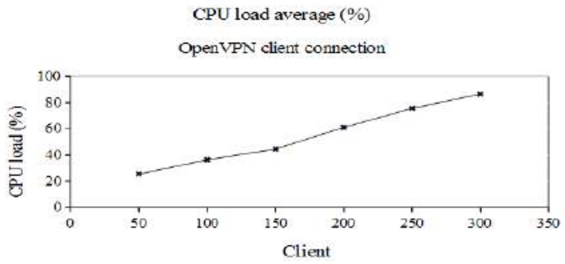


รูปที่ 6 การเชื่อมต่อ VPN gateway แบบสุ่ม

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

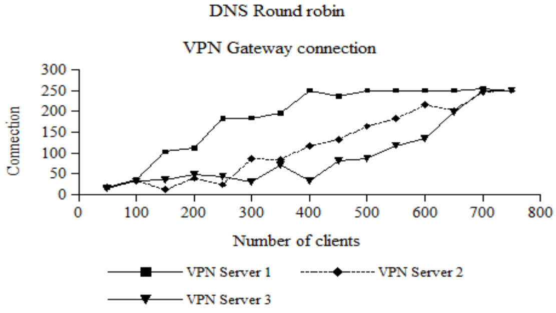
4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของ VPN gateway แบบพื้นฐาน

การทดสอบประสิทธิภาพของ VPN gateway โดยการสร้าง Connection เพื่อเชื่อมต่อไปที่ VPN gateway จำนวน 1 เครื่องแล้ว วัดประสิทธิภาพของการประมวลผลของ CPU load โดยการเชื่อมต่อครั้งละ 50 100 150 200, 250 และ 300 ตามลำดับ โดยเครื่องที่ใช้ทดสอบมีความเร็วของ CPU 2.7 GHz และหน่วยความจำ 4 Gbyte



รูปที่ 7 การทดสอบประสิทธิภาพ CPU load ของ VPN gateway จำนวน 1 เครื่อง

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าเมื่อมีจำนวน Client Connection เข้ามาเพิ่มขึ้น การประมวลผลของ CPU จะสูงขึ้นตามลำดับเนื่องจากต้องมีการถอดรหัสจาก Tunnel ที่เชื่อมต่อเข้ามา หากมีผู้ใช้งานจำนวนมาก การมีเครื่อง VPN gateway เพียงเครื่องเดียวจะไม่สามารถรองรับความต้องการใช้งานได้ จะเห็นได้ว่าการขยายจำนวน VPN gateway เพื่อให้รองรับผู้ใช้จำนวนมากจึงมีความจำเป็น ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการขยายจำนวน VPN gateway เพื่อให้รองรับการเชื่อมต่อได้ คือ การสร้าง DNS ในรูปแบบของ Round robin โดยใช้ชื่อ DNS เดียวสำหรับเข้าถึง VPN gateway ทุกเครื่อง แต่มีการแจกหมายเลข IP สลับกัน โดยผลการทดลองดังรูปที่ 8

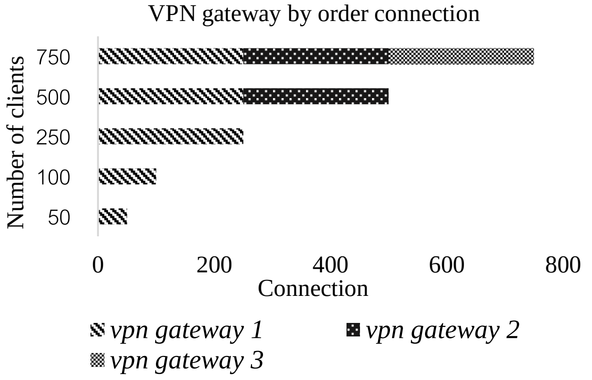


รูปที่ 8 การเชื่อมต่อแบบ DNS โดยใช้หลักการ Round robin

วิธีการของ DNS Round robin พบว่าการเชื่อมต่อมีการกระจายขึ้นอยู่กับการแจกหมายเลข IP ในขณะนั้น จากการทดสอบพบว่า VPN gateway เครื่องที่ 1 มีการรับภาระการประมวลผลจากการเชื่อมต่อมากที่สุด

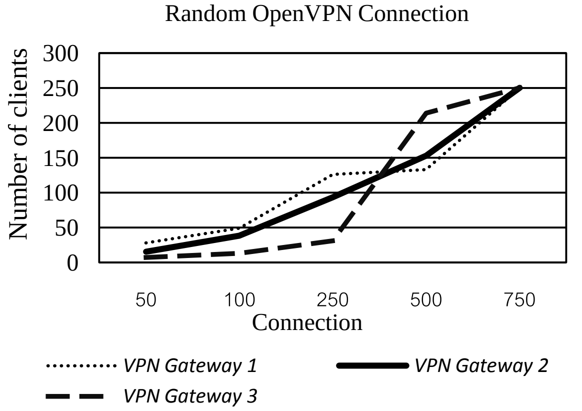
4.2 การทดสอบในรูปแบบของเรียงลำดับ และแบบสุ่ม

กำหนด OpenVPN configuration file ให้รองรับจำนวนการเชื่อมต่อเครื่องละ 250 และทดลองการเชื่อมต่อทั้ง 2 แบบ โดยใช้วิธีการเชื่อมต่อแบบเรียงลำดับก่อน หลังจากนั้นจึงใช้การเชื่อมต่อแบบสุ่ม โดยจำลอง Client เข้ามาเชื่อมต่อจำนวน 750 Request ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การเชื่อมต่อของ Client ในรูปแบบเรียงลำดับ

จากรูปที่ 9 จะเห็นว่าเมื่อมีการกำหนดคุณสมบัติให้มีการเชื่อมต่อแบบเรียงลำดับ เมื่อ VPN gateway รองรับจำนวน Connection เข้ามาตามจำนวนที่กำหนดไว้ จึงจะขยายการเชื่อมต่อไปที่ VPN gateway ตัวที่ 2 และ 3 ต่อเนื่องตามลำดับ การทดสอบลำดับถัดมาคือ การเปลี่ยนรูปแบบของการเชื่อมต่อเป็นแบบสุ่มโดยใช้วิธีการให้ Client เชื่อมต่อในลักษณะเดียวกับการเรียงลำดับ



รูปที่ 10 ผลลัพธ์ของการเชื่อมต่อแบบสุ่ม

จากรูปที่ 10 จะเห็นว่าการเชื่อมต่อแบบสุ่มจะวัดประสิทธิภาพการให้บริการของ VPN gateway ก่อนทุกครั้งเพื่อกระจายการเชื่อมต่อ

6. สรุปผลการทดลอง

ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ OpenVPN เพื่อมารองรับการใช้งานบนเครือข่ายที่ต้องการเข้าถึงศูนย์ข้อมูลกลาง หรือ Data center โดยแสดงให้เห็นถึงการขยายจำนวน VPN gateway ให้รองรับได้มากขึ้น และได้แสดงถึงวิธีการในการเชื่อมต่อในรูปแบบของการเรียงลำดับ และรูปแบบของการสุ่ม โดยในแบบเรียงลำดับจะเชื่อมต่อไปที่ VPN gateway ลำดับแรกก่อน หลังจากนั้นจึงเลือกลำดับถัดไปในการเชื่อมต่อ ส่วนการกำหนดการเชื่อมต่อในแบบสุ่ม จะมีการสุ่มเพื่อเชื่อมต่อโดยมีการทำงานในลักษณะของ Load balancing ซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นว่าวิธีการเชื่อมต่อแบบสุ่มจะช่วยในการกระจายการเชื่อมต่อไปยัง VPN gateway ที่มีอยู่หลายตัวได้ดี ทั้งนี้ในการใช้งานเครือข่ายเสมือนสามารถนำหลักการดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อให้รองรับกับเครือข่ายที่ต้องการใช้งานได้บนเครือข่ายที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] J. Yonan, “OpenVPN HOWTO,” http://openvpn.net/index.php/opensource/documentation/howto.html.

[2] Junhua Qu,” Performance Evaluation and Analysis of OpenVPN on Android,” Fourth International Conference on Computational and Information Sciences, 2012.

[3] Irfaan Coonjah, Pierre Clarel Catherine and K. M. S. Soyjaudah,” Performance Evaluation and Analysis of Layer 3 Tunneling between OpenSSH and OpenVPN in a Wide Area Network Environment,” Faculty of Engineering University of Mauritius, 2016.

[4] Rathod Mahesh Pandurang and Deepak C. Karia “Performance measurement of WEP and WPA2 on WLAN using OpenVPN,” Nascent Technologies in the Engineering Field (ICNTE), 2015.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ควบคุมกลางแจ้ง

Temperature control system for the outdoor wall mounting cabinet

อภิรักษ์ ตาดทิพย์ ภัทรพงษ์ ชมเดช ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-964373

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการจัดทำระบบทำความเย็นที่เหมาะสมสำหรับการทำความเย็นในตู้ควบคุมกลางแจ้ง จึงได้ทำการออกแบบระบบทำความเย็นภายในตู้ควบคุมขนาดเล็กโดยใช้แผ่นเพลเทียร์ในการทำความเย็นภายในตู้ควบคุม และบุผนังตู้ควบคุมด้วยแผ่นยางกักเก็บความเย็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นภายในตู้ควบคุมและกักเก็บความเย็นได้นานขึ้นผลการทดลอง เมื่อนำตู้ควบคุมพร้อมระบบทำความเย็นไปตั้งในพื้นที่โล่งแจ้งติดต่อกัน 3 วัน พบว่าระบบทำความเย็นสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมได้อยู่ในระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าตู้ควบคุมที่ไม่ได้ติดตั้งระบบทำความเย็น โดยจะทำงานในเวลาประมาณ 11:00 น. ถึง 16:00 น. เนื่องจากช่วงกลางคืนถึงช่วงเช้า อุณหภูมิไม่ถึงค่าที่ตั้งเอาไว้ทำให้ระบบทำความเย็นไม่ทำงาน แต่ถ้าหากอุณหภูมิภายนอกสูงมากความสามารถในการทำความเย็นจะลดลง เนื่องจากมีสมรรถนะการทำความเย็นประมาณ 1-5 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: ระบบทำความเย็น, แผ่นเพลเทียร์, ตู้ควบคุม

Abstract

This paper is an implementation of cooling system for the outdoor wall mounting cabinet. The cooling system uses peltier with the thermal insulation to maintain the cool temperature inside the cabinet. The cooling system is examined based on the experimental test for 3 days by placing the cabinet on outdoor space. It is found that the cooling system can control the temperature inside the wall mounting cabinet at a lower temperature comparing to the cabinet that does not have a cooling system. The cooling system will operate between 11:00 a.m. to 4:00 p.m., due to the fact that the temperatures in the night time and early morning are still below the setting value. However, if the outside temperature is very high, the cooling performance decreases which it can provide a cooling capacity of approximately 1-5 ˚C

Keywords: cooling system, peltier , control cabinet

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายนอกอาคารมากขึ้นอาทิ เช่น รีเลย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องมือวัด เป็นต้น โดยปัญหาหลัก ๆ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นก็คืออุณหภูมิที่สูงมากเกินไปจนอาจจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นเกิดชำรุดทำงานขัดข้อง หรือไปจนถึงอุปกรณ์นั้นเสียหายทำให้ใช้การไม่ได้ในที่สุด ซึ่งประเทศไทยเป็นเมืองร้อน และมีอากาศร้อนตลอดทั้งปีจึงเป็นปัญหาในเรื่องของอุณหภูมิภายนอกที่สูงมาก จนส่งผลให้อุปกรณ์เกิดชำรุดและเสียหายได้เช่นกัน ดังนั้นการลดความร้อนภายในตัวตู้ควบคุมที่บรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการดูแลรักษาและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากปัญหาความร้อน

จึงได้ทำการออกแบบระบบควบคุมที่ใช้ในการระบายความร้อนโดยเริ่มศึกษาจากงานวิจัยที่คล้ายกันซึ่งทำตู้ทำความเย็นและความร้อนขนาดเล็กจากแผ่นเทอโมอิเล็กตริก [1] โดยใช้การทำความเย็นจากแผ่นเพลเทียร์ และได้ดัดแปลงตู้ควบคุมโดยการบุผนังตู้ควบคุมโดยใช้แผ่นยางกักเก็บความเย็น (Ethylene propylene diene rubber) [2] เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บความเย็นภายในตู้ควบคุมและทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนจากภายนอก และยังมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้เป็นฉนวนในระบบท่อน้ำร้อนและท่อน้ำเย็นในอาคาร [3] เนื่องจากสามารถทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -57 ถึง 125 องศาเซลเซียส

2. ออกแบบระบบทำความเย็น

2.1 การออกแบบโครงสร้างภายในตู้ควบคุม

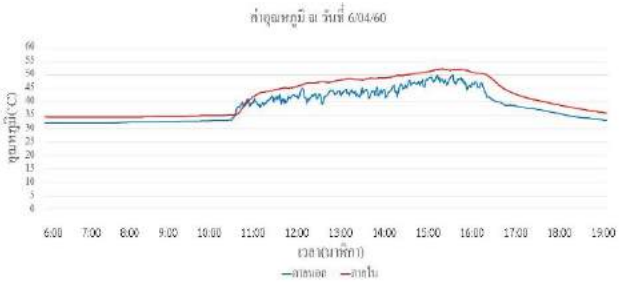
ได้ทำการออกแบบระบบทำความเย็นโดยติดตั้งแผ่นเพลเทียร์ที่ตำแหน่งด้านข้างตู้ควบคุมบริเวณด้านล่าง เนื่องจากที่ภายในตู้บริเวณด้านล่างมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับด้านบนและการติดตั้งอุปกรณ์ที่จะใช้งานนั้นต้องการติดตั้งบริเวณล่างตู้ การติดตั้งแผ่นเพลเทียร์บริเวณข้างตู้ควบคุมนั้นเป็นตำแหน่งที่เหมาะสม

ทำการติดตั้งแผ่นเพลเทียร์และบุผนังตู้ควบคุมด้วยแผ่นยางกักเก็บความเย็น (Ethylene propylene diene rubber) เพื่อเป็นฉนวนอุณหภูมิลดการถ่ายเทอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกตู้ควบคุม ซึ่งจะทำให้

ช่วยกักเก็บความเย็นได้นานขึ้นเนื่องจากแผ่นยางกักเก็บความเย็นมีค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 1

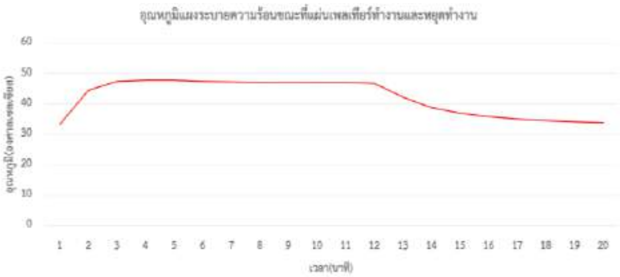
รูปที่ 1 ตู้ควบคุมที่บุผนังตู้ด้วยแผ่นยางกักเก็บความเย็น

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกตู้ควบคุมประมาณ 3 องศาเซลเซียส ที่ช่วงเวลาประมาณ 14.30 – 16.30 น. อุณหภูมิภายนอกตู้ควบคุมสูงสุดที่ 50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมสูงถึง 53 องศาเซลเซียส จะได้กราฟของอุณหภูมิดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ

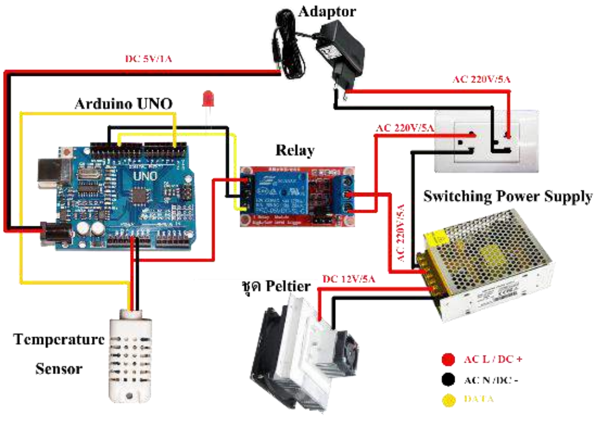
ทำการออกแบบระบบการทำงานของตู้ควบคุมโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ในการควบคุมการทำงานของแผ่นเพลเทียร์ ซึ่งได้เลือกค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้ระบบควบคุมทำงานที่ 41 องศาเซลเซียสและกำหนดเวลาทำงานของแผ่นเพลเทียร์มากที่สุดที่ 10 นาทีและทำการพักเป็นเวลา 10 นาทีเพื่อยืดอายุการใช้งานของระบบควบคุมอุณหภูมิเนื่องจากอีกด้านของแผ่นเพลเทียร์มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการระบายความร้อนออกหลังจากหยุดทำงาน โดยมีอุณหภูมิที่เกิดจากการทำงานและหลังจากการหยุดทำงานดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อุณหภูมิแผงระบายความร้อนขณะที่ทำงานและหยุดทำงาน

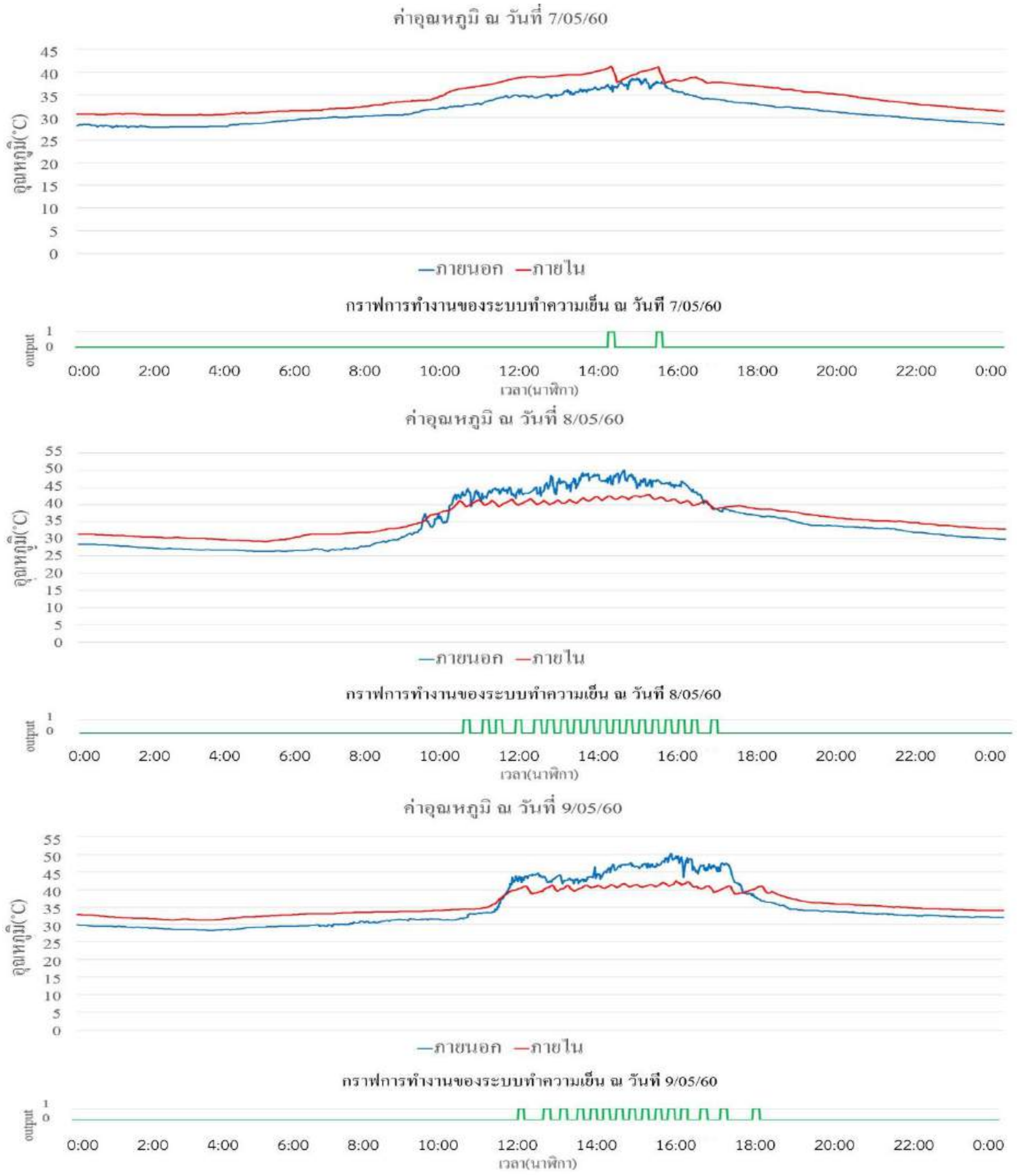
จากรูปจะเห็นว่าอุณหภูมิของแผงระบายความร้อนในระหว่างที่แผ่นเพลเทียร์ทำงานจะเพิ่มขึ้นจาก 33 องศาเซลเซียสจนสูงถึง 48 องศาเซลเซียสและหลังจากหยุดทำงานใช้เวลาประมาณ 10 นาทีเพื่อที่อุณหภูมิจะกลับมาที่ 33 องศาเซลเซียสอีกครั้ง

ทำการออกแบบวงจรการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิทำงานโดยมีตัววัดอุณหภูมิวัดค่าอุณหภูมิบริเวณด้านบนภายในตู้ควบคุม เมื่อพบว่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมมากกว่า 41 องศาเซลเซียส ชุดเพลเทียร์ก็จะเริ่มทำงานและจะตรวจค่า ทุก ๆ 1 นาที ถ้าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมลดลงต่ำกว่า 38 องศาเซลเซียส ชุดเพลเทียร์ก็จะหยุดทำงานเป็นเวลา 10 นาที ก่อนเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าอุณหภูมิภายในไม่สามารถลดลงได้ต่ำกว่า 38 องศาเซลเซียส ชุดเพลเทียร์จะทำงานเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นจะหยุดทำงานเป็นเวลา 10 นาทีก่อนเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง โดยมีวงจรควบคุมการทำงานของแผ่นเพลเทียร์ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรควบคุมการทำงานของแผ่นเพลเทียร์

ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยนำตู้ควบคุมที่ติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิไปตั้งไว้ในที่โล่งแจ้งต่อเนื่อง 3 วัน พร้อมทั้งเก็บข้อมูล จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ค่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิทั้ง 3 วัน

จากกราฟที่ได้จะพบว่าอุณหภูมิภายนอกสูงสุดที่ 51 องศาเซลเซียสอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมสูงสุดที่ 43 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดภายในตู้ควบคุมและภายนอกตู้ควบคุมต่างกัน 8 องศาเซลเซียส จากระบบควบคุมที่ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ที่ 41 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมินั้นสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้

โดยเมื่อเทียบกับตู้ควบคุมที่ไม่ติดตั้งระบบทำความเย็นที่อุณหภูมิภายในตู้ควบคุมสูงสุดอยู่ที่ 53 องศาเซลเซียส ซึ่งห่างจากตู้ควบคุมที่ติดตั้งระบบทำความเย็น 10 องศาเซลเซียส

จากกราฟการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิทั้ง 3 วัน จะเห็นได้ว่าวันแรกมีการทำงานทั้งหมด 2 ครั้ง วันที่ 2 มีการทำงานทั้งหมด 18 ครั้ง และวันที่ 3 มีการทำงานทั้งหมด 15 ครั้ง รวมทั้งหมด 3 วัน ระบบควบคุมอุณหภูมิทำงานทั้งหมด 35 ครั้ง โดยทำงานครั้งละ 10 นาที คิดเป็นเวลาทั้งหมด 350 นาที หรือ ประมาณ 5.8 ชั่วโมง ซึ่งระบบทำความเย็นใช้ไฟ 60 วัตต์ และกำลังสูญเสียประมาณ 5 % รวมเป็น 63 วัตต์ และบอร์ด Arduino UNO R3 กินไฟ 24 วัตต์ เมื่อนำมาคิดที่ค่าไฟ unit ละ 3 บาทจะได้ค่าไฟทั้งหมดที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของตู้ควบคุมดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการใช้ไฟจากการทำงานระบบทำความเย็น

วันที่	จำนวนครั้งที่ทำงาน	เวลาทั้งหมดที่ใช้ (นาที)	อัตราการใช้ไฟ (หน่วย)	ค่าไฟ (บาท)
7/05/60	2	20	0.597	1.791
8/05/60	18	180	0.765	2.295
9/05/60	15	150	0.7335	2.2005
รวม	**35**	**350**	**2.0955**	**6.2865**

จากตารางจะเห็นได้ว่ามีอัตราการใช้ไฟที่ต่ำแต่ว่ามีค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบควบคุมอุณหภูมิรวมทั้งสิ้น 1935 บาทซึ่งในความคุ้มค่ายังถือว่ามีราคาค่อนข้างสูงสำหรับความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิได้เฉพาะตู้ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งในการพัฒนาต่อไปอาจจะมีการเลือกอุปกรณ์ที่มีราคาถูกกว่านี้ในการจัดทำระบบควบคุมอุณหภูมิ

3. สรุป

จากการนำตู้ควบคุมที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิไปทดลองใช้งานจริง โดยนำตู้ควบคุมไปตั้งในพื้นที่โล่งแจ้ง พบว่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมถูกควบคุมให้อยู่ในระดับต้องการควบคุมได้ ซึ่งสามารถรักษาระดับอุณหภูมิได้ต่ำกว่าอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมที่ไม่ได้มีการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำ

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การช่วยเหลือในด้านสถานที่และเครื่องมือในการเก็บข้อมูลพร้อมทั้งให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] นิตยา อายุยืน, การออกแบบตู้ทำความเย็นและความร้อนขนาดเล็กโดยใช้เทอโมอิเล็กตริกโมดูล, วิทยานิพนธ์ : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549.

[2] EPG Groups. (12 ตุลาคม 2553). มาทำความรู้จักยาง EPDM. จาก http://epggroups.blogspot.com/2010/10/epdm.html.

[3] Microglass. (10 มกราคม 2560). แผ่นยางกักเก็บอุณหภูมิ. จาก http://www.microglassinsulation.com/product-home-cool-insulation-aeroflex-sheet.html

ตู้ฟักไข่อัตโนมัติ

AUTOMATIC INCUBATORS

สุวิพล มหศักดิสกุล[1*] และปิยะพร มูลทองชุน[2]
[1,2]สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 081-5691355 E-mail: suwipon.m@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอนวัตกรรมการสร้างตู้ฟักไข่อัตโนมัติ โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ไก่ และตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการฟักไข่ไก่เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพมากกว่าตู้ฟักที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปใช้งานง่าย และมีความสะดวกสบายมากกว่าด้วยระบบอัตโนมัติ ซึ่งตู้ฟักไข่อัตโนมัติถูกออกแบบและสร้างขึ้น ได้ตู้ฟักไข่ขนาด 45x45x45 เซนติเมตร หุ้มด้วยฉนวน(โฟม) ใช้ฟักไข่ได้สูงสุดครั้งละ 56 ฟอง โดยใช้หลอดไฟฟ้าแบบไส้ 2 แบบและชุดพ่นหมอก มีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมทุกระบบที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานของตู้ฟัก โดยตู้ฟักไข่อัตโนมัติสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศได้อัตโนมัติ มีระบบแจ้งเตือนเมื่อพบการทำงานที่ผิดพลาด มีกล้องไอพีคาเมร่าและมีแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการตั้งค่า ดูสถานะการทำงานของระบบ ซึ่งช่วยให้แก้ข้อผิดพลาดของระบบได้ทันที ผลการวิจัยพบว่าในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของตู้ฟักไข่อัตโนมัติโดยการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เมื่อถึงกำหนดของการฟักไข่พบว่ามีอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย 91.2 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ตู้ฟักไข่, ไมโครคอนโทรลเลอร์, แอปพลิเคชัน

Abstract

This research presents the innovation of automatic incubator. The study was conducted to find information related to incubation. The study was conducted to find information related to incubator. And the variables that affect incubator to be more efficient than incubators that are sold in the market, easy to use. And more convenient with automatic. The incubator size is 45x45x45 cm and foam insulator, with a maximum of 56 eggs per incubate using two incandescent bulbs and a fogging kit. There are microcontrollers controlling every system that is involved in the operation of the hatcher. Automatic incubator can control temperature, humidity, ventilation. Has an alert system when the wrong function. Have an IP Camera and have a smartphone application. To simplify the setup. View the status of the system for solve that error immediately. The results showed that in the performance test of the incubator by controlling with microcontroller. At the time of incubation, the incubating rate was 91.2 percent.

Keywords: Incubator, Microcontroller, Application

1. บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจหันมาเลี้ยงไก่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงเพื่อประกอบเป็นอาหารหรือการเลี้ยงเพื่อเป็นอาชีพในครัวเรือน เช่น ไก่เนื้อ ไก่ไข่ ไก่สวยงาม และไก่ชนเป็นต้น แต่เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการฟักไข่หรือการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติคือ ให้แม่ไก่ฟักเองซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลผลิตจำนวนน้อยต่อการฟักหนึ่งครั้ง และมีอัตราการเกิดของลูกไก่ต่ำอีกทั้งยังมีความเสี่ยงในกรณีที่แม่ไก่ไม่ยอมฟักไข่ และสภาพดินฟ้าอากาศทำให้เกษตรกรบางส่วนเริ่มมีการสรรหาวิธีการฟักไข่เพื่อให้ได้ผลผลิตจากการฟักต่อครั้งในจำนวนที่สูงขึ้น และมีอัตราการเกิดของลูกไก่เพิ่มมากขึ้น

การใช้ตู้ฟักไข่ไก่ เป็นวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงไก่จำนวนมาก ซึ่งตู้ฟักไข่มีมากมายหลายรูปแบบหลายราคาด้วยกัน อย่างไรก็ตามการใช้ตู้ฟักไข่ก็เป็นเพียงแค่ทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตจากการฟักต่อครั้งได้ แต่อัตราการฟักของลูกไก่นั้นก็ยังไม่ได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น อายุของพ่อแม่พันธุ์ อุณหภูมิ และความชื้นภายในตู้ฟักเป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการฟักไข่การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศภายในตู้ฟัก เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ต้องมีการควบคุมให้มีค่าที่เหมาะสมต่อการฟักไข่ ซึ่งการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในตู้ฟักไข่โดยอัตโนมัติ จะทำให้ได้อัตราการฟักเป็นตัวที่มากขึ้น

งานวิจัยนี้ขอนำเสนอนวัตกรรมเพื่อการควบคุมค่าอุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนของตู้ฟักไข่อัตโนมัติ เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการฟักไข่เป็นตัว มีความสะดวกในการใช้งานและดูสถานะการทำงาน หัวข้อที่ 2 จะอธิบายหลักการทำงานของตู้ฟักไข่อัตโนมัติ

อธิบายการทดลองและผลของการฟักไข่เป็นตัวในหัวข้อที่ 3 และสรุปผลการวิจัยในหัวข้อที่ 4

2. หลักการทำงาน

ตู้ฟักไข่อัตโนมัติแยกออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนของตู้ฟักไข่ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของแอปพลิเคชัน

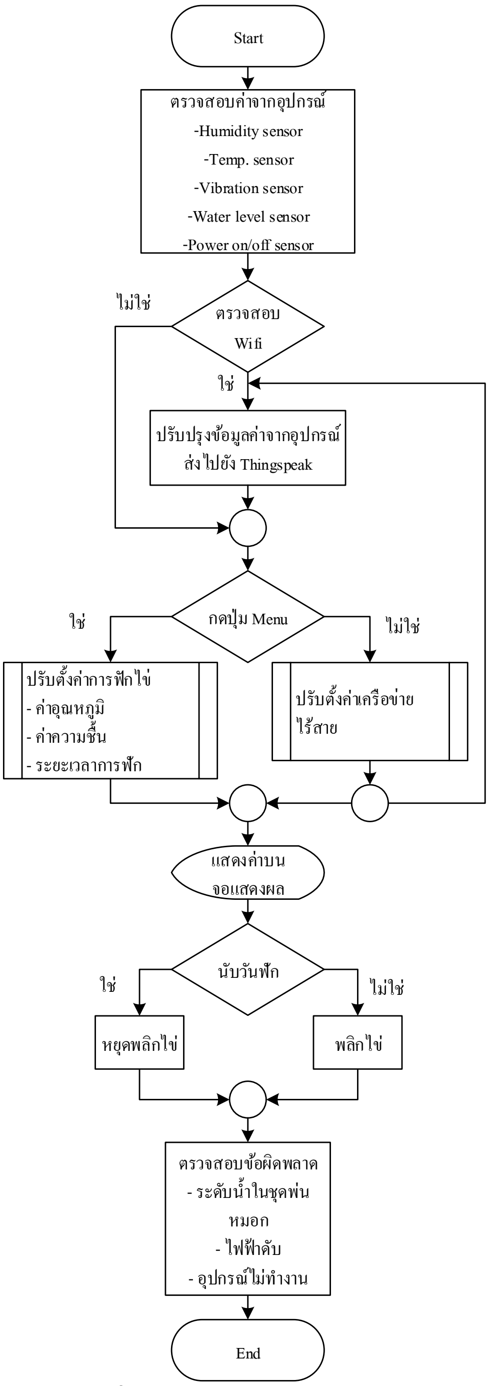
2.1 ส่วนของตู้ฟักไข่ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำงานสำหรับการฟักไข่ ได้แก่ รางไข่และมอเตอร์สำหรับการพลิกไข่ หลอดไฟแบบไส้จำนวน 2 หลอด เพื่อกำเนิดความร้อน พัดลมระบายอากาศเพื่อระบายปรับสมดุลอุหณภูมิและความชื้น กล้องไอพีคาเมร่าสำหรับดูความเคลื่อนไหวภายในตู้ฟัก ตัวตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นเพื่อตรวจจับและส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นไปยังกล่องไมโครคอนโทรลเลอร์ และชุดพ่นหมอกที่ติดตั้งภายนอกตู้เพื่อเพิ่มความชื้นภายในตู้ฟักไข่

รูปที่ 1 อุปกรณ์ประกอบภายในตู้ฟักไข่

รูปที่ 2 ชุดพ่นหมอกของตู้ฟักไข่

2.2 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



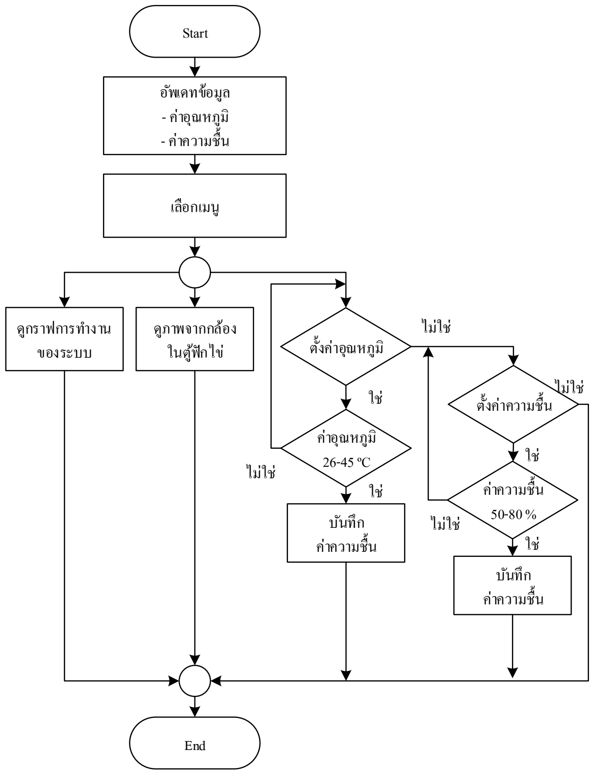
รูปที่ 4 ผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 4 เริ่มจากการตรวจสอบค่าปัจจุบันจากอุปกรณ์ตัวตรวจรู้ต่างๆ และส่วนเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย เพื่อปรับปรุงข้อมูลค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นส่งข้อมูลไปยัง Thingspeak จากนั้นเข้าสู่การตั้งค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น เวลาการฟัก สำหรับการฟักไข่ที่ต้องการผ่านจอแสดงผล เมื่อกำหนดค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็เข้าสู่โหมดการฟักไข่ การพลิกไข่ นับวันถอยหลัง พร้อมการตรวจสอบข้อผิดพลาดอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้น เช่น ระดับน้ำในชุดพ่น

หมอกต่ำกว่าปกติ ไฟฟ้าดับ หรืออุปกรณ์ไม่ทำงาน จนเสร็จสิ้นกระบวนการฟักไข่ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน

2.3 ส่วนของแอปพลิเคชัน

การทำงานของแอปพลิเคชันเริ่มจากการอัพเดทข้อมูลจาก Thingspeak เพื่อแสดงสถานะปัจจุบันของตู้ฟัก และเข้าสู่หน้าจอการตั้งค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น สำหรับการฟักไข่แล้วบันทึกส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานตามค่าที่กำหนด หรือเข้าสู่ดูกราฟการทำงานของระบบ หรือดูภาพเคลื่อนไหวภายในตู้ฟัก

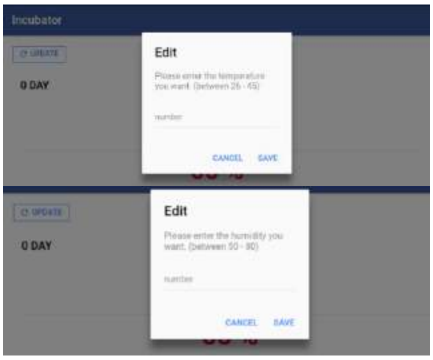


รูปที่ 5 ผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

รูปที่ 6 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

3. การทดลองและผล

การทดลองการฟักไข่ เริ่มด้วยด้วยการตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนโดยค่าอุณหภูมิสามารถตั้งได้ระหว่าง 26-45 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มหรือลดได้ทีละ 0.5 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสามารถตั้งค่าได้ระหว่าง 50-80 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 9 การตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นบนแอปพลิเคชัน

รูปที่ 10 ไข่ไก่ที่นำมาวางในรางฟักไข่

รูปที่ 11 หน้าจอแสดงสถานะที่ตู้ฟักไข่

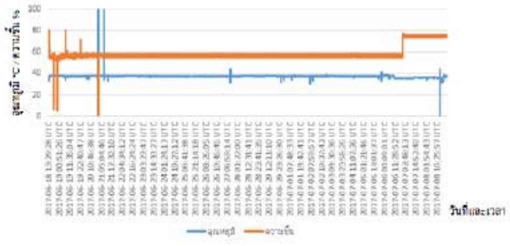
เมื่อกำหนดค่าที่เหมาะสมและสั่งให้ตู้ฟักไข่ทำงานแล้ว ตู้ฟักไข่ก็จะทำการพลิกไข่ทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่วันแรกจนไปถึงวันที่ 18 แล้วให้นำไข่ออกจากรางไข่มาวางบนถาดเกิดเพื่อลดอุณหภูมิลง ผ่านไปอีก 3 วัน ครบอายุไข่ 21 วัน ลูกไก่จะเริ่มทยอยเจาะไข่ออกมาดังตารางผลการทดลอง

รูปที่ 12 ลูกไก่ที่ฟักและเจาะออกมาจากไข่

ตารางที่ 1 ผลการฟักไข่

การทดลอง	จำนวนไข่ที่ฟัก	จำนวนไข่ที่ฟักออก	อัตราการฟักเป็นตัว (เปอร์เซ็นต์)
1	16	15	93
2	20	18	90
3	17	15	93
4	25	22	86
5	18	16	88
6	10	9	90
7	20	18	90
8	20	19	95
9	18	17	94
10	15	14	93

รูปที่ 7 กราฟผลการฟักตัว



รูปที่ 8 กราฟข้อมูลค่าอุณหภูมิ และความชื้นระยะเวลา 21 วัน

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมตู้ฟักไข่อัตโนมัติ เพื่อเพิ่มอัตราการฟักเป็นตัว โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและการระบายอากาศ ซึ่งจากการทดสอบการทำงานของตู้ฟักไข่อัตโนมัติสามารถให้ความร้อน และความชื้นได้ใกล้เคียงธรรมชาติมากกว่าตู้ฟักไข่ในท้องตลาดเนื่องจากการใช้หลอดไฟฟ้าแบบไส้ 40 วัตต์ในการทำงานช่วงเริ่มต้นจะทำให้อุณหภูมิเข้าสู่จุดเหมาะสมได้อย่างรวดเร็วจากนั้นจึงสลับไปใช้หลอดไฟฟ้าแบบไส้ 25 วัตต์แทนเพื่อให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงน้อยอันเป็นปัจจัยสำคัญในการฟักเป็นตัว นอกจากนั้นการควบคุมความชื้นจะใช้ชุดพ่นหมอกซึ่งสามารถสร้างความชื้นให้กระจายตัวได้ทั่วถึงทั้งตู้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ถาดน้ำในตู้ฟักทั่วไป จากปัจจัยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ดีกว่าตู้ฟักไข่ในท้องตลาดสะท้อนให้เห็นได้จากอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ยอยู่ที่ 91.2 เปอร์เซ็นต์ และการนำแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนมาใช้ในการตั้งค่า ดูกราฟสถานะการทำงานของระบบ และดูวิดีโอการฟักไข่ได้จากกล้องภายในตู้จะทำให้เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน รวมถึงระบบแจ้งเตือนแบบทันทีเมื่อตรวจพบข้อผิดพลาด เช่น ไฟฟ้าดับ อุณหภูมิหรือความชื้นมีค่าผิดปกติ จะทำให้การฟักไข่อัตโนมัติมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพราะเราสามารถแก้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงทีอันเป็นการลดการสูญเสียต้นทุนได้อีกทางหนึ่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา สำหรับสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] รู้จักกับ NODE MCU ESP8266 [online] Available: http://wisdomgoody.blogspot.com/2015/06/node-mcu-esp8266.html

[2] บริษัทแสงชัยมิเตอร์. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ / ความชื้น [online] Available: https://goo.gl/xZuoKL

[3] กิตติพันธ์ สมศักดิ์ดีกา. (19 ตุลาคม 2560). การพัฒนา Mobile Application ด้วย ionic framework [online] Available: http://ionicframework-docs.blogspot.com

[4] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (1 กุมภาพันธ์ 2561). การถ่ายเทความร้อน [online] Available: https://th.wikipedia.org/wiki/การถ่ายเทความร้อน

[5] สมบุญ กาละพงศ์. 2545. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฟักไข่ด้วยตู้ฟัก, วารสารศูนย์วิจัย และพัฒนาอาชีวศึกษา 5 เกษตร และเทคโนโลยี . ปีที่ 3 ฉบับที่ 13.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุและระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์

Emergency Notification and System for Motorcycle

กฤต ศรีจักโคตร[1] อภิวัฒน์ แสงทนงค์[1] อันดามัน ยงเมธาวุฒิ[1] นภัทร สระเอี่ยม[1] และ พิพัฒน์ พรหมมี[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8324 E-mail: pipat.pr@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ การออกแบบ และ สร้างระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ โดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ร่วมกับเซ็นเซอร์ 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นอุปกรณ์ชุด GPS Module ทำหน้าที่ระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ ส่วนที่สองเป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวัดความเร่งเชิงเส้นหรือใช้ในการวัดความเร็วเชิงมุม (Accelerometer/Gyro Meter) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบการล้มของรถจักรยานยนต์ เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น และ ส่วนสุดท้าย อุปกรณ์ 3G Module ทำหน้าที่ส่งพิกัดของจุดที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นผ่านระบบโครงข่าย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของระบบเซิร์ฟเวอร์ จะแจ้งสถานะอุบัติเหตุ เช่น ระบุสถานที่เกิดเหตุ เวลาที่เกิดเหตุ เป็นต้น และจะส่งข้อมูลแสดงผลไปยังอุปกรณ์ฝั่งด้านรับที่ติดตั้งบนรถพยาบาลให้ไปทำการช่วยผู้ประสบอุบัติเหตุและดำเนินการแจ้งให้ครอบครัวของผู้ประสบอุบัติเหตุต่อไป

คำสำคัญ: อุบัติเหตุ ติดตาม ช่วยเหลือ แอปพลิเคชัน

Abstract

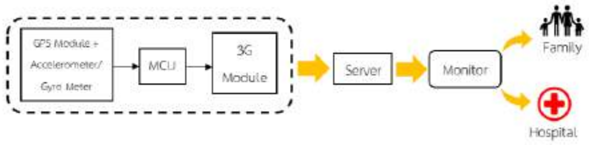
This research project invents an emergency notification system for the accidental motorcycle using the microcontroller and peripheral 3 parts of devices/sensors. GPS Module is used to identify the location of the motorcycle. Accelerometer/Gyro Meter is used to detect the incidentally crash of motorcycle. The 3G Module will send the location of the accident to the server after the accident was detected. Then, the server administrator will contact the ambulance to assist the casualty at the accident location and notify the family of accidental person based on the current database.

Keywords: accident, follow-up, assistant, application

1. บทนำ

ปัจจุบันอุบัติเหตุที่เกิดจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ มีแนวโน้ม และ มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการเสียชีวิตค่อนข้างสูง เนื่องจากการไม่สวมหมวกกันน็อค หรือ ถึงแม้มีการป้องกันโดยการสวมหมวกกันน็อคแล้วก็ตาม ไม่สามารถรับรองได้ว่าจะปลอดภัย ทางผู้จัดทำจึงได้สร้างอุปกรณ์ที่สามารถแจ้งให้โรงพยาบาลทราบได้ ในเวลาเกิดอุบัติเหตุทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการเรียกรถพยาบาลได้ และ ยังสามารถทราบถึงตำแหน่งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นโดยใช้ GPS ในการระบุตำแหน่งรวมทั้งสามารถส่งข้อความและตำแหน่งไปบอกญาติ หรือ คนใกล้ชิดของผู้ใช้งานได้อีกด้วย โดยมีความคาดหวัง เพื่อสามารถลดอัตราการเสียชีวิตจากรถจักรยานยนต์ลงเนื่องจากการที่ศีรษะกระแทกพื้น หมดสติ ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองออกมาจากสถานที่นั้น รวมไปถึงไม่สามารถเรียกรถพยาบาลหรือสื่อสารบอกสถานที่ที่ตนเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

2. การออกแบบ



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์

บล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์แสดงดังรูปที่ 1 ในส่วนแรก (กรอบเส้นปะ) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนรถจักรยานยนต์ ประกอบไปด้วย GPS Module ที่ใช้ในการรับพิกัดตำแหน่ง และ ความเร็วของรถจักรยานยนต์ Accelerometer /Gyro Meter ที่ใช้ในการจับความเร่ง และความเอียงของรถจักรยานยนต์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) จะนำข้อมูลมาประมวลผล และส่งไปยังฐานข้อมูล (Database) โดยผ่านโมดูลสามจี (3G Module) และแสดงผลที่หน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ผู้จัดทำได้ออกแบบและพัฒนาไว้แล้ว

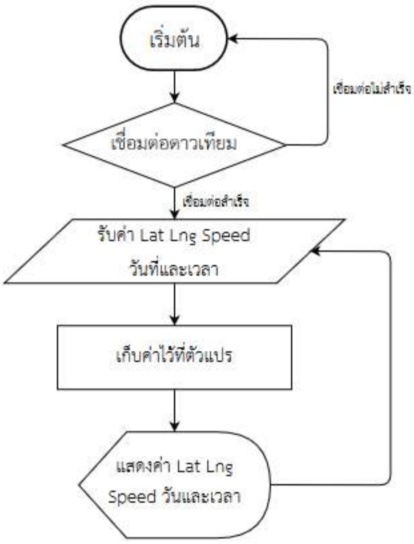
2.1 การออกแบบอุปกรณ์ติดตามรถจักรยานยนต์

การออกแบบระบบติดตามรถจักรยานยนต์นั้น ระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกติดตั้งบนรถมอเตอร์ไซค์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ 4 ตัว ดังนี้ 1) อุปกรณ์ GPS Module [1] 2) อุปกรณ์ Accelerometer/Gyro Meter [2] 3) ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano [3] และ 4) ชุดอุปกรณ์ 3G Module [4] และ ส่วนที่สองคือส่วนของเซิร์ฟเวอร์ติดตั้งที่สำนักงาน โดยทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งอุปกรณ์ติดตามรถจักรยานยนต์ ด้วยภาษา C ผ่านบอร์ด Arduino ติดต่อกับฐานข้อมูล SQL ผ่าน 3G Module

2.2 การออกแบบด้าน Software

2.2.1 การรับค่าพิกัดปัจจุบัน

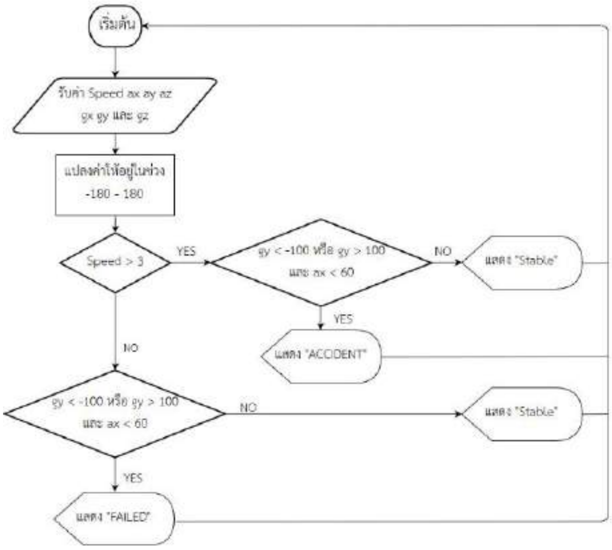
การรับค่าพิกัด และความเร็วของรถจักรยานยนต์ จะใช้อุปกรณ์ในการทำงานร่วมกัน 2 ส่วน คือ GPS Module และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งออกแบบให้สามารถรับค่าละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว วันที่และเวลา โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของการรับค่าพิกัดปัจจุบัน

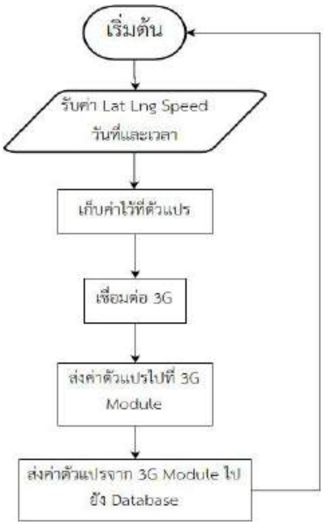
2.2.2 การรับค่าความเอียง และแรงหน่วง

การรับความเอียง และแรงหน่วงของรถจักรยานยนต์ จะใช้อุปกรณ์ในการทำงานร่วมกัน 3 ส่วน คือ Accelerometer/Gyro Meter GPS Module และไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งออกแบบให้สามารถรับค่าความเอียงตามแนวแกน x y z และค่าแรงหน่วง โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของการรับค่าความเอียง และความหน่วง

2.2.3 การทำงานการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล



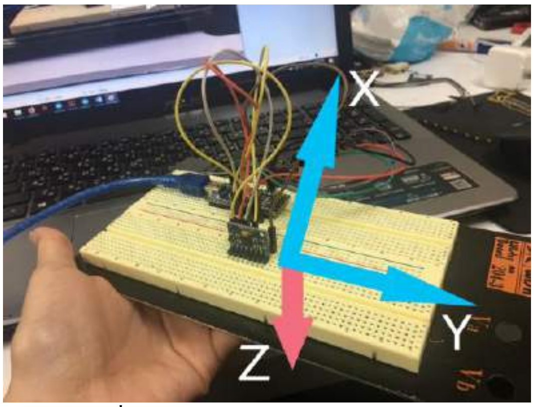
รูปที่ 4 แผนผังการทำงานการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4 แสดงการทำงานการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล โดยเริ่มจากรับค่าละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว วันที่และเวลานำมาเก็บไว้ในตัวแปรที่สร้างขึ้น จากนั้นเชื่อมต่อ 3G โดยใช้ 3G Module และส่งตัวแปรที่ถูกส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะรับค่าละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว วันที่และเวลา ส่งมายังฐานข้อมูลและวนไปเรื่อย ๆ

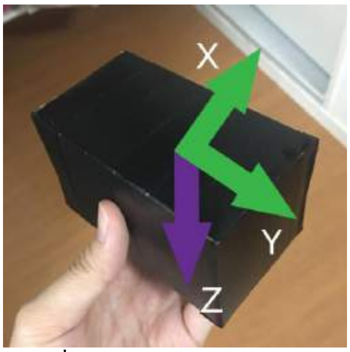
3. ผลการทดลอง

3.1 ทดสอบเงื่อนไขการล้มของรถจักรยายนต์

ในการทดสอบเงื่อนไขการล้มของรถจักรยานยนต์ เป็นการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ 3 ส่วน คือ GPS Module Accelerometer/Gyro Meter และไมโครคอนโทรลเลอร์ จัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ ดังรูปที่ 5 ลงกล่องให้มีทิศทางตามรูปที่ 6 โดยจะแบ่งเป็นกรณีดังต่อไปนี้



รูปที่ 5 การจัดวางโมดูล GY-521 MPU6050



รูปที่ 6 กล่องบรรจุอุปกรณ์ทดสอบ

3.1.1 กรณีที่รถจักรยานยนต์อยู่นิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่

ทำการวางอุปกรณ์ไว้กับพื้นราบ และรันโค้ดคำสั่ง หน้าจอ Serial monitor จะแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด วันที่ เวลา ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่ามุมของแกน ax ay az gx gy gz และสถานะของรถจักรยานยนต์ โดยค่าสถานะของรถจักรยานยนต์แสดงเป็น “Stable” ดังรูปที่ 6

```
Latitude: 13.727509 Longtitude: 100.776336
Date/Time: 12/11/2017 20:25:35 Speed(kmph): 0.63
Axyz     92      89      91      Gxyz    2       -2      -1
Stable

Latitude: 13.727509 Longtitude: 100.776336
Date/Time: 12/11/2017 20:25:35 Speed(kmph): 0.63
Axyz     92      89      92      Gxyz    2       -2      -1
Stable

Latitude: 13.727508 Longtitude: 100.776336
Date/Time: 12/11/2017 20:25:36 Speed(kmph): 0.26
Axyz     94      89      98      Gxyz    2       30      1
Stable

Latitude: 13.727508 Longtitude: 100.776336
```

รูปที่ 6 สถานะของรถจักรยานยนต์ขณะอยู่นิ่ง

3.1.2 กรณีที่รถจักรยานยนต์มีการเคลื่อนที่

การถืออุปกรณ์ไว้ ขณะขับรถยนต์ และรันโค้ดคำสั่ง หน้าจอ Serial monitor จะแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด วันที่ เวลา ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่ามุมของแกน ax ay az gx gy gz และสถานะของรถจักรยานยนต์ โดยค่าสถานะของรถจักรยานยนต์แสดงเป็น “Stable” ดังรูปที่ 7

```
Latitude: 13.727970 Longtitude: 100.775764
Date/Time: 12/11/2017 20:26:19 Speed(kmph): 25.26
Axyz     92      90      82      Gxyz    -2      -2      -8
Stable

Latitude: 13.728086 Longtitude: 100.775680
Date/Time: 12/11/2017 20:26:20 Speed(kmph): 28.91
Axyz     86      104     98      Gxyz    2       15      -20
Stable

Latitude: 13.728086 Longtitude: 100.775680
Date/Time: 12/11/2017 20:26:20 Speed(kmph): 28.91
Axyz     88      89      82      Gxyz    -3      -4      -15
Stable
```

รูปที่ 7 สถานะของรถจักรยานยนต์กรณีที่มีการเคลื่อนที่

3.1.3 กรณีที่รถจักรยานยนต์ล้มลง โดยที่ไม่มีการเคลื่อนที่

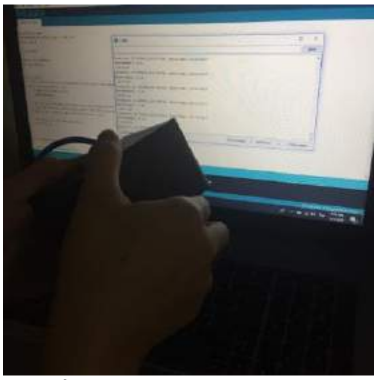
ทำการพลิกอุปกรณ์ โดยที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และรันโค้ดคำสั่ง หน้าจอ Serial monitor จะแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด วันที่ เวลา ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่ามุมของแกน ax ay az gx gy gz และสถานะของรถจักรยานยนต์ โดยค่าสถานะของรถจักรยานยนต์แสดงเป็น “FAILED” ดังรูปที่ 8

```
Latitude: 13.726289 Longtitude: 100.773414
Date/Time: 12/11/2017 20:31:04 Speed(kmph): 0.54
Axyz     92      90      97      Gxyz    2       -2      -1
Stable

Latitude: 13.726289 Longtitude: 100.773414
Date/Time: 12/11/2017 20:31:04 Speed(kmph): 0.54
Axyz     54      89      97      Gxyz    2       -2      -1
FAILED

Latitude: 13.726290 Longtitude: 100.773414
Date/Time: 12/11/2017 20:31:05 Speed(kmph): 0.30
Axyz     92      90      96      Gxyz    2       -2      -1
Stable
```

รูปที่ 8 สถานะของรถจักรยานยนต์กรณีที่มีการล้มลง โดยที่ไม่มีการเคลื่อนที่

3.1.4 กรณีที่รถจักรยานยนต์ล้มลง โดยที่มีการเคลื่อนที่

ทำการพลิกอุปกรณ์ ขณะมีการเคลื่อนที่ โดยการขับรถยนต์และเบรกรถยนต์กะทันหัน ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การทดสอบกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ

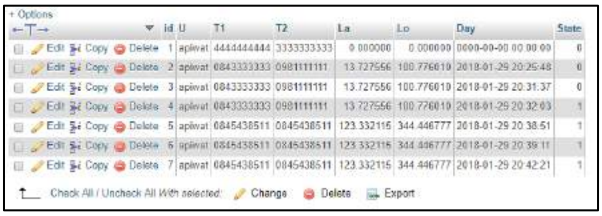
ทำการรันโค้ดคำสั่ง หน้าจอ Serial monitor จะแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด วันที่ เวลา ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่ามุมของแกน ax ay az gx gy gz และสถานะของรถจักรยานยนต์ โดยค่าสถานะของรถจักรยานยนต์แสดงเป็น “ACCIDENT” ดังรูปที่ 10

```
Latitude: 13.726821 Longtitude: 100.771972
Date/Time: 12/11/2017 20:28:07 Speed(kmph): 10.48
Axyz     90      90      95      Gxyz    2       -30     10
Stable

Latitude: 13.726821 Longtitude: 100.771972
Date/Time: 12/11/2017 20:28:07 Speed(kmph): 10.48
Axyz     55      47      6       Gxyz    -17     130     -60
ACCIDENT

Latitude: 13.726821 Longtitude: 100.771972
Date/Time: 12/11/2017 20:28:08 Speed(kmph): 10.48
Axyz     89      93      92      Gxyz    10      -26     26
Stable
```

รูปที่ 10 สถานะของรถจักรยานยนต์กรณีที่มีการล้มลงขณะที่มีการเคลื่อนที่

3.2 ทดสอบการใช้ฐานข้อมูล

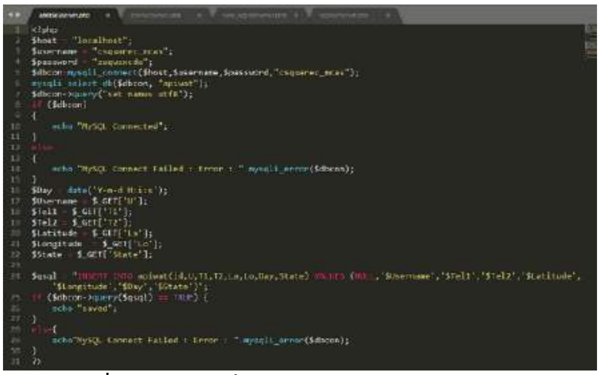
ระบบที่ติดตั้งบนรถจักรยานยนต์ จะส่งข้อมูล พิกัด วันที่เวลา สถานะ ฯลฯ โดยจะทำการจัดเก็บการในฐานข้อมูลรวมกับข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของรถจักรยานยนต์ได้ ซึ่งตัวอย่างของฐานข้อมูลจะแสดงเป็นตารางที่บรรจุข้อมูลที่เกี่ยวข้องของรถจักรยานยนต์ โดยมี Field ต่างๆ เช่น U (ชื่อของผู้ใช้บริการ), La (ละติจูด), Lo (ลองจิจูด), T1 (เบอร์โทรศัพท์1), T2 (เบอร์โทรศัพท์1) และ Sta (สถานะของรถจักรยานยนต์) ดังรูปที่ 11 และทำการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล MySQL [5] ที่สร้างเอาไว้ ผ่าน PHP File [6] ที่สร้างไว้ดังรูปที่ 12 ส่วนโครงสร้างหน้าเว็บสำหรับแสดงตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ขณะที่ใช้งานอยู่ โดยดึงข้อมูลจาก Google Maps ดังรูปที่ 13



	id	U	T1	T2	La	Lo	Day	State
Edit Copy Delete	1	apiwat	4444444444	3333333333	0.000000	0.000000	0000-00-00 00:00:00	0
Edit Copy Delete	2	apiwat	0843333333	0981111111	13.727556	100.776010	2018-01-29 20:25:48	0
Edit Copy Delete	3	apiwat	0843333333	0981111111	13.727556	100.776010	2018-01-29 20:31:37	0
Edit Copy Delete	4	apiwat	0843333333	0981111111	13.727556	100.776010	2018-01-29 20:32:03	1
Edit Copy Delete	5	apiwat	0845438511	0845438511	123.332115	344.446777	2018-01-29 20:38:51	1
Edit Copy Delete	6	apiwat	0845438511	0845438511	123.332115	344.446777	2018-01-29 20:39:11	1
Edit Copy Delete	7	apiwat	0845438511	0845438511	123.332115	344.446777	2018-01-29 20:42:21	1

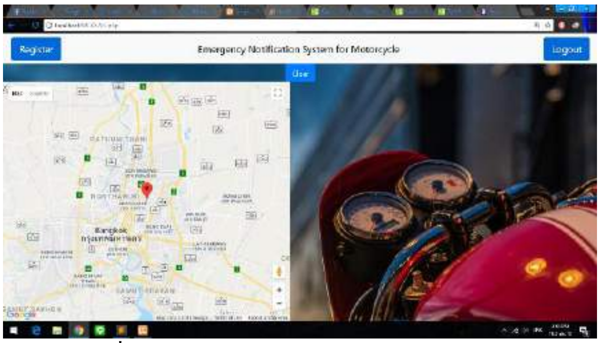
Check All / Uncheck All With selected: Change Delete Export

รูปที่ 11 ตารางเก็บค่าพิกัดและสถานะของรถจักรยานยนต์



```
<?php
$host = "localhost";
$username = "csquarec_mcas";
$password = "zuquaxcde";
$dbcon=mysqli_connect($host,$username,$password,"csquarec_mcas");
mysqli_select_db($dbcon, "apiwat");
$dbcon->query("set names utf8");
if ($dbcon)
{
    echo "MySQL Connected";
}
else
{
    echo "MySQL Connect Failed : Error : ".mysqli_error($dbcon);
}
$Day = date('Y-m-d H:i:s');
$Username = $_GET['U'];
$Tel1 = $_GET['T1'];
$Tel2 = $_GET['T2'];
$Latitude = $_GET['La'];
$Longitude = $_GET['Lo'];
$State = $_GET['State'];

$usql = "INSERT INTO apiwat(id,U,T1,T2,La,Lo,Day,State) VALUES (NULL,'$Username','$Tel1','$Tel2','$Latitude',
    '$Longitude','$Day','$State')";
if ($dbcon->query($usql) == TRUE) {
    echo "saved";
}
else{
    echo"MySQL Connect Failed : Error : ".mysqli_error($dbcon);
}
?>
```

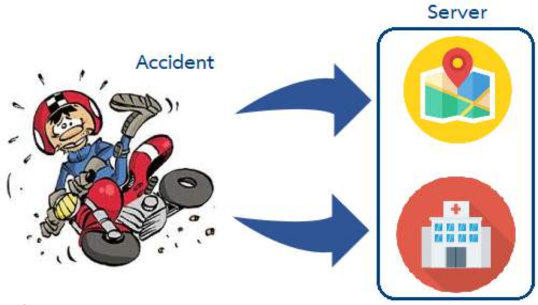
รูปที่ 12 PHP File ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล



รูปที่ 13 หน้าเว็บแสดงตำแหน่งของรถจักรยานยนต์

4. อภิปรายผลและสรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบ และ สร้างอุปกรณ์แจ้งเตือนอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำงานซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ทั้งหมด 3 อย่าง คือ GPS Module GY-NEO6MV2 ใช้สำหรับระบุตำแหน่ง และ จับความเร็วของรถจักรยานยนต์, Accelerometer/Gyro Meter GY-521 MPU6050 ใช้สำหรับวัดมุม และ ความเร่งเชิงมุมของรถจักรยานยนต์ และ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano ใช้ในการประมวลผล โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล คือ 3G Module (UC15-T) และแสดงผลที่หน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ผู้จัดทำออกแบบและพัฒนาไว้ โดยข้อมูลที่แสดงคือ สถานะและตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ ดังรูปที่ 14 โดยผู้เขียนมุ่งหวังเพื่อที่จะลดอัตราการเสียชีวิตจากผู้ขับขี่ และ อาจนำไปประยุกต์ใช้ในธุรกิจรถเช่าได้อีกด้วย



รูปที่ 14 การทำงานของระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุของรถจักรยานยนต์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิศวกรรมศาสตร์โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดทำโครงงาน ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจและคอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือ

เอกสารอ้างอิง

[1] U-Blox AG, "NEO-6 u-blox 6 GPS Modules", U-blox 6 GPS Module Datasheet, May. 2011.
[2] Invensence Inc., "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4", MPU-6050 Datasheet, May. 2012.
[3] Atmel Corporation, "8-bit AVR Microcontrollers ATmega328/P DATASHEET COMPLETE", ATmega328 Datasheet, USA, 2016.
[4] Quectel, "UC15 AT Command Manual" UC15 Manual, Dec. 2012.
[5] PHP Documentation Group, "MySQL and PHP", MySQL PHP API, Feb. 2018.
[6] น.ต.ไพศาล โมลิสกุลมงคล, "พัฒนา Web Database ด้วย PHP", PHP Hypertext Preprocessor, 2006.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

รถเข็นคนพิการควบคุมอัตโนมัติสำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนบนลงมา

Controllable Wheelchair for Upper and Lower Limbs Disability Person

รัฐกานต์ บันที[1] วรพล สุทธิมานะกิจ[1] ศักดาเดช สุภารักษ์[1] ณรงค์ศักดิ์ มโนสิทธิชัย[1] พิพัฒน์ พรหมมี[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง 10520 โทรศัพท์ 02-3298324 E-mail: pipat.pr@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบ และ สร้างรถเข็นคนพิการด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อใช้งานสำหรับผู้ทุพพลภาพหรือผู้พิการที่พิการตั้งแต่อวัยวะส่วนบนลงมารวมไปถึงผู้สูงอายุ เก้าอี้รถเข็นที่นำเสนอได้ออกแบบระบบการขับเคลื่อน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ควบคุมด้วยโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเลือกควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเก้าอี้รถเข็นได้ ตามความเหมาะสมของสภาพร่างกายอาทิเช่น การใช้ก้านควบคุม การควบคุมทิศทางด้วยการเอียงศีรษะของผู้ใช้งานผ่านการตรวจวัดมุมเอียงของศีรษะ ด้วยเซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันระบบควบคุมทิศทางสำหรับผู้ดูแล แอปพลิเคชันระบบเรียกผู้ดูแลเพื่อขอความช่วยเหลือเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบผ่านสมาร์ตโฟน

คำสำคัญ: เก้าอี้เข็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แอปพลิเคชัน

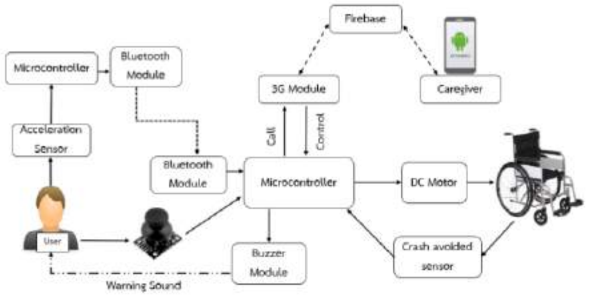
Abstract

This paper presents the design and implementation of a controllable wheelchair for the upper and lower limbs disability and elder persons. This wheelchair is driven by a DC motors, sensors and a microcontroller unit. The direction and movement can be controlled by 3 methods, manual joystick, head tilt and manual on smart phone for a caregiver. The angle of user's head tilt is measured by using linear acceleration sensor that is suitable for hand disability user. The wheel chair also has an automatic notification on smart phone to a caregiver when user calls for help.

Keywords: wheelchair, microcontroller, smartphone application

1. บทนำ

รถเข็นคนพิการหรือเก้าอี้รถเข็นสำหรับผู้พิการ หรือ ทุพพลภาพเป็นอุปกรณ์เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อรองรับ และ ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ที่มีความพิการของอวัยวะบนร่างกาย หรือผู้สูงอายุ ที่ไม่สามารถใช้อวัยวะร่างกายในการเคลื่อนไหว และช่วยเหลือตนเองได้ เก้าอี้รถเข็นที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งานได้สองประเภท คือ ประเภทที่หนึ่งเป็นชนิดที่ผู้ใช้งานต้องใช้มือหมุนล้อให้ขับเคลื่อนไปได้เอง หรือ ให้ผู้ดูแลเข็นให้ และประเภทที่สองเป็นชนิดที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งทำการควบคุมจากก้านควบคุมหรือปุ่มกด แต่เนื่องจากเก้าอี้รถเข็นทั้งสองประเภทนี้ไม่ได้ผลิตมาเพื่อรองรับการใช้งานของผู้พิการแบบพิเศษ ที่นอกจากจะไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยการเดินแล้ว อีกทั้งยังไม่สามารถใช้แขนหรือมือในการใช้ก้านควบคุม หรือ ปุ่มกดเพื่อควบคุมเก้าอี้รถเข็นได้ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอหลักการออกแบบ และ สร้างเก้าอี้รถเข็นนั่งสำหรับผู้พิการตั้งแต่อวัยวะส่วนบนลงมาหรือ ผู้สูงอายุ มีลักษณะจุดเด่นที่สำคัญคือ สามารถเลือกการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ ตามความเหมาะสมของสภาพร่างกายผู้ใช้งาน ได้แก่ การใช้ก้านควบคุม และ การขยับศีรษะของผู้ใช้งาน เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ดูแลสามารถควบคุมทิศทางเก้าอี้รถเข็นบนแอปพลิเคชันเพื่อให้ความช่วยเหลือผู้พิการในเบื้องต้น โดยเก้าอี้รถเข็นจะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ที่ถูกโปรแกรมระบบควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังมีระบบเรียกผู้ดูแลเพื่อขอความช่วยเหลือโดยแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยภาพรวมระบบของเก้าอี้เข็นนี้แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพระบบของเก้าอี้เข็นควบคุมได้สำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนบนลงมา

2. การควบคุมทิศทางเก้าอี้เข็นด้วยศีรษะโดยใช้เซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น (Accelerometer) ADXL345

การใช้ศีรษะควบคุมทิศทางของเก้าอี้เข็น โดยใช้เซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น (Accelerometer) นั้น ออกแบบขึ้นเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนบนลงมา ที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวมือเพื่อบังคับทิศทางเก้าอี้เข็นด้วยก้านควบคุมหรือปุ่มกดได้ ผู้ใช้งานจะอาศัยการเอียงศีรษะไปในทิศทางที่ต้องการเคลื่อนที่ไป ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น ADXL345 [1] เพื่อตรวจวัดมุมการเอียงของศีรษะในการควบคุม

ทิศทางของเก้าอี้เข็น การตรวจวัดความเอียงสามารถทำได้ด้วยการนำข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ มาคำนวณด้วยสมการทางตรีโกณมิติดังสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (3) โดยเป็นการคำนวณมุมที่กระทำต่อแต่ละแกนอ้างอิง [2] เมื่อมีการเอียงของเซนเซอร์จากแนวแกนอ้างอิงปกติ ทำให้เกิดมุมระหว่างแกนอ้างอิงของตัวเซนเซอร์และแกนอ้างอิงในตำแหน่งปกติ จึงใช้ค่ามุมดังกล่าวบ่งบอกถึงมุมความเอียงของเซนเซอร์ที่อยู่บนศีรษะของผู้ใช้งาน

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{x_{out,LSB}}{\sqrt{y_{out,LSB}^2 + z_{out,LSB}^2}}\right) \quad (1)$$

$$\psi = \tan^{-1}\left(\frac{y_{out,LSB}}{\sqrt{x_{out,LSB}^2 + z_{out,LSB}^2}}\right) \quad (2)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{x_{out,LSB}^2 + y_{out,LSB}^2}}{z_{out,LSB}}\right) \quad (3)$$

โดยมีตัวแปรพารามิเตอร์ที่สำคัญประกอบด้วย

θ คือ มุมที่กระทำต่อแกนอ้างอิง X ในตำแหน่งปกติ

ψ คือ มุมที่กระทำต่อแกนอ้างอิง Y ในตำแหน่งปกติ

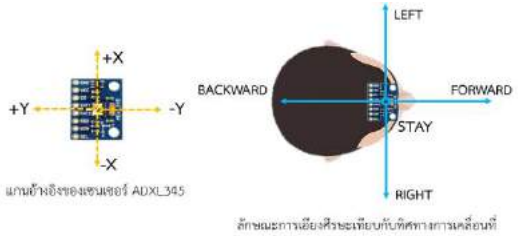
ϕ คือ มุมที่กระทำต่อแกนอ้างอิง Z ในตำแหน่งปกติ

$x_{out,LSB}$ คือ เอาต์พุตของแกน X จากเซนเซอร์ความเร่ง ADXL345

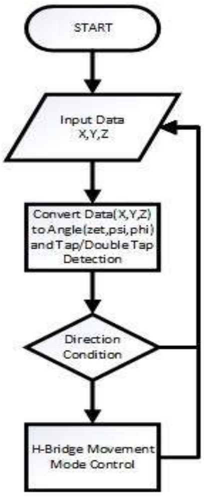
$y_{out,LSB}$ คือ เอาต์พุตของแกน Y จากเซนเซอร์ความเร่ง ADXL345

$z_{out,LSB}$ คือ เอาต์พุตของแกน Z จากเซนเซอร์ความเร่ง ADXL345

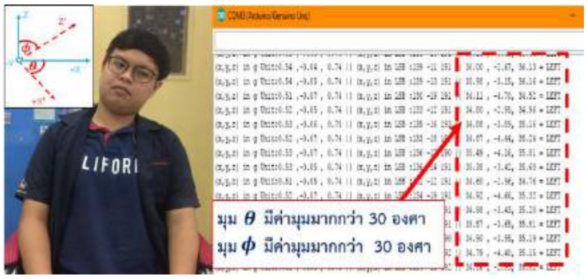
การควบคุมทิศทางของเก้าอี้รถเข็นแบ่งสถานะการทำงานออกเป็น 5 สถานะ ได้แก่ หยุดนิ่ง (STAY), เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (FORWARD), เลี้ยวซ้าย (LEFT), เลี้ยวขวา (RIGHT) และถอยหลัง (BACKWARD) ทั้งนี้จะมีส่วนการควบคุมการหยุดรถ (Break) ผ่านการเกิด Tap ของเซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น ซึ่งเป็นการตรวจจับค่าความเร่งเชิงเส้นที่เพิ่มขึ้นและลดลง (Peak) ในเวลาอันรวดเร็ว 1 ครั้งโดยตัวเซนเซอร์เอง [1] และการเปิดปิดการใช้งานเก้าอี้เข็น (Turn On/Off) ผ่านการเกิด Double Tap ของเซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น ซึ่งเป็นการตรวจจับค่าความเร่งเชิงเส้นที่เพิ่มขึ้นและลดลง (Peak) ในเวลาอันรวดเร็ว 2 ครั้ง [1] ในการกำหนดเงื่อนไขมุมเอียงศีรษะด้วยมุมอย่างน้อย 30 องศาจากตำแหน่งหยุดนิ่ง จึงจะทำให้เก้าอี้รถเข็นเคลื่อนที่ไปในยังทิศทางที่ผู้ใช้งานต้องการ รูปที่ 2 แสดงลักษณะการจัดวางเซนเซอร์ ADXL345 บนศีรษะและลักษณะการเอียงศีรษะเพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเก้าอี้รถเข็น รูปที่ 3 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่โดยใช้ศีรษะ และ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปแสดงหน้าจอ Serial Monitor ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนเก้าอี้เข็นแสดงผลทิศทางเลี้ยวซ้าย (LEFT) เมื่อผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปทางซ้าย ดังแสดงตามรูปที่ 4



รูปที่ 2 ลักษณะการเอียงศีรษะควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเก้าอี้เข็น



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่โดยใช้ศีรษะ

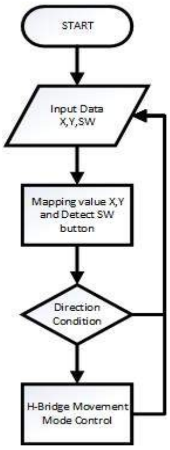


รูปที่ 4 เมื่อผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปทางขวา หน้าจอ Serial Monitor แสดงผลทิศทางเลี้ยวซ้าย (LEFT)

3. การใช้ก้านควบคุม (Joystick) ในการควบคุมทิศทางเก้าอี้รถเข็น

การใช้ก้านควบคุม เพื่อควบคุมทิศทางของเก้าอี้รถเข็นนั้นออกแบบขึ้นสำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนล่างลงไป หรือ ไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยการเดิน แต่ยังสามารถใช้มือกดปุ่มหรือใช้บังคับก้านควบคุมได้ โดยแบ่งการควบคุมทิศทางออกเป็น 5 สถานะ ได้แก่ หยุดนิ่ง (STAY), เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (FORWARD), เลี้ยวซ้าย (LEFT), เลี้ยวขวา

(RIGHT) และถอยหลัง (BACKWARD) ทั้งนี้จะมีส่วนการควบคุมการหยุดรถ (Break) ผ่านการกดสวิตช์ของก้านควบคุม 1 ครั้ง และการเปิดปิดการใช้งานเก้าอี้เข็น (Turn On/Off) ผ่านการกดสวิตช์ของก้านควบคุม 2 ครั้ง โดยจะกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจจากค่าข้อมูลที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านได้ ซึ่งเป็นค่าเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าของแต่ละแกน (ตัวต้านทานปรับค่าได้แต่ละตัว) แผนผังการทำงานของโปรแกรมการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่โดยใช้ก้านควบคุม แสดงได้ดังรูปที่ 5

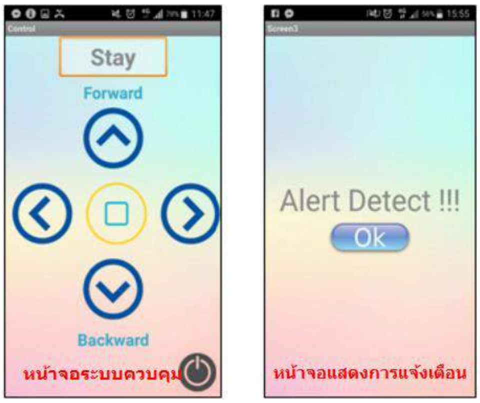


รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่โดยใช้ก้านควบคุม

4. แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ดูแล

แอปพลิเคชันระบบควบคุมทิศทางเก้าอี้รถเข็นและระบบการแจ้งเตือนที่ส่งไปยังผู้ดูแล ได้ออกแบบแอปพลิเคชันการใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่จัดทำขึ้นโดยใช้ App Inventor ใช้สำหรับการพัฒนา [3] และออกแบบแอปพลิเคชันโดยเน้นความสำคัญเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ดูแลผู้พิการ แอปพลิเคชันควบคุมทิศทางของเก้าอี้รถเข็นประกอบด้วยปุ่มการควบคุมทิศทาง 5 ทิศทางได้แก่ เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (FORWARD), หยุดรถ(STOP), เลี้ยวซ้าย (LEFT), เลี้ยวขวา (RIGHT) และถอยหลัง (BACKWARD) เมื่อผู้ดูแลกดปุ่มควบคุมเหล่านี้แอปพลิเคชันจะส่งค่าข้อมูลที่ได้หลังจากถูกประมวลผลด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปยังระบบฐานข้อมูลออนไลน์ (Firebase Real Time Database) ซึ่งเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับระบบอินเตอร์เน็ตผ่านโมดูลสื่อสาร 3G [4] และนำค่าที่อ่านได้จากฐานข้อมูลมาสั่งการควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อควบคุมเก้าอี้รถเข็นต่อไป

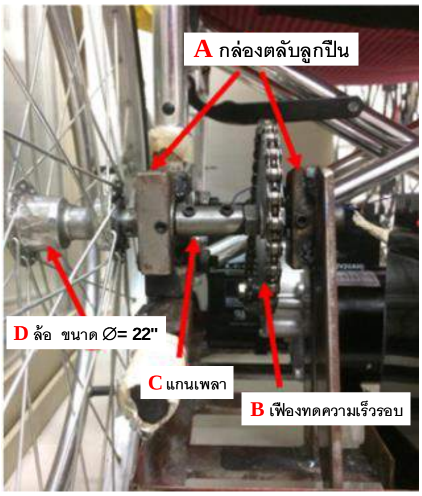
การแจ้งเตือนจากผู้ใช้งานเก้าอี้รถเข็น กรณีที่เกิดปัญหาหรือเกิดอุบัติเหตุกับผู้ใช้งาน เก้าอี้เข็นมีการติดตั้งสวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉินเพื่อเรียกขอความช่วยเหลือไปยังผู้ดูแล โดยทำการกดปุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าไปยังระบบฐานข้อมูลออนไลน์ เมื่อแอปพลิเคชันได้รับค่าดังกล่าว จะส่งเสียงแจ้งเตือนผู้ใช้งาน และแสดงหน้าจอแจ้งเตือน สัญญาณแจ้งเตือนจะหยุดก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานแอปพลิเคชันกดปุ่ม เพื่อยืนยันว่าได้รับทราบถึงการแจ้งเตือน รูปที่ 6 แสดงหน้าแอปพลิเคชันและหน้าจอแสดงผลอินเตอร์เฟสส่วนควบคุมเก้าอี้รถเข็นสำหรับผู้ดูแล และ หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้ใช้งานเก้าอี้เข็นมีการกดเรียกผู้ดูแล



รูปที่ 6 ส่วนควบคุมเก้าอี้เข็นสำหรับผู้ดูแลบนแอปพลิเคชัน (ซ้าย) และหน้าต่างการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้ใช้งานเก้าอี้เข็นมีการกดเรียกผู้ดูแล (ขวา)

5. โครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนเก้าอี้เข็น

เพื่อความประหยัด ผู้จัดทำเก้าอี้เข็นทั่วไป ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อเท่ากับ 22 นิ้วมาดัดแปลง โดยทำการปรับแต่งโครงสร้างและออกแบบชุดกลไกขับเคลื่อนเก้าอี้เข็น โดยคำนึงถึงการใช้งานจริงเพื่ออำนวยความสะดวกของผู้พิการ ให้มีความเร็วที่เหมาะสม สามารถขับเคลื่อนเก้าอี้เข็นได้โดยอิสระทั้งการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และ การใช้แรงคนเข็นส่วนประกอบของชุดกลไกขับเคลื่อนเก้าอี้เข็นแสดงได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งประกอบไปด้วย กล่องตลับลูกปืนสำหรับสวมใส่แกนเพลาและเฟืองทด (ชิ้นส่วน A), เฟืองทดโดยนำมาใช้ทดความเร็วรอบของมอเตอร์ (ชิ้นส่วน B), แกนเพลา (ชิ้นส่วน C) และล้อของเก้าอี้เข็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 22 นิ้ว (ชิ้นส่วน D)



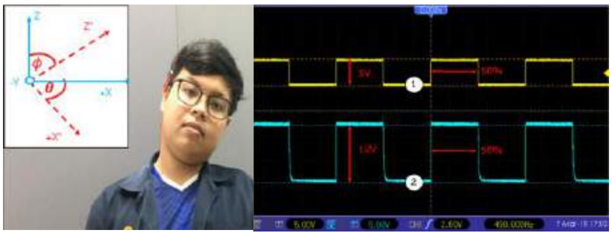
รูปที่ 7 ส่วนประกอบของชุดกลไกขับเคลื่อนเก้าอี้เข็น

สำหรับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนนั้นจะใช้การควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ วงจรขับ

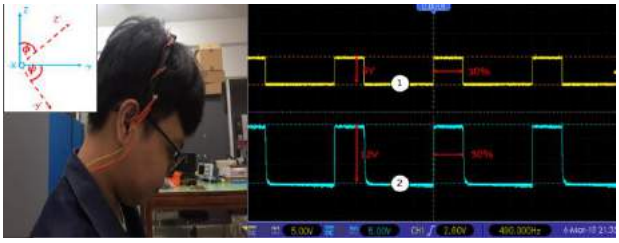
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบ H-Bridge [5] ซึ่งจะทำให้เก้าอี้เข็นสามารถเคลื่อนที่ได้ในหลายทิศทาง ในตารางที่ 1 แสดงการควบคุมจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร H-Bridge บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณ PWM (%Duty Cycle) ป้อนให้กับวงจร H-Bridge เพื่อเพิ่มระดับแรงดันของสัญญาณ PWM ให้เพียงพอที่จะขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า [6] โดยค่า Duty Cycle จะส่งผลกับความเร็วรอบของมอเตอร์ และกำหนดทิศทางโดยป้อนแรงดันไฟฟ้าไปยังขาอินพุตของวงจร H-Bridge (IN1 และ IN2) ในรูปที่ 8 และรูปที่ 9 แสดงสัญญาณ PWM ที่ถูกไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างขึ้น(หมายเลข1) และสัญญาณ PWM หลังผ่านวงจร H-Bridge (หมายเลข2) ขณะที่ผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปทางซ้าย ซึ่งเป็นสัญญาณ PWM ที่มีค่า Duty Cycle 50% และขณะที่ผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปข้างหน้า ซึ่งเป็นสัญญาณ PWM ที่มีค่า Duty Cycle 30% ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การควบคุมจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร H-Bridge

ทิศทางเก้าอี้เข็น	INPUT H-Bridge (M1)			INPUT H-Bridge (M2)		
	PWM (%)	IN1 (V)	IN2 (V)	PWM (%)	IN1 (V)	IN2 (V)
STAY	0	x	x	0	x	x
FORWARD	30	0	5	30	5	0
BACKWARD	30	5	0	30	0	5
LEFT	50	0	5	0	x	x
RIGHT	0	x	x	50	5	0
BREAK	100	0	0	100	0	0



รูปที่ 8 สัญญาณ PWM ที่ถูกไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างขึ้นและสัญญาณ PWM หลังผ่านวงจร H-Bridge ขณะที่ผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปทางซ้าย



รูปที่ 9 สัญญาณ PWM ที่ถูกไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างขึ้นและสัญญาณ PWM หลังผ่านวงจร H-Bridge ขณะที่ผู้ใช้งานเอียงศีรษะไปข้างหน้า

6. สรุป

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเก้าอี้เข็นควบคุมได้สำหรับผู้พิการอวัยวะส่วนบนลงมาและผู้สูงอายุ โดยนำเก้าอี้เข็นขนาดทั่วไปมาดัดแปลง และ ติดตั้งโครงสร้างชุดกลไกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในส่วนของการควบคุมทิศทางนั้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกการควบคุมได้ตามความเหมาะสมของสภาพร่างกายผู้ใช้งาน ได้แก่ การใช้ก้านควบคุมบังคับทิศทางสำหรับผู้ใช้งานที่ยังสามารถใช้มือกดปุ่มหรือใช้มือบังคับก้านควบคุมได้ และการควบคุมทิศทางด้วยการเอียงศีรษะของผู้ใช้งาน ผ่านการตรวจวัดมุมเอียงของศีรษะด้วยเซนเซอร์ความเร่งเชิงเส้น สำหรับผู้ใช้งานที่ไม่สามารถใช้งานอวัยวะส่วนมือในการควบคุม ทั้งนี้ผู้ดูแลสามารถควบคุมเก้าอี้เข็นผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อช่วยเหลือผู้ใช้งานหากมีปัญหาติดขัดให้เคลื่อนที่ได้ โดยผู้ใช้งานเก้าอี้เข็นสามารถเรียกผู้ดูแล เพื่อขอความช่วยเหลือโดยจะแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน เพื่อเข้าทำการช่วยเหลือตามสัญญาณร้องขอได้ทันท่วงที

เอกสารอ้างอิง

[1] Analog Devices, “Digital Accelerometer ADXL345,” ADXL345 datasheet, Jun. 2009.

[2] Analog Devices, “Using an Accelerometer for Inclination Sensing,” ADXL345 Application Notes, Feb. 2010.

[3] D. Wolber, H. Abelson, E. Spertus and L. Looney, *App Inventor*, Sebastopol: O’Reilly, 2011.

[4] Quectel, “UC15 AT Commands Manual,” UC15 Manual, Dec. 2012.

[5] Electronics Source, “SE-HB40-1,” H-Bridge Datasheet, Jun. 2013.

[6] Arduitronics.com “Arduino and Motor Control: Part 2". https://www.arduitronics.com/article/24/arduino-and-motor-control-part-2

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

อุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ

Drowsy Driving Preventive Equipment

กิติภูมิ แสงนิ่ม[1] ฉัตริน ชนกกวินกุล[1] ณัฐพล บัตรสูงเนิน[1] พีรพล รัตนะวงศ์กุล[2] ณัฐพงศ์ วงศ์พร้อมมูล[2] พิพัฒน์ พรหมมี[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 โทรศัพท์ 02-3298324 E-mail: pipat.pr@kmitl.ac.th

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

เลขที่ 6 ถนนราชมรรคาใน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอหลักการออกแบบ และ สร้างชิ้นงานอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ โดยใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งจะแบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการตรวจจับอาการหลับใน และ ส่วนของการแจ้งเตือนผู้ขับเมื่อเริ่มตรวจจับได้ว่าผู้ขับเริ่มมีอาการที่บ่งบอกว่าอาจเกิดการหลับใน ในส่วนแรกส่วนของการตรวจจับการหลับในนั้น จะใช้อุปกรณ์ Thinkgear AM สำหรับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองว่ามีอาการที่อาจเกิดการหลับในหรือไม่ ส่วนต่อมาส่วนของการแจ้งเตือนผู้ขับนั้น จะใช้ buzzer ในการส่งสัญญาณแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ขับรู้สึกตื่นตัว และกลับสู่สภาวะปกติ โดยการทำงานภาพรวมจะใช้ Arduino Nano เป็นตัวประมวลผลร่วมกับทุก ๆ ส่วน

คำสำคัญ: อุบัติเหตุ หลับใน คลื่นสมอง การป้องกัน

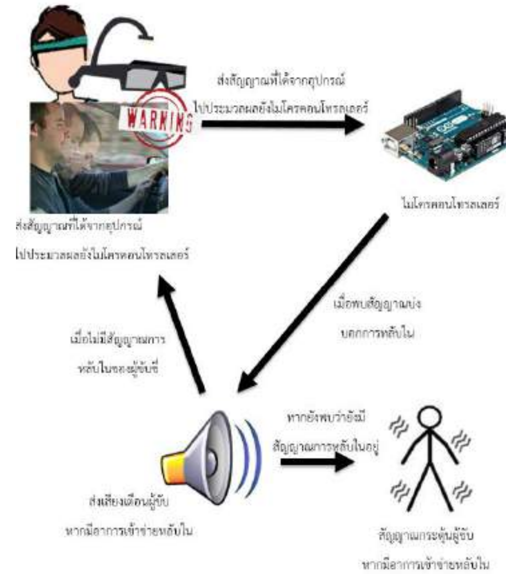
Abstract

This project proposes a design of drowsy driving preventive equipment. The equipment contains of 2 parts, drowsy detection and alerting subsystems. The detector operates by using Thinkgear AM for monitoring the brainwave of driver. If the sleepy brain wave has been detected, this system would be sent the signals as buzzer sound and stimulus signal to the driver, respectively. The equipment is constructed by using brainwave sensor, the particular alarm circuits which are processed and programmed by Arduino nano.

Keyword: Accident, Drowsy, Brainwave, Preventive.

1. บทนำ

ในบางครั้งคนขับรถก็เลี่ยงจากการอดนอนไม่ได้ [1] เมื่อร่างกายอ่อนล้าจากการขับรถ อดหลับ อดนอนเป็นเวลานาน ๆ สมองจะเฉื่อยช้าลง การตัดสินใจไม่ฉับไวและมีโอกาสวูบหลับได้เป็นครั้งคราว สภาพดังกล่าวจะเป็นอันตรายอย่างมากในขณะขับรถ เพราะส่งผลรุนแรงถึงเสียชีวิตหรือพิการ บาดเจ็บได้ตลอดเวลา การหลับในเพียง4วินาทีในขณะที่รถวิ่งด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถจะวิ่งต่อไป อีก 100 เมตรโดยที่ไม่มีคนควบคุมรถ ลักษณะการชนจะรุนแรงมาก เพราะคนขับไม่ได้หักหลบหรือเหยียบเบรกทำให้บาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิตได้ทันที [2] อาการหลับในเป็นสาเหตุสำคัญอย่างน้อยร้อยละ 20 ของการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรของประเทศที่เจริญแล้ว หลับในไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใดก็ตามไม่ได้เกิดขึ้นทันที จะมีอาการง่วงเป็นสัญญาณเตือนมาก่อนเสมอ ถ้าคนขับเพิกเฉยไม่สนใจทนฝืนขับต่อไป ความง่วงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเกิดการหลับใน คณะผู้จัดทำเลยมีความคิดที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างขับรถ เพื่อที่จะช่วยลดอุบัติเหตุ และ การสูญเสียที่เกิดจากอาการหลับใน โดยภาพรวมของอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถนี้แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพภาพรวมอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ

2. คลื่นไฟฟ้าสมอง

2.1 การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram หรือ EEG) เป็นการบันทึกสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากผลรวมของกระแสไฟฟ้าของกลุ่มเซลล์ในสมอง ทั้งนี้โดยปกติสมองคนมี เซลล์ประสาทชนิดหนึ่งที่เรียกว่า โครงข่ายเซลล์ประสาท (Neural Network) ซึ่งมีจำนวนมากมายเป็นพันล้านเซลล์ โดยเซลล์เหล่านี้สามารถติดต่อถึงกันได้ โดยการขนส่ง

อนุภาคไฟฟ้าผ่านเยื่อเซลล์ เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้นโดยสารเคมีที่เรียกว่าสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) จะปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ให้เดินไปตามเนื้อเยื่อที่เรียกว่า ใยประสาท (Nerve fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท โดยกระแสไฟฟ้าปริมาณน้อยๆ ที่เกิดขึ้นนี้ จะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทให้ปล่อยประจุไฟฟ้าต่อไปเป็นทอดๆ ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า คลื่นสมอง หรือคลื่นไฟฟ้าสมอง (Brainwave) คลื่นสมองจะมีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้นและลง เหมือนคลื่นทั่วไป โดยใช้หน่วยการวัดเป็นรอบต่อวินาที (Hz) เมื่ออยู่ในภาวะปกติ คลื่นไฟฟ้าสมองก็เป็นปกติ แต่เมื่อเกิดความผิดปกติของสมอง ความผิดปกตินั้นก็สามารถตรวจได้จากการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง สามารถที่จะแบ่งชนิดของคลื่นไฟฟ้าสมองตามความถี่ ได้เป็น 4 ชนิด โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.2 ชนิดของคลื่นไฟฟ้าสมอง

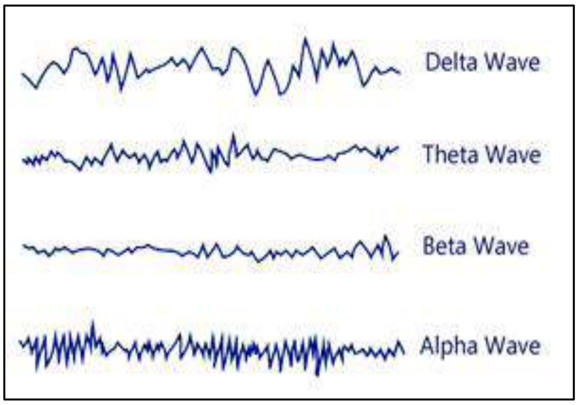
คลื่นไฟฟ้าสมองแบ่งได้เป็น 4 ชนิดตามช่วงของความถี่ที่โดยรูปของคลื่นไฟฟ้าสมองที่ความถี่ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย

1) คลื่นเบต้า (Beta Brainwave: β) คือคลื่นที่มีความถี่ประมาณ 14-30 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นช่วงคลื่นสมองที่เร็วที่สุด เกิดขึ้นในขณะที่สมองอยู่ในภาวะของการทำงานและควบคุมจิตใต้สำนึก (Conscious Mind) ในขณะตื่นและรู้ตัว เช่น การนั่ง ยืน เดิน ทำงาน หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในกรณีที่จิตมีความคิดมากมายหลายอย่างจาก ภารกิจประจำวัน วุ่นวายใจ สับสน หรือฟุ้งซ่าน และสั่งการสมองอย่างไม่เป็นระเบียบ ความถี่ของคลื่นช่วงนี้อาจสูงขึ้นได้ถึง 40 Hz โดยเฉพาะคนในที่มีความเครียดมากอยู่ในภาวะเร่งรีบบีบคั้น ตื่นเต้นตกใจ อารมณ์ไม่ดี โกรธหรือดีใจมาก ๆ สมองจะมีการทำงานในช่วงคลื่นเบต้ามาก

2) คลื่นอัลฟ่า (Alpha Brainwave: α) คือคลื่นที่มีความถี่ประมาณ 9-13 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นคลื่นสมองที่ปรากฏบ่อย ในสภาวะที่จิตสมดุล อยู่ในสภาวะสบายๆ เวลาที่ความถี่น้อยลง หมายถึงว่าเราจะคิดช้าลงเป็นจังหวะ ให้เวลาแก่จิตในการไตร่ตรอง และ มีความคิดเป็นระบบขึ้น สภาวะที่สมองทำงานอยู่ในคลื่นอัลฟ่ายังพบอยู่ใน หลายๆ รูปแบบ เช่น ขณะที่กล้ามเนื้อ หรือ ร่างกายผ่อนคลาย ช่วงเวลาที่ง่วงนอน ก่อนหลับหรือหลับใหม่ๆ เวลาทำอะไรเพลินๆ จนลืมสิ่งรอบ ๆ ตัว เวลาสบายใจ เวลาอ่านหนังสือ หรือ จดจ่อกับกิจกรรมใด ๆ อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง

3) คลื่นเธต้า (Theta Brainwave: θ) คือคลื่นที่มีความถี่ประมาณ 4-11 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นช่วงคลื่นที่สมองทำงานช้าลงมาก พบเป็นปกติในช่วงที่คนเราหลับหรือมีความผ่อนคลายอย่างสูง แต่ในภาวะที่ไม่หลับคลื่นชนิดนี้ก็เกิดขึ้นได้เช่นกัน เป็นคลื่นสมองที่สะท้อนการทำงานของจิตใต้สำนึก (Subconscious Mind) อันเป็นการทำงานของเนื้อสมองส่วนใหญ่ของมนุษย์

4) คลื่นเดลต้า (Delta brainwaves: δ) คือคลื่นที่มีความถี่ประมาณ 0–4 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุด สภาวะนี้จะทำให้ร่างกายเกิดความผ่อนคลาย ในระดับที่สูงมาก เป็นคลื่นสมองที่ทำงานเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นจิตไร้สำนึก (Unconscious mind) เช่น ในขณะที่ร่างกายหลับลึกโดยไม่มีการฝัน



รูปที่ 2 รูปคลื่นไฟฟ้าสมองที่ความถี่ต่าง ๆ

2.3 ThinkgearAM Ship

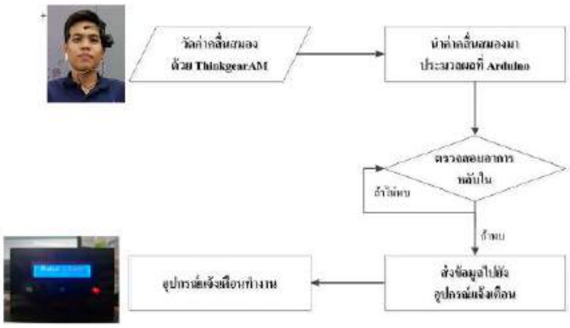
ThinkgearAM Ship เป็นชิปที่พบได้ในอุปกรณ์ MindWave ของ NeuroSky [3] ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่า Electroencephalogram แบบไร้สาย มีราคาต่ำ สามารถใช้งานได้ทั่วไป โดยมีเทคโนโลยีที่ทำให้ไม่ต้องใช้เจลในการวัดค่า

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยหลายงาน ที่ศึกษาเกี่ยวกับการหาวิธีป้องกันอาการหลับในขณะขับรถโดยใช้คลื่นไฟฟ้าสมอง [4] จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของค่าเบต้าและอัลฟ่า มีนัยสำคัญสำหรับการตรวจสอบอาการหลับในโดยจากเอกสารอ้างอิงที่ [5] จะสังเกตเห็นว่าค่าคลื่นไฟฟ้าสมองที่ใช้ในกระบวนการการตรวจสอบอาการหลับใน จะสนใจแค่คลื่นอัลฟ่าเพียงอย่างเดียว โดยนำค่าเฉลี่ยของคลื่นอัลฟ่าในทุก ๆ 30 วินาทีมาเทียบกัน โดยการใช้กระบวนการนี้ มีประสิทธิภาพในการตรวจจับอาการหลับในเพียงแค่ 68.11% และ ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ [6] ที่ใช้กระบวนการตรวจสอบอาการหลับในแตกต่างกันไป

3. การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ

อุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันและลดการสูญเสียบนท้องถนนที่เกิดจากอาการหลับในของผู้ขับรถยนต์ ซึ่งถูกออกแบบเพื่อให้ตรวจจับได้ว่าผู้ขับรถยนต์เริ่มมีอาการที่บ่งบอกว่าอาจเกิดการหลับในได้ และสามารถส่งสัญญาณเตือนผู้ขับรถยนต์ได้หากมีอาการที่บ่งบอกว่าอาจเกิดการหลับในโดยการออกแบบมีบล็อคไดอะแกรมของอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบค่าคลื่นไฟฟ้าสมอง

ทำการทดสอบค่าคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยทำการทดสอบในขณะที่เปิดตากับหลับตา แล้วเก็บข้อมูลเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำข้อมูลมาเทียบกัน จะได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าคลื่นสมองไฟฟ้า

Brainwave Type	Average Magnitude		Percentage Difference
	Eyes-open	Eyes-closed	
Delta	238910	227459	95 %
Theta	51622	56247	109 %
Low Alpha	15396	56852	369 %
High Alpha	14837	30984	208 %
Low Beta	9128	10520	115 %
High Beta	8943	9886	116 %
Low Gamma	8918	9522	107 %
Mid Gamma	3210	2874	89 %

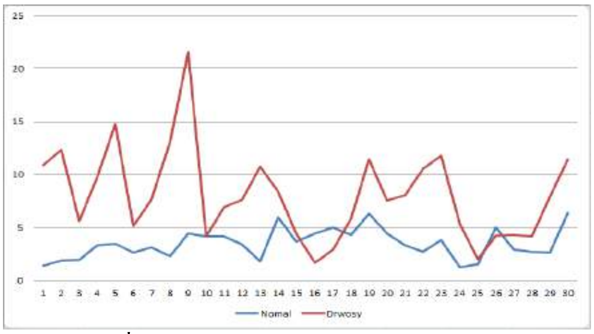
จากตารางที่ 1 พบว่าผลการทดสอบวัดคลื่นสมองในขณะที่เปิดตากับหลับตา การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นชัดเจนที่สุดก็คือคลื่นอัลฟ่า แต่นอกเหนือจากคลื่นอัลฟ่า ก็ยังจะสังเกตเห็นได้ว่าคลื่นธีต้าและคลื่นเบต้าก็เกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนกัน ดังนั้นในการตรวจสอบการหลับในนี้จะใช้อัตราส่วนของค่า $(\theta+\alpha)/\beta$ มาคำนวณเพื่อการตรวจสอบอาการหลับใน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจสอบอาการหลับใน

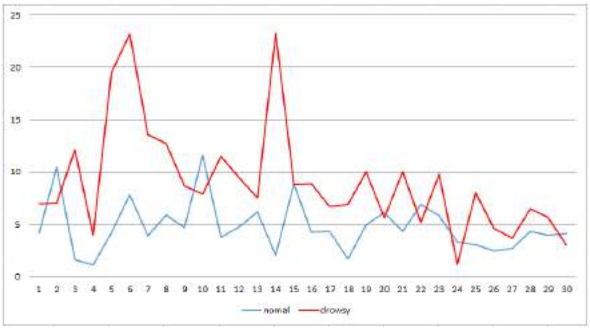
สภาวะ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
ปกติ	5.18	5.01	6.28	4.67
หลับตา	8.08	7.95	10.31	9.45
อัตราการเพิ่ม	55.98 %	58.68 %	64.17 %	102.35 %

4.2 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจสอบอาการหลับใน

ทำการทดสอบกระบวนการตรวจสอบอาการหลับใน โดยใช้อัตราส่วนของค่า $(\theta+\alpha)/\beta$ เป็นตัววิเคราะห์ว่าผู้ทดสอบกำลังอยู่ในสภาวะปกติหรือมีอาการที่บ่งบอกว่ากำลังจะหลับใน โดยได้ทำการทดสอบเก็บค่า $(\theta+\alpha)/\beta$ ขณะที่เปิดตาและหลับตา แล้วนำค่าเฉลี่ยทุก ๆ 30 วินาที มาเทียบกัน ได้ผลแสดงดังตารางที่ 2 และเมื่อทำการทดสอบเก็บผลการทดสอบที่มากขึ้นทั้งในเพศชายและเพศหญิง จะได้ผลการทดสอบออกมาแสดงดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4 ผลการทดสอบอาการหลับในของเพศชาย



รูปที่ 5 ผลการตรวจสอบอาการหลับในของเพศหญิง

จากตารางที่ 2 รูปที่ 4 และรูปที่ 5 ผลการทดสอบระบวนการตรวจสอบอาการหลับใน จะสังเกตเห็นได้ว่าระหว่างสภาวะที่ปกติกับสภาวะที่หลับตานั้น ค่าของ $(\theta+\alpha)/\beta$ จะมีการเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

4.3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ

เพื่อยืนยันการทำงานของ อุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ จะทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่เป็นเพศชาย และ ผู้ทดสอบที่เป็นเพศหญิง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที โดยในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จะเป็นการทดสอบขณะที่อยู่ในสภาวะปกติ และครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 จะเป็นการทดสอบขณะที่อยู่ในสภาวะหลับตา โดยได้ผลการทดสอบของเพศชายออกมาแสดงดังตารางที่ 3 และผลการทดสอบของเพศหญิงออกมาแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถของเพศชาย

สภาวะ (เพศชาย)	ทดสอบครั้งที่ 1 (N)	ทดสอบครั้งที่ 2 (N)	ทดสอบครั้งที่ 3 (D)	ทดสอบครั้งที่ 4 (D)	รวมทั้งหมด
เกิดการแจ้งเตือน	0	8	37	25	70
แจ้งเตือนผิดพลาด	0	8	4	6	18

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถของผู้ชาย การทดสอบในครั้งที่ 1 ทดสอบขณะที่อยู่ในสภาวะปกติ ไม่มีการแจ้งเตือนใด ๆ เกิดขึ้น การทดสอบในครั้งที่ 2 ก็ยังทดสอบในขณะที่อยู่ในสภาวะปกติ แต่เกิดการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดขึ้นมา 9 ครั้ง การทดสอบในครั้งที่ 3 ทดสอบขณะที่มีอาการง่วงพบว่ามีการแจ้งเตือนทั้งหมด 37 ครั้ง เป็นการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด 4 ครั้ง และในการทดสอบครั้งที่ 4 ทดสอบขณะที่มีอาการง่วงพบว่ามีการแจ้งเตือนทั้งหมด 25 ครั้งเป็นการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด 6 ครั้ง ดังนั้นถ้าเรามองภาพรวมการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถที่ทบสอบในผู้ชายจะพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานถึง 74 %

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถของเพศหญิง

สภาวะ (เพศหญิง)	ทดสอบครั้งที่ 1 (N)	ทดสอบครั้งที่ 2 (N)	ทดสอบครั้งที่ 3 (D)	ทดสอบครั้งที่ 4 (D)	รวมทั้งหมด
เกิดการแจ้งเตือน	2	6	40	29	77
แจ้งเตือนผิดพลาด	2	6	10	5	23

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถของผู้หญิง การทดสอบในครั้งที่ 1 ทดสอบขณะที่อยู่ในสภาวะปกติ เกิดการแจ้งเตือนผิดพลาดขึ้นมา 2 ครั้ง การทดสอบในครั้งที่ 2 ก็ยังทดสอบในขณะที่อยู่ในสภาวะปกติ แต่เกิดการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดขึ้นมา 6 ครั้ง การทดสอบในครั้งที่ 3 ทดสอบขณะที่มีอาการง่วงพบว่ามีการแจ้งเตือนทั้งหมด 40 ครั้ง เป็นการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด 10 ครั้ง และในการทดสอบครั้งที่ 4 ทดสอบขณะที่มีอาการง่วงพบว่ามีการแจ้งเตือนทั้งหมด 29 ครั้งเป็นการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด 5 ครั้ง ดังนั้นถ้าเรามองภาพรวมการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถที่ทดสอบในผู้หญิงจะพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานถึง 70 %

5. สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบ และ สร้างอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ โดยใช้คลื่นไฟฟ้าสมองเป็นตัววิเคราะห์ว่าผู้ขับรถมีอาการที่บ่งบอกว่าอาจเกิดการหลับในหรือไม่ และ ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำงานถึงประมาณ 70 %

จากการสร้าง และ ทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอาการหลับในระหว่างการขับรถ พบว่ามีปัจจัยภายนอกที่มารวบกวนค่าสัญญาณของคลื่นไฟฟ้าสมองได้หลายอย่าง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์นั้นเกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ง่าย ดังนั้นเราควรจะกำจัดปัจจัยภายนอกที่มีผลให้ได้มากที่สุด เช่น การทำความสะอาดศีรษะก่อนแปะขั้ววัด Electroencephalogram, ป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งาน เลือกตำแหน่งที่จะทำการวัดให้เหมาะสม จึงจะทำให้การใช้งานอุปกรณ์มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] คณาจารย์คณะแพทย์ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์,**ภาวะง่วงนอนขณะขับขี่ยานพาหนะ**.[Online].Available: https ://www. sleepcenterchula.org/index.php/th/2014-12-23-13-58-44/item/82-drowsy-driving

[2] ธวัชชัย เหล่าศิริหงส์ทอง.(2545).**รายงานการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาความรุนแรงของอุบัติเหตุจราจรทางบก**.กรุงเทพฯ:สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก สำนักนายกรัฐมนตรี.

[3] NeuroSky, "thinkgear_communications_protocol [NeuroSky Developer - Docs]," 12 August 2013. [Online]. Available: http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=mindset_data_types

[4] H. J. Eoh, M. K. Chung, and S. H. Kim, “Electroencephalographic study of drowsiness in simulated driving with sleep deprivation,” Int. J. Ind. Ergon., vol. 35, no. 4, pp. 307–320, Apr. 2005.

[5] Giovanni, T. Suprihadi, and K. Karyono, “DROWTION: Driver drowsiness detection software using MINDWAVE,” Proc. - Int. Conf. Ind. Autom. Inf. Commun. Technol. IAICT 2014, no. August, pp. 141–144, 2014.

[6] B. Van Hal, S. Rhodes, B. Dunne, and R. Bossemeyer, “Low-cost EEG-based sleep detection,” Conf. Proc. ... Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf., 2014.

การพัฒนาเทคนิคเจอเนอรัลไลฟ์ทรานส์ฟอร์มแบบใหม่ด้วยเทรชโฮลด์ปรับค่าได้สำหรับแครี่เพต

Development of Modify Generalized Hough Transform based on Adaptive Threshold: Carries plate application

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

Manuscript Preparation Guidelines for the Papers Submitted to ECTI-CARD 2018

สรวิศ ศิริมาลีวัฒนา[1] ผศ.ดร.อนรรฆพล แสนทน[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิตขั้นสูง วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง ชั้น 4 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 55 พรรษา ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ 095-8146969 E-mail: sorawit.vsalab@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอเทคนิคการประมวลผลภาพและการพัฒนาการตรวจจับวัตถุด้วยเทคนิคเจอเนอรัลไลฟ์ทรานส์ฟอร์มโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเทรชโฮลด์ปรับค่าได้ในการคัดแยกจุดสนใจบนชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจกหน้าต่างซึ่งในอุตสาหกรรมจะเรียกชิ้นส่วนนี้ว่า “แครี่เพต” อย่างไรก็ตามเทคนิคเจอเนอรัลไลฟ์ทรานส์ฟอร์มพิจารณาจุดทั้งหมดของขอบวัตถุซึ่งทำให้ใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจกระบวนการคัดแยกเฉพาะจุดที่เหมาะสมของวัตถุนี้เพื่อลดเวลาในการประมวลผลภาพ งานวิจัยนี้อาศัยหลักการการเก็บข้อมูลและรูปแบบของต้นฉบับมาใช้ในการคำนวนหาตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงความแม่นยำในการตรวจหาตำแหน่งและเวลาการประมวลผลภาพที่ลดลง ซึ่งสามารถนำเทคนิคนี้ไปใช้เป็นการระบุตำแหน่งของแครี่เพตในอุตสาหกรรมได้

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การตรวจหาตำแหน่งวัตถุ, เจอเนอรัลไลฟ์ทรานส์ฟอร์ม, แครี่เพต, เทรชโฮลด์ปรับค่าได้

Abstract

This paper propose an image processing and development of object detection with Generalized Hough Transform techniques (GHT) and it apply Adaptive Thresholds for classify interest point for carries plate. The industry will call “carries plate”. However, Generalized Hough Transform processed all point of edge detection which take more time. Therefore, this research focus the classification process the optimal point for reduce the image processing time. This paper recognizes some point of original pattern and detect the position and direction of the carries plate. The results show more accuracy of position and fast processing time that can applied to identify the position of an object in the industry.

Keywords: Image processing, Object detection, Generalized Hough Transform (GHT), Carrier plate, Adaptive Thresholds

1. บทนำ

ในการผลิตชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์ในปัจจุบัน ปัญหาหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการผลิตคือ ความรวดเร็วในการผลิตที่เกิดจากมนุษย์ที่ไม่อาจสามารถประกอบชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างด้วยความเร็วคงที่ได้ อีกทั้งมนุษย์ทำงานระยะเวลาหนึ่งจะเกิดความเหนื่อยล้า ซึ่งส่งผลต่ออัตราความเร็วในการผลิตและอีกหลายๆ สาเหตุ งานวิจัยนี้ได้เกิดจากความต้องการของโรงงานที่ต้องการลดความเสี่ยงของปัจจัยต่างเพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวข้องกับตรวจสอบชิ้นในอุตสาหกรรมนั้นสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการต่างๆ การเปรียบเทียบความเหมือนบนเชิงเวลา (Time-Domain) อย่างเทมเพลตแมทชิ่ง (Template Matching) [1] คือการหาค่าความแตกต่างของรูปภาพต้นฉบับเปรียบเทียบกับรูปภาพที่ค้นหาด้วยขนาดของความเข้มซึ่งเทคนิคนี้มีความรวดเร็วการประมวล แต่อย่างไรก็ตามกรณีที่มีการหมุนหรือการย่อขยายของวัตถุเทคนิคที่กล่าวข้างต้นจะไม่เหมาะสมในการใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างข้อมูลขนาดใหญ่สำหรับในการเก็บข้อมูลการย่อขยายหรือการหมุนของวัตถุ เพื่อเอาชนะข้อจำกัดข้างต้นโดยการใช้เทคนิคลักษณะขนาดการเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ (SIFT) และการค้นหาลักษณะอย่างรวดเร็ว (SURF) แต่เทคนิคดังกล่าวไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความรวดเร็ว แต่ก็ยังมีการนำเทคนิค SIFT ไปปรับปรุงเพิ่มมีความรวดเร็วใน

การประมวลผลได้ แต่ก็ยังคงรูปทรงที่ง่ายและยังคงถูกจำกัดรูปทรงทำให้ไม่เหมาะกับชิ้นที่นำมาทดสอบ

GHT [2] คือเทคนิคที่นิยมมากในกับตรวจจับรูปทรง 2 มิติซึ่งนำไปใช้เป็นแอฟพลิเคชั่นในระบบการผลิตอัตโนมัติ ซึ่งเทคนิคนี้นำไปสู่ความต้องการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่และใช้เวลาการคำนวณที่ซับซ้อน ข้อจำกัดนี้เป็นเหตุผลที่แม้ว่า GHT เป็นเทคนิคที่ไม่ได้รับความนิยมสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว เมื่อเร็วๆนี้มีการนำเสนอวิธีการ GHT-Polygon [3] วัตถุในการประมาณรูปทรงทำให้สามารถตรวจจับได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการเลือกเฉพาะจุดสนใจมาเก็บเป็นรูปทรงของวัตถุนั้นๆ เพื่อใช้ในการตรวจหาได้รวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าเดิม

บทความนี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ตามลำดับต่อไปนี้คือ บทคัดย่อ บทนำ เทคนิคที่เกี่ยวข้อง เทคนิคที่นำเสนอ ผลการทดลอง สรุป กิตติกรรมประกาศ เอกสารอ้างอิง

รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์

2. เทคนิคที่เกี่ยวข้อง

2.1 Adaptive Thresholds

คือ วิธีการหาค่าขีดแบ่ง (Threshold) แบบปรับค่าตามข้อมูลท้องถิ่นซึ่งเหมาะสำหรับภาพที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ ที่ต้องใช้ค่าขีดแบ่ง (Threshold) หลายค่าเนื่องจากแต่ละบริเวณจะใช้ขีดแบ่งไม่เท่ากัน โดยที่ค่าขีดแบ่ง ที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเกิดจากการหาค่าเฉลี่ยของทุกๆ พิกเซลภายใต้การเคลื่อนที่ของหน้าต่าง (Moving Windows) ที่มีขนาด $N \times N$ จากนั้นทำการหาค่าขีดแบ่ง เช่นนี้ไปเรื่อยๆ กับบริเวณที่ไม่ซ้ำกันจนกระทั่งได้มีการกำหนดค่าขีดแบ่งครบในทุกพิกเซล ถ้าค่าสีเทาของพิกเซลนั้นมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งของพิกเซลนั้นแล้วจะกำหนดให้เป็นสีขาว แต่ถ้าค่าระดับความเป็นสีเทาของพิกเซลนั้นน้อยกว่าค่าขีดแบ่งของพิกเซลนั้นแล้วจะกำหนดให้ค่าสีเป็นสีดำ ทำเช่นนี้จนครบทุกพิกเซล ซึ่งการทำค่าขีดแบบปรับตัวได้ โดยใช้เทคนิคการหาค่าเฉลี่ย (Mean) คือ การหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} X_i \tag{1}$$

2.2 Canny Edge Detection

โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว โดยเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นคำนวณค่าขนาด (magnitude) และทิศทาง (orientation) ของ gradientโดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งในถัดมาจึงใช้ non-maxima suppression กับ gradient magnitude เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลงและในขั้นตอนสุดท้ายใช้ double thresholding algorithm เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ

2.3 Generalized Hough Transform

เทคนิค Hough Transform ที่สามารถทำการค้นหาวัตถุที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (Arbitrary shape) ได้โดยเทคนิคดังกล่าว Generalized Hough Transform จะเหมาะสำหรับรูปภาพวัตถุนั้นไม่สามารถหาได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ดังนั้นแทนที่จะใช้สมการเส้นโค้งหรือสมการเส้นตรง แต่จะใช้ลักษณะของการเก็บคุณสมบัติของรูปทรงวัตถุไว้ในรูปตาราง เรียกว่า Look-up Table หรือ R-Table ซึ่งจะเก็บรายละเอียดของวัตถุ จากเทคนิคดังกล่าวยังสามารถใช้หาภาพต้นแบบที่แปรผันในรูปแบบของการขยายขนาด (Scale) และการหมุนของภาพ (Rotation) ได้

2.3.1 R-Table

การสร้าง R-Table คือ การเก็บข้อมูลจากขอบของวัตถุที่ต้องการค้นหาจากภาพ โดยนำจุดจากขอบภาพแต่ละจุดคำนวนระยะและองศาเมื่อเทียบกับจุดศูนย์กลางของวัตถุ ข้อมูลของภาพที่ได้เก็บไว้ในรูปค่าความสัมพันธ์ในตาราง R (R-Table) โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการเลือกจุดกึ่งกลางของภาพ (x_c, y_c)

ขั้นตอนที่ 2 : ทำการประมวลผลภาพหาขอบของรูปภาพ และนำจุดกึ่งกลางมาคำนวนระยะและองศา และเก็บค่าต่างในตารางที่ 1 ดังนี้

α คือ มุมที่กระทำกับแกน x

θ คือ ค่า gradient ที่ได้จาก edge detector

r คือ ระยะทางจากเส้นขอบที่ลากจุดกึ่งกลาง

$$r = \sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2} \tag{2}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{y-y_c}{x-x_c}\right) \tag{3}$$

ตารางที่ 1: ตัวอย่างตาราง R-Table

i	ϕ_i	R_{ϕ_i}
1	0	$(r_{11},\alpha_{11})(r_{12},\alpha_{12})...(r_{1n},\alpha_{2n})$
2	$\Delta\phi$	$(r_{21},\alpha_{21})(r_{22},\alpha_{22})...(r_{2n},\alpha_{2n})$
3	$2\Delta\phi$	$(r_{31},\alpha_{31})(r_{32},\alpha_{32})...(r_{3n},\alpha_{3n})$
...	...	...

จากตารางที่ 1 สร้างจากสมการที่ (2) และ (3) และนำค่าเป็นตารางซึ่งจะเป็นแม่แบบความสัมพันธ์ของวัตถุนั้นๆ

2.3.2 การค้นหารูปทรง (Search Shape)

อัลกอริทึมสำหรับการค้นหาในภาพเป้าหมาย ไปเข้ากระบวนการหาขอบด้วยแคนนี่ แล้วนำค่าจากขอบวัตถุมาค้นหา เพื่อเก็บค่าสะสมของจุดกึ่งกลางสำหรับระบุตำแหน่งโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการหาขอบของรูปภาพเป้าหมายและการเก็บค่า θ (Gradient direction) ไว้

ขั้นตอนที่ 2 : สำหรับทุกๆ ขอบภาพโดยใช้ค่า θ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เพื่อทำการค้นหาค่า α และ r ซึ่งเก็บอยู่ใน R-Table ต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 3 : สำหรับค่าของ α และ r ที่ได้จากการค้นหาใน R-Table โดยแทนค่า θ, α และ r นั้นลงในสูตร (4) และ (5)

$$x_c = x_{test} + r \times S(\cos(\alpha + \theta)) \quad (4)$$

$$y_c = y_{test} + r \times S(\cos(\alpha + \theta)) \quad (5)$$

$$A([x_c][y_c])++$$

x_{test}, y_{test} คือ จุดที่ทำการตรวจสอบ

x_c, y_c คือ จุดกึ่งกลางของวัตถุ

S คือ ขนาดของวัตถุ [0.5 – 1.8]

α คือ มุมที่กระทำกับแกน x

θ คือ ค่ามุมที่ใช้ในการค้นหา [0 - 360]

r คือ ระยะทางจากเส้นขอบที่ลากจุดกึ่งกลาง

A คือ ค่าการสะสมของผลรวมที่จุด (x_c, y_c)

นำค่า (x_c, y_c) ที่ได้ไปหาจุดที่มีค่าการสะสม (Accumulator) ที่ชี้ไปยัง (x_c, y_c) เดียวกันที่มีค่าสูงสุด นั้นหมายถึงจุดนั้นเป็นหนึ่งในจุดสนใจในแม่แบบ

3. อัลกอลิทึมที่นำเสนอ (Proposed Algorithm)

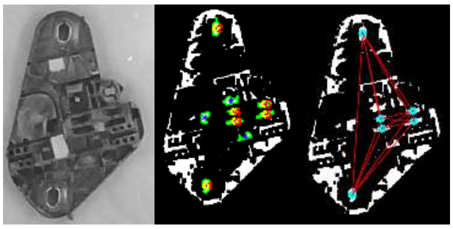
เริ่มจากการนำภาพตั้งฉบับมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยการหาจุดสนใจจุดอื่นๆ มาระบุจุดนั้นๆ เพื่อให้เหมาะสมที่สุดกับงานที่ต้องการตรวจจับชิ้นส่วนประกอบแคร่เพต

3.1 ปรับพื้นฐานภาพ

ปรับความค่าความสว่างให้เหมาะสมด้วย Adaptive Threshold โดยใช้ค่าเฉลี่ยของ windows นั้นๆ เพื่อแยกแยะจุดที่สนใจของวัตถุได้ โดยใช้ฟังก์ชั่นจากโปรแกรม MATLAB งานวิจัยตัดค่าขีดแบ่งที่ 0.9

3.2 การสร้างแม่แบบด้วย R-Table

สร้างแม่แบบด้วยจุดสนใจ ซึ่งมี 6 จุดที่เป็นตัวแทนวัตถุเนื่องจากมีความโดนเด่น นำมาหาความสัมพันธ์แต่ละจุดโดยจุดที่ต้องหาระยะห่างระหว่างจุดตนเองกับจุดอื่นโดยจะเก็บค่าระยะห่างและมุมองศาที่เกิดขึ้นระหว่างสองจุดนั้น เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในช่วงค้นหาได้ ดังรูปที่ 2

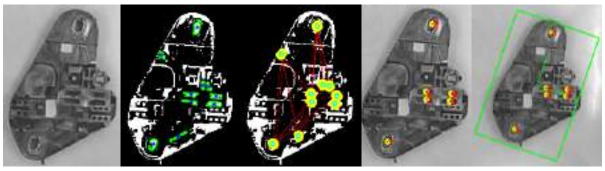


(1) (2) (3)

รูปที่ 2 (1)ภาพต้นฉบับ (2)Adaptive Threshold (3)สร้าง R-Table

3.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งและทิศทางของแม่แบบจาก R-Table

การวิเคราะห์ความถูกต้องและการหารูปทรงของวัตถุนั้น วิธีการที่นำเสนอใช้วิธีการเอาจุดอื่นที่เป็นจุดสนใจนำมาเทียบกับตาราง R-Table เพื่อใช้จุดสนใจอื่นช่วยยืนยันระบุตำแหน่งของจุดนั้นๆ ว่าเป็นตำแหน่งไหนบนจุดของแม่แบบ นำค่ามาคำนวนในสมการที่ (4) และ (5) ซึ่งต้องเก็บค่าทั้งหมดมาทำการโหวต จุดที่ชี้ไปในทิศทางและระยะห่างเดียวกันจะเพื่อเป็นการกรองเหลือเฉพาะจุดที่เป็นจุดสนใจจริงๆ และเป็นจุดที่อยู่บนแม่แบบ

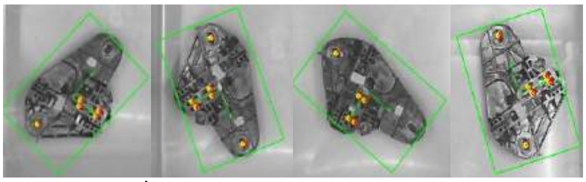


(1) (2) (3) (4) (5)

รูปที่ 3 (1)ภาพต้นฉบับ (2)Adaptive Threshold (3)ตรวจความสัมพันธ์ของแต่ละจุด (4)ค้นหาด้วยเทคนิค GHT ที่นำเสนอ (5)จุดสนใจที่คัดแยกแล้วนำมาวิเคราะห์ตำแหน่งและทิศทาง

4. ผลการทดสอบ

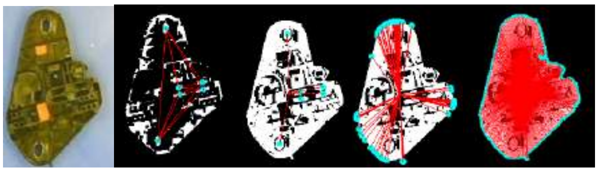
ผลการทดสอบภาพชุดควบคุมรางกระจกหน้าต่างรถยนต์จากรูปภาพกลุ่มทดสอบจำนวน 132 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำได้จากแต่ละเทคนิค อาทิ GHT GHT-Polygon และวิธีการที่นำเสนอ



รูปที่ 4 ภาพหลังจากตรวจจับได้เรียบร้อยแล้ว

4.1 ผลการทดลอง

นำภาพตั้งต้นมาเปรียบเทียบกับภาพที่วิเคราะห์วัตถุด้วยการตรวจหาตำแหน่งและทิศทางด้วยเทคนิค GHT GHT-Interest point หรือ (GHT-IP) GHT-Polygon และวิธีการที่นำเสนอ

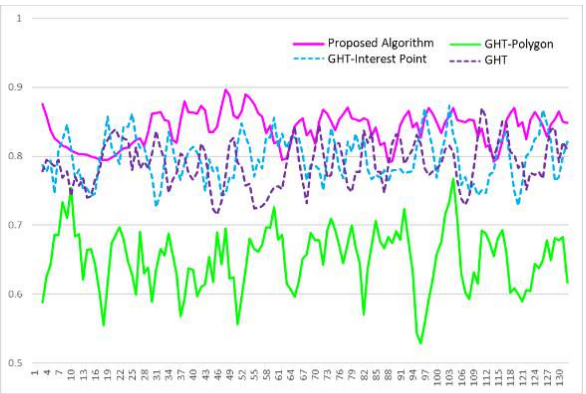


(1) (2) (3) (4) (5)

รูปที่ 5 (1)ภาพต้นฉบับ (2)วิธีการใหม่ (3)GHT- IP (4)GHT-Polygon (5)GHT

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่นำเสนอ GHT-IP GHT-Polygon และ GHT จะใช้จำนวนจุดในการค้นหาที่แตกต่างกันส่งผลให้ความรวดเร็วและความแม่นยำ

เมื่อบันทึกค่าความแม่นยำ (SSIM) [4] ของแต่ละภาพ โดยนำภาพทดสอบและภาพต้นฉบับนำไปปรับปรุงภาพด้วยวิธีการปรับแก้ความสว่าง (Equalization) แล้วจึงนำภาพมาหาค่าความแม่นยำจากสมการที่ (7) โดยเปรียบเทียบเทคนิคต่างๆ ผลการทดลองตามรูปที่ 6 ซึ่งวิธีการนำเสนอมีค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยมาที่กที่สุด ซึ่งถ้าหากค่าที่คำนวณเข้าใกล้หนึ่งจะหมายความถึงความเหมือนของรูปภาพมาก



รูปที่ 6 กราฟแสดงโดยที่แกน Y คือค่าความแม่นยำของวิธีการที่นำเสนอ GHT- IP GHT-Polygon และ GHT ส่วนแกน X คือลำดับของรูปภาพ

4.2 การประเมินผลการทดลอง

เก็บค่าที่ได้นำมาคำนวณหาต่างโดยสเปคของคอมพิวเตอร์ที่นำไปประมวลผลคือ MacBook Pro ซีพียู 2 GHz Intel Core i5 และขนาดแรม 8 GB 1867 MHz

สมการค่าความแม่นยำ (SSIM) ของเทคนิค GHT ได้จากสมการที่ 6

$$\mathrm{SSIM}(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y+C_1)(2\sigma_{xy}+C_2)}{(\mu_x^2+\mu_y^2+C_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+C_2)} \quad (6)$$

μ_x, μ_y : ค่าเฉลี่ยของรูปภาพต้นฉบับและภาพทดสอบ

σ_x, σ_y : ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

σ_{xy} : ค่าความแปรปรวน

C_1, C_2 : ค่าคงที่

ค่าเวลาการประมวลผลโดยเฉลี่ย ดังสมการที่ 7

$$\text{ค่าเวลาโดยเฉลี่ย} = \frac{|\text{ผลรวมเวลาทั้งหมด}|}{\text{จำนวนภาพทั้งหมด}} \quad (7)$$

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่นำเสนอมีค่าความแม่นยำถึง 0.841 ซึ่งมากกว่าวิธีการอื่นๆ ที่ได้นำมาเปรียบเทียบ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราตรวจจับสำเร็จและเวลาโดยใช้รูปทดสอบทั้งหมด 132 รูปของวิธีการที่นำเสนอ GHT-IP GHT-Polygon และ GHT

วิธีการ	ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ	เวลา (วินาที)
วิธีการที่นำเสนอ	0.841	0.5765
GHT-IP	0.796	0.0827
GHT-Polygon	0.649	27.78
GHT	0.789	64.56

5. สรุป

ผลลัพธ์การวัดประสิทธิภาพความแม่นยำของการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาตำแหน่งและทิศทางสำหรับแคร่เพต พบว่าวิธีการที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงค่าความแม่นยำมีค่าที่ดีกว่าเทคนิค GHT แบบดั้งเดิม โดยเทคนิคที่นำเสนอมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.841 อีกทั้งเวลาการประมวลผลดีกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม เมื่อพิจารณาผลลัพธ์การประมวลผลทางเวลาวิธีที่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุดคือ GHT-IP รองลงมาคือวิธีที่นำเสนอ อย่างไรก็ตามพบว่าเทคนิคที่นำเสนอมีค่าความแม่นยำมากกว่า GHT-IP

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) รหัสทุน AMI-Cal Comp-01-59-04M ที่กรุณาให้ทุนการศึกษาสำหรับผู้วิจัยเพื่อทำการวิจัยในงานนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] M. J. Atallah, “Faster image template matching in the sum of the absolute value of differences measure,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 10, no. 4, pp. 659–663, Apr. 2001.

[2] D. H. Ballard, “Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes,” *Pattern Recognit.*, vol. 13, no. 2, pp. 111–122, Dec. 1981.

[3] Hua Yang, *Member, IEEE*, Shijiao Zheng, Jin Lu, and Zhouping Yin, “Polygon-Invariant Generalized Hough Transform for High-Speed Vision-Based Positioning” in IEEE Transactions on Automation Science and Engineering (Volume: 13, Issue: 3, July 2016), Page(s): 1367 – 1384

[4] Chai L, Sheng Y. Optimal Design of Multichannel Equalizers for the Structural Similarity Index. IEEE Transactions on Image Processing, 2014, 23(12):5626-37.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การเปรียบเทียบตัวแบบของเครือข่ายประสาทเทียม อารีมา และการแปลงเวฟเล็ต สำหรับการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าระยะสั้น

Comparison of Neural Network, ARIMA, Wavelet Transform Models for Short Term Load Forecasting

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล[1] วีระศักดิ์ ไชยชาญ[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
179 หมู่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150 โทรศัพท์ 075-204057-8 E-mail: p_areekul@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบผลจากการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าระยะสั้นด้วยตัวแบบอารีม่า การแปลงเวฟเล็ต และโครงการประสาทเทียม โดยการจัดเตรียมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอดีต มาทำการวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้กระบวนการทำงานของเครือข่ายประสาทใช้ทำนายการประมาณข้อมูลการใช้ไฟฟ้า โดยการฝึกการเรียนรู้ให้เครือข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา รวมถึงใช้ตัวแบบ MLP (Multilayer perceptron) ผ่าน Levenberg-Marquardt แบบการแพร่ชั้นซ่อนแบบย้อนกลับใช้สำหรับในการเรียนรู้ นี่คือความสำเร็จโดยการสรุปค่าการพยากรณ์จากการทดสอบในวิธีการที่เสนอในแบบจำลองทั้ง 3 วิธี ซึ่งจะพบว่า แบบจำลองแบบเครือข่ายประสาทเทียมมีการพยากรณ์ค่าการใช้ไฟฟ้าที่มีความถูกต้องมากที่สุด

คำสำคัญ: การพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า, อารีม่า, การแปลงเวฟเล็ต, เครือข่ายประสาทเทียม

Abstract

This paper proposes a comparison of short term load forecasting using ARIMA model, wavelet transform and artificial neural network (ANN). Providing historical data on electricity for analysis and processing using by the neural network to forecast load. For neural network learning in time series forecasting. The MLP (Multilayer perceptron) is also available through Levenberg-Marquardt. The backpropagation layer is used for learning. This is achieved by estimating the predictive value of the proposed method in the three models. It found that an ANN model have the most accurate for load forecasting.

Keywords : load forecsting, ARIMA, wavelet transform, artificial neural network

1. บทนำ

การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็น[1] ขั้นตอนแรกสุดในการวางแผนในอุตสาหกรรมไฟฟ้า โดยค่าพยากรณ์จะมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นตัวบอกถึง พลังงานไฟฟ้าที่ต้องจัดเตรียมในอนาคต 15-20 ปี ค่า พยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนมาก (Over-Forecast) จะส่งผลให้ เกิดการวางแผนการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้ามากเกินความจำเป็นและส่งผลให้ค่าไฟฟ้าแพงขึ้น ส่วนค่าพยากรณ์ที่น้อยเกินไป (Under-Forecast) จะส่งผลให้ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าไม่ดีและอาจทำให้ไฟฟ้าดับทั้งระบบได้ และที่สำคัญที่สุดในปัจจุบันก็คือเพื่อ วางแผนและกำหนดนโยบายในการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนของประเทศ เพื่อลดผลกระทบจากวิกฤติพลังงานอาจจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ ได้มีการศึกษาการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหลากหลายวิธีโดยเฉพาะวิธีเครือข่ายประสาทเทียม การพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยทำให้สามารถวางแผนควบคุม และกำหนดนโยบายในการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนของประเทศ รวมทั้งสามารถกำหนดตารางการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลต่อการประหยัดพลังงานสูงสุด

โดยในส่วนของงานวิจัยนี้จะศึกษาวิธีการพยากรณ์เปรียบเทียบผลจากการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าระยะสั้น [2,3] ด้วยตัวแบบอารีม่า เครือข่ายประสาทเทียม และแปลงเวฟเล็ต หลังจากนั้นเปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่างวิธีปัจจุบันและวิธีเครือข่ายประสาทเทียมรวมถึงวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆ ได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยด้านการพยากรณ์ (Forecasting) นี้มีความสำคัญมากในการที่จะวางแผนในอนาคต ส่วนการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น (Short - term load forecasting) จะอยู่บนพื้นฐานการวางแผน

ระยะสั้นช่วงเวลาการพยากรณ์เปลี่ยนแปลงไปได้ตั้งแต่ครึ่งชั่วโมงจนถึงหนึ่งชั่วโมงครึ่ง โดยจะพยากรณ์ไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ 2-3 สัปดาห์ ปริมาณพื้นฐานที่จะนำมาพยากรณ์ทั้ง 2 กรณีข้างต้น คือ ความต้องการไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลา ปริมาณอื่น ๆ ที่จะนำมาพยากรณ์ก็คือ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละวัน ค่าความต้องการไฟฟ้าที่จุดของเวลาที่จะพิจารณาค่าพลังงานในช่วงครึ่งชั่วโมงหรือหนึ่งชั่วโมงและความต้องการพลังงานในแต่ละวันและแต่ละสัปดาห์

2.1 แบบจำลองอารีม่า ARIMA Model

ARIMA [4] (AutoRegressive Intergrated Moving Average) เป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยม และเป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ในระยะสั้นที่ดีเนื่องจากวิธีนี้มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error : MSE) ของการพยากรณ์ที่ได้จะดีกว่าวิธีอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์แนวโน้มวิธีการปรับเรียบแบบกว่าวิธีเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีถดถอยเชิงพหุ เป็นต้น

แบบจำลอง ARIMA ประกอบไปด้วย Combination ของ Time Series 3 เทคนิค คือ AR (Autoregressive), I (Integrated), MA (Moving average) แต่โดยหลักๆ แล้วทุกเทคนิค คือการร่วมกันกำจัด “Noise” ออกจากข้อมูลเพื่อพยายามลด Error term ให้ได้มากสุดจนสามารถมั่นใจได้ว่า ข้อมูลนั้น Reliable หรือ เชื่อถือได้ ซึ่งจะทำให้การทำนาย (Forecast) ในขั้นตอนต่อไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Auto Regressive (AR) คือ การใช้ค่าของตัวมันเองในการทำนายวันถัดไป โดยที่พารามิเตอร์ p ของ AR ก็คือ จำนวนเวลาที่ lag ใน time series นั่นเอง โดยการคำนวนจะมีการถ่วงหน้ำหนักด้วย ของ time series ก่อนหน้าหน้าที่ p อีกทีหนึ่ง สรุปง่ายๆ ก็คือ สมการนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า ค่าของวันที่เราจะทำนายมีความสัมพันธ์กับค่าในอดีตของตัวมันเอง ดังสมการ

$$X_t = c + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t . \qquad (1)$$

จากสมการ (1) c = ค่าคงที่

ψI = order ของ auto regressive

Xt-i = ค่าของ time series ที่เวลา *t-i*

Et = ค่า error ของโมเดล

Moving Average (MA) คอนเซปของ MA นี้นั้นจะค่อนข้างคล้ายกับคอนเซปของ AR แต่จะตั้งบนสมมุติฐานของ Error แทน เช่น ถ้าพารามิเตอร์ q ของ MA เป็น 2 เป้าหมาย ณ วันนี้จะเท่ากับ Error ของเมื่อวาน * coefficient + ด้วย Error ของเมื่อวานซืน * coefficient นั่นเอง ดังสมการด้านล่างนี้

$$X_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^{q} \theta_i \varepsilon_{t-i} \qquad (2)$$

จากสมการ (2) *u* = ค่าคงที่

Et = Error Term ของโมเดล

θI = order ของ moving average

Et-i = คือผลรวมของ error term t-i

สรุปว่าใน ARIMA นั้น MA(q) จะถูกนำมาประเมินร่วมกับ AR(p) โดยทั้งสองตัวนี้จะต้องมีค่า Coefficient ที่แตกต่างกันด้วย ต่อมา Differential เทอม I(q) จะถูกรวมเข้ามาด้วย จากกระบวนการทั้งหมดมารวมกัน จึงกลายเป็น ARIMA(p,d,q) ที่สามารถทำนายค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 การแปลงเวฟเล็ต Wavelet Transform

การแปลงเวฟเล็ต [5,6] เป็นแนวความคิดใหม่ที่เพิ่งเกิดขึ้น ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้กับสัญญาณหรือสัญญาณภาพที่ต้องการข้อมูลทางด้านเวลาและความถี่ การแปลงเวฟเล็ตได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถกระทำได้ในการแปลงฟูเรียร์(Fourier Transform) บ่อยครั้งที่การแปลงเวฟเล็ตถูกนำไปเปรียบเทียบกับการแปลงฟูริเยร์ ทฤษฎีเวฟเล็ตใช้ในการอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เสมือนกับการแยกสิ่งเหล่านั้นออกเป็น ส่วนประกอบเล็กๆที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งอยู่ในรูปของเวฟเล็ตที่ถูกปรับขนาดและเลื่อนตำแหน่ง และมีค่าถ่วงน้ำหนัก (สัมประสิทธิ์เวฟเล็ต) ต่างๆ กันคูณอยู่กับเวฟเล็ตแต่ละตัว การทำส่วนการแปลงกลับเวฟเล็ต (Inverse Wavelet Transform; IWT) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การแปลงกลับเวฟเล็ต (Wavelet Reconstruction) [7]

ให้ *f(t)* เป็นสัญญาณที่ประกอบด้วยหลายความถี่ ถ้าเราพิจารณาในรูปแบบ 2 มิติ โดยแกนหนึ่งเป็นแกนเวลา และอีกแกนหนึ่งเป็นแกนของความถี่ ดังนั้นสามารถเขียนสมการ สาหรับการแปลงเวฟเล็ตแบบต่อเนื่อง (CWT) ที่ใช้ในการแตกกระจายเวฟเล็ตของสัญญาณของฟังก์ชั่นใดๆ *f(t)* ด้วยเวฟเล็ตแม่ เป็นดังนี้

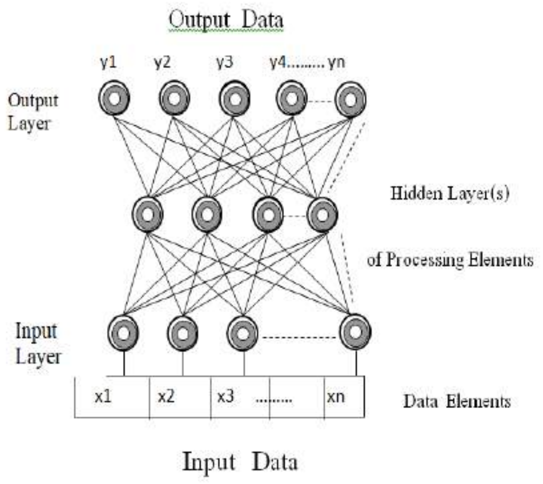
$$W_M(a,b) = |a|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) M^* \left(\frac{t-b}{a}\right) dt \qquad (3)$$

โดย * คือ Complex Conjugate ของ *M(t)*

M(t) คือ ค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตที่ได้เป็นผลลัพธ์

2.3 เครือข่ายประสาท Neural Network

เครือข่ายประสาท คือ ระบบที่ประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลแบบง่าย ๆ หลาย ๆ ตัวที่อาจเชื่อมโยงกันอย่างทั่วถึงหรือไม่ทั่วถึงก็ได้ (Full Connection or Partial Connection) สำหรับการทำงานเครือข่ายประสาทจะเรียนรู้จากการจำแนกข้อมูลจำนวนมากโดยเทียบกับข้อมูลเข้า-ออกที่กำหนด ปรับตัวแปร หรือค่าน้ำหนักที่จุดที่ประสาทติดต่อซึ่งกันและกัน จากนั้นชั้นของหน่วยประมวลผลในแต่ละระดับจะสื่อสารกัน หน้าที่ของหน่วยประมวลผลเหล่านี้และโครงสร้างของการเชื่อมโยงได้แนวคิดจากการศึกษาระบบประสาทของมนุษย์ [8,9].



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครือข่ายประสาท

1). ข้อมูลนำเข้า (Input) ต้องเป็นค่าตัวเลข ถ้าเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพต้องแปลงให้อยู่ในเชิงปริมาณที่เครือข่ายประสาทสามารถยอมรับเข้าไปเพื่อเรียนรู้ได้ นั่นคือกระบวนการเบื้องต้นก่อนการประเมินผล (Preprocessing)

2). ผลลัพธ์ (Output) คือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Actual Output) จากกระบวนการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาท

3). ค่าน้ำหนัก (Weights) คือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาท หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าความรู้(Knowledge)

4). ฟังก์ชันผลรวม (Summation Function) เป็นผลรวมของข้อมูลนำเข้า (x_i) และค่าน้ำหนัก (w_i)

$$s = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i \quad (4)$$

5). ฟังก์ชันการแปลงค่า (Transfer Function) เป็นการคำนวณเอาท์พุท (y_i) ของเซลประสาทแต่ละเซล ฟังก์ชันที่นิยมใช้คือ ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid Function)

$$y_i = f(s) \quad (5)$$

จุดประสงค์ของการแปลงค่าคือ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในช่วง 0-1 เพื่อให้สอดคล้องกับฟังก์ชันที่ใช้การเรียนรู้แบบแพร่กลับ(Back Propagation) มีเครือข่ายเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นเชื่อมโยงกันอย่างทั่วถึงกับชั้นที่อยู่ด้านบนและชั้นที่อยู่ด้านล่าง เมื่อเครือข่ายได้รับข้อมูลนำเข้า จะทำการคำนวณค่าน้ำหนักของหน่วยประมวลผลนำเข้าไปยังชั้นซ่อน และจากชั้นซ่อนไปยังชั้นแสดงผลลัพธ์ เมื่อเกิดผลต่างระหว่างผลลัพธ์จริงกับผลลัพธ์เป้าหมาย เครือข่ายจะนำค่าความผิดพลาดกลับไปยังชั้นแสดงผลและแพร่ย้อนกลับไปยังชั้นซ่อน จากชั้นซ่อนไปยังชั้นข้อมูลนำเข้า เพื่อปรับค่าน้ำหนักของแต่ละชั้น

3 วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

3.1 การศึกษาและการเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าใช้ข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าจาก NEMMCO, Australia's National Electricity Market [10] ซึ่งเป็นตลาดกลางซื้อขายไฟฟ้าของประเทศออสเตรเลีย ในที่นี้ได้ใช้ฐานข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของ ตลาดไฟฟ้าในรัฐ New South Wales ในปี พ.ศ. 2558 ในการทดสอบ วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์ฯ

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการวัดประสิทธิภาพ วิธีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ร้อยละของค่าความคลาดเฉลี่ยเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|\frac{(A_t - F_t)}{A_t}\right| \times 100\% \quad (6)$$

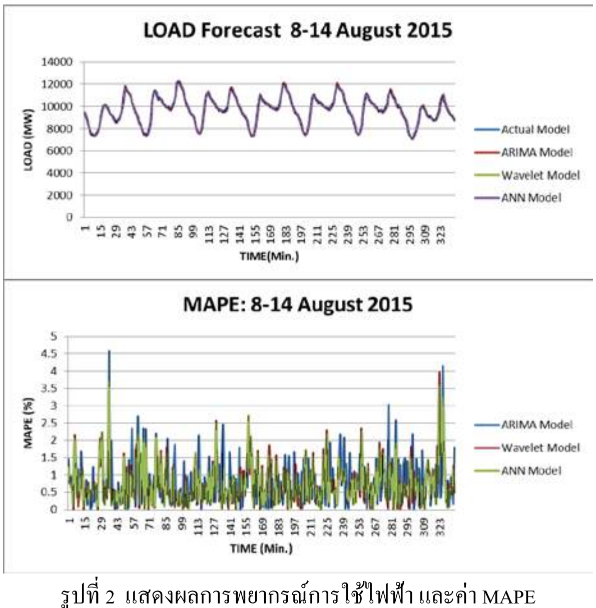
โดยที่ A_t = ค่าแท้จริงของโหลด ณ ชั่วโมง t

F_t = ค่าพยากรณ์ของโหลด ณ ชั่วโมง t

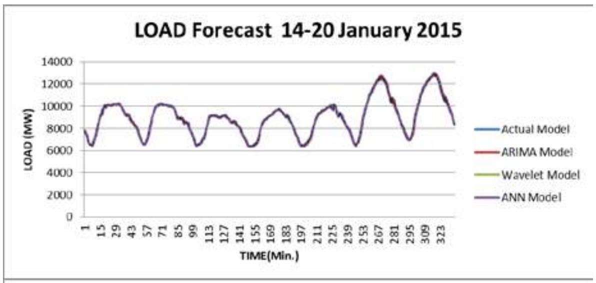
N = จำนวนชั่วโมงของการพยากรณ์

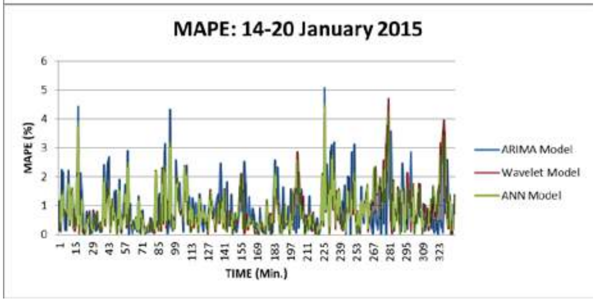
4. ผลการวิจัย

จากผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า และ ค่า MAPE จากรูปที่ 2-3 นั้น ได้ยกตัวอย่างผลการทอสอบเพียง 2 ฤดูกาล โดยมีขั้นตอนและทดสอบวิธีเดียวกันทั้ง 4 ฤดูกาล ตามสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ซึ่งจะพบว่า ค่าพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า และค่า MAPE (หนึ่งสัปดาห์) ในแต่ละวิธีการเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ออกมาทั้ง ARIMA การแปลงเวฟเล็ต (WT), ANN ตามลำดับ

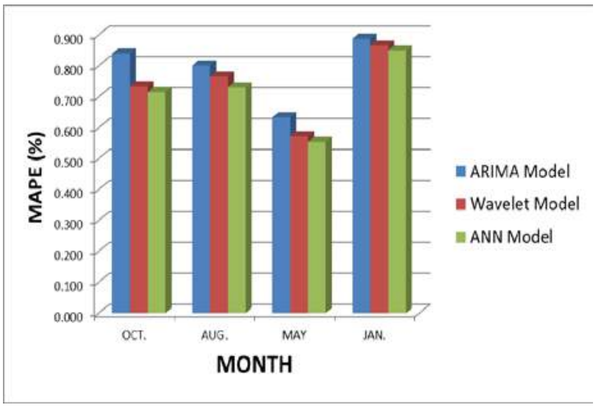


รูปที่ 2 แสดงผลการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า และค่า MAPE ในช่วง 8-14 สิงหาคม 2015 (Winter)





รูปที่ 3 แสดงผลการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า และค่า MAPE ในช่วง 14-20 มกราคม 2015 (Summer)



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่า MAPE จากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าทุกๆ โมเดล

รูปที่ 4 สรุปการเปรียบเทียบเชิงตัวเลขของผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าใน 4 ฤดูกาลของปี 2015 ซึ่งการจัดกลุ่มรายสัปดาห์จะถือว่าเป็นการจำลองการทดสอบในวิธี ARIMA, WT และ ANN สามารถสังเกตค่าเป็นรายชั่วโมง ของ MAPE พบว่า แบบจำลอง ANN ได้ความถูกต้องแม่นยำ มากกว่าวิธี ARIMA และ WT โดยค่า MAPE ค่าที่ได้ในทุกฤดูกาลสำหรับวิธี ARIMA มีค่าตั้งแต่ 0.634-0.888% ในขณะที่วิธีแบบ WT มีค่าตั้งแต่ 0.572-0.866% และ วิธีแบบ ANN มีค่าตั้งแต่ 0.544-0.850 ซึ่งพบว่าวิธีวิธีแบบ ANN มีค่าผิดพลาดในการพยากรณ์ทั้ง 4 ฤดูกาล มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าที่ดีกว่าการพยากรณ์ในวิธีแบบ ARIMA และ WT คือ ร้อยละ 10.9 และ 3.08 ตามลำดับ

5. สรุปผลการวิจัย

การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็น ขั้นตอนแรกสุดในการวางแผนในอุตสาหกรรมไฟฟ้า โดยค่าพยากรณ์จะมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นตัวบอกถึง พลังงานไฟฟ้าที่ต้องจัดเตรียมในอนาคต 15-20 ปี ค่า พยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนมาก (Over-Forecast) จะส่งผลให้ เกิดการวางแผนการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้ามากเกินความจำเป็นและส่งผลให้ค่าไฟฟ้าแพงขึ้น ส่วนค่าพยากรณ์ที่น้อยเกินไป (Under-Forecast) จะส่งผลให้ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าไม่ดีและอาจทำให้ไฟฟ้าดับทั้งระบบได้ และที่สำคัญที่สุดในปัจจุบันก็คือเพื่อวางแผนและกำหนดนโยบายในการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนของประเทศต่อไป โดยการสรุปค่าการพยากรณ์จากการทดสอบในวิธีการที่เสนอในแบบจำลองทั้ง 3 วิธี ซึ่งจะพบว่า แบบจำลองแบบเครือข่ายประสาทเทียมมีการพยากรณ์ค่าการใช้ไฟฟ้าที่มีความถูกต้อง แม่นยำ มากกว่าวิธีแบบอารีม่า และแบบการแปลงเวฟเล็ต

เอกสารอ้างอิง

[1] F. F. Wu and P. Varaiya, "Coordinated multilateral trades for electric power networks: theory and implementation", Electrical Power and Energy Systems, Vol. 21, pp. 75-102, 1999.

[2] G. Zhang, E.B. Patuwo, and M.Y. Hu, " Forecasting with artificial neural networks: the state of the art," J. Forecasting, vol. 14, pp. 35-62 (1998).

[3] H.S. Hippert, C.E. Pedreira, R.C. Souza,"Neural networks for short-term load forecasting: A review and evaluation", IEEE Trans. Power Syst., Vol.16, No.1, pp. 44-55, 2001.

[4] E.D. McKenzie, " General exponential smoothing and the equivalent ARMA process," J. Forecasting, vol. 3, pp. 333-344 (1984).

[5] A.J. Rocha Reis, "Feature multiresolution analysis for short-term load forecasting", IEEE Trans. Power Syst., Vol.20, No.1, pp.189-198, 2005.

[6] A. Graps, "An introduction to wavelets", IEEE Computational Science & Engineering, Vol.2, No.2, pp. 50-61, 1995.

[7] M. Misiti, Y. Misiti, G. Oppenheim, J. M. Poggi, "Wavelet toolbox for use with MATLAB", The Math Works Inc., 1996.

[8] G. D. Magoulas, M. N. Vrahatis, G. S. Androulakis, "Improving the convergence of the backpropagation algorithm using learning rate adaptation methods", Neural Comp., Vol.11, pp. 1769-1796, 1999.

[9] A.D. Papalexopoulos, T. Peng, "An implementation of a neural network based load forecasting model for the EMS", IEEE Trans. Power Syst., Vol.9,No.4, pp. 1956-1962, 1994.

[10] NEM.[Online]. http://www.nemmco.com.au.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์

The design of Polymer Fiber Coupler Fabrication Prototype

กันตพงศ์ สุวรรณศักดิ์[1] ธีรวัฒน์ อุปลา[1] สมมาตร แสงเงิน[2] อธิคม ฤกษบุตร[2]
[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
[2]Optical Communication Research Lab ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 E-mail: s_kantapong@hotmail.com , birdteera@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอแนวคิด อธิบายขั้นตอนการออกแบบ และการสร้างอุปกรณ์ในแต่ละส่วน โดยนำทุกส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน ทั้งในส่วน ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟท์แวร์ ประกอบกันเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง พร้อมทั้งนำเครื่องที่ได้มาทดลองผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง และทำการพิจารณาการส่งผ่านกำลังแสงในบริเวณการคับปลิ้ง เพื่อนำผลที่ได้มาทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของคับเปลอร์ที่ได้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: คับเปลอร์เส้นใยนำแสง, ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังงานระหว่างโหมด, ผลิตคับเปลอร์

Abstract

This paper presents idea , step of design and making each component of fiber coupler fabrication prototype After that we combine both of hardware and software to fiber coupler fabrication prototype. Then we will use this machine to produce optical fiber coupler and analyze the optical power transmission while pulling then heated fibers are monitored to investigate the coupling characteristic of fiber coupler. In order to check the efficiency of fiber coupler for improvement.

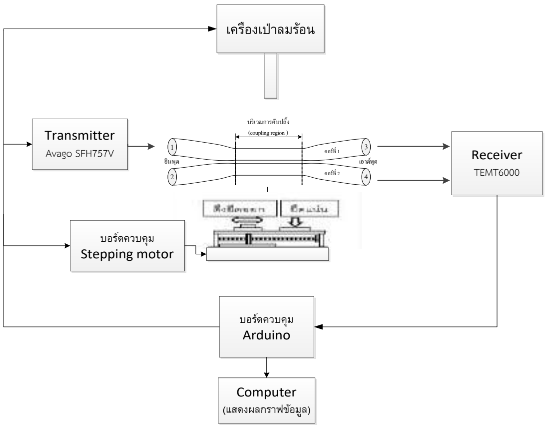
Keywords: fiber coupler, coupler mode theory

1. บทนำ

คัปเปลอร์เส้นใยนำแสง (optical fiber coupler) เป็นอุปกรณ์ทางสำคัญนำมาใช้ในระบบการสื่อสารข้อมูลทางแสง [1] ซึ่งมีหน้าที่ ทำการรวม หรือ แยกกระจายแสง ในปัจจุบันมีการสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสงในเชิงพาณิชย์แต่มีวิธีการผลิตที่ซับซ้อนและราคาสูง ซึ่งเวลาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาค้นคว้าพัฒนา และนำเสนอบทความ เช่น W. R. Sylvester และคณะ [2] ได้นำเสนอ การเครื่องสร้างคับเปลอร์แบบอัตโนมัติในการสร้างคับเปลอร์ชนิดแกนร่วม ต่อมา I. Yokohama และคณะ [3] ได้นำเสนอ การสร้างเครื่องผลิตคับเปลอร์แบบอัตโนมัติของการให้ความร้อนและการดึงที่ ทำให้ได้ Excess loss ต่ำ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบรวมและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงแบบหลอมรวมหรือ FBT (Fused Biconical Taper) ที่มีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน เพื่อนำมาทดลองผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ จากผลการทดลองวัดประสิทธิภาพคับเปลอร์ที่ได้พบว่าสัญญาณแสงที่ส่งเข้าไปบริเวณการคับปลิ้งของคับเปลอร์ จะเกิดการส่งผ่านกำลังงานแสงจากคอร์ของเส้นใยนำแสงเส้นที่ 1 ไปยังคอร์ของเส้นใยนำแสงเส้นที่ 2 ได้ ผู้จัดทำจึงสามารถนำเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงนี้นำไปศึกษาและพัฒนาในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่มีประสิทธิภาพต่อไป

2. ส่วนประกอบพื้นฐานและหลักการทำงาน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบเครื่องต้นแบบสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์

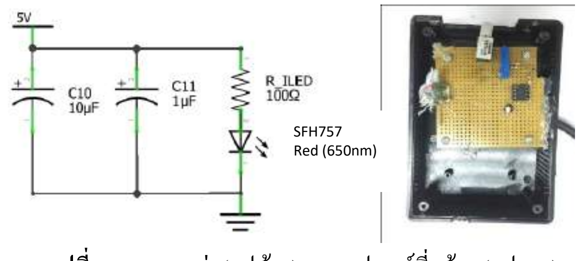
การออกแบบเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด FBT ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่ง

ประกอบด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino) ที่เป็นหัวใจในการควบคุมมอเตอร์สำหรับดึงเส้นใยนำแสง ควบคุมการเปิดปิดเครื่องเป่าลมร้อน และประมวลสัญญาณแสงขาออกที่วัดได้จากคับเปลอร์เพื่อนำมาแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบสัญญาณขาออกของคับเปลอร์ในลักษณะของกราฟ สำหรับหลักการทำงานของระบบ เส้นใยนำแสงสองเส้นจะถูกจัดวางให้ชิดกันในพื้นที่ที่กำหนด แล้วเป่าด้วยลมร้อนด้วยอุณหภูมิที่ทำให้เส้นใยนำแสงเริ่มหลอมละลายเข้าด้วยกัน จากนั้นจะถูกดึงยืดตามแนวแกนเส้นใยแก้วนำแสง เพื่อทำให้คอร์ของเส้นใยนำแสงทั้งสองเข้าใกล้กันจนเกิดการส่งผ่านสัญญาณแสงระหว่างคอร์ โดยระบบจะมีแหล่งกำเนิดแสงส่งแสงเข้าไปยังพอร์ตขาเข้าของคับเปลอร์ ในขณะที่พอร์ตขาออกทั้งสองพอร์ตจะมีตัวรับแสงส่งต่อไปยังคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลสัญญาณเปรียบเทียบกัน ในระหว่างที่ให้ความร้อนและดึงคับเปลอร์ ค่ากำลังแสงขาออกที่วัดได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาที่ทำการดึง (ขณะให้ลมร้อน) โดยระบบจะหยุดดำเนินการเมื่อได้ค่า split ratio ของสัญญาณแสงขาออกตามต้องการ

3. การออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 1 มีรายละเอียดในการออกแบบสร้างดังนี้

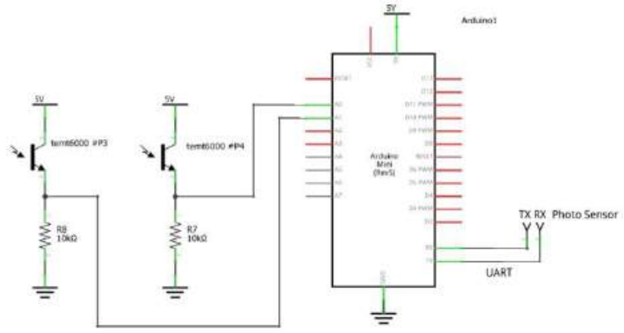
3.1 วงจรส่งสัญญาณแสง (Optical Trasmitter) เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งสัญญาณแสงของคับเปลอร์ ใช้วงจรขับกระแสทำงานร่วมกับอุปกรณ์ของ AVAGO เบอร์ SFH757V ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงสีแดงย่านความยาวคลื่น 650 nm สาเหตุที่เลือกใช้แสงสีแดงเนื่องจากสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้สามารถสังเกตเห็นกระบวนการคับปลิ้งแสงได้ชัดเจน ในส่วนของวงจรขับสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรภาคส่ง(รูปซ้าย) และอุปกรณ์ที่สร้าง (รูปขวา)

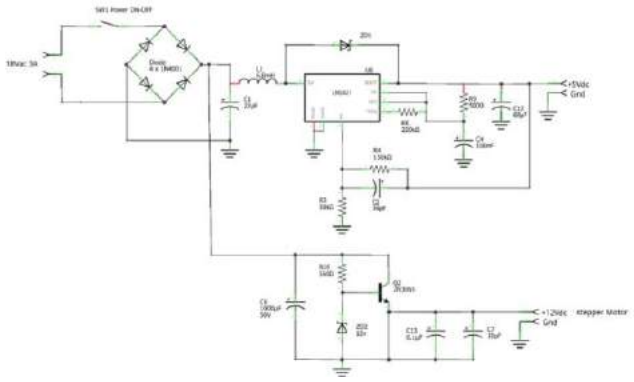
3.2 ภาครับสัญญาณแสง (Optical Receiver)

เลือกใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เบอร์ TEMT6000 สำหรับความยาวคลื่น 650 nm โดยทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งต่อไปยังบอร์ด Arduino เพื่อทำการแสดงผลยังหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตามแผนภูมิวงจรแสดงในรูปที่ 3 สำหรับรายละเอียดทางซอฟแวร์จะกล่าวในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3 วงจรภาครับสัญญาณแสงที่ต่อเข้ากับ Arduino

3.3 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (stepping motor) ในที่นี้เลือกใช้งานมอเตอร์แบบสเตปปิ้งมอเตอร์ ทำงานร่วมกับเฟืองทดรอบที่เป็นกลไกสำหรับดึงยืดเส้นใยนำแสง โดยทำงานอัตโนมัติตามคำสั่งที่ได้เขียนไว้ในบอร์ด Arduino ในส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 4 โดยรูปที่ 5 เป็นชิ้นงานสำหรับกลไกการดึงยืดเส้นใยนำแสงที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

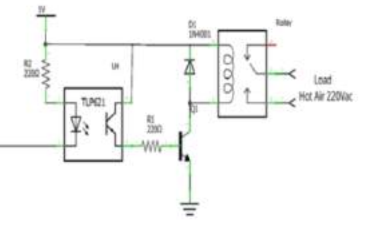


รูปที่ 4 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (stepping motor driver)

รูปที่ 5 ชุดเฟืองและกลไกขับเคลื่อนการดึงยืดเส้นใยนำแสง

3.4 ชุดควบคุมการให้ความร้อน ในที่นี้เลือกใช้เครื่องเป่าลมร้อนทั่วไป ซึ่งให้อุณหภูมิที่เพียงพอสำหรับเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ซึ่งมีจุดหลอมเหลวต่ำ อีกทั้งเครื่องเป่าลมร้อนสามารถควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล ที่สามารถประยุกต์ให้ตัวเครื่องสามารถทำงานอัตโนมัติได้โดยใช้บอร์ด Arduino เป็นตัวสั่งงาน และในขั้นตอนการทดลองได้ติดตั้งชุด

เทอโมมิเตอร์สำหรับมอนิเตอร์อุณหภูมิในขณะทำการทดลองไว้ด้วย สำหรับวงจรอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องเป่าลมร้อนกับชุดควบคุม Arduino แสดงดังรูปที่ 6



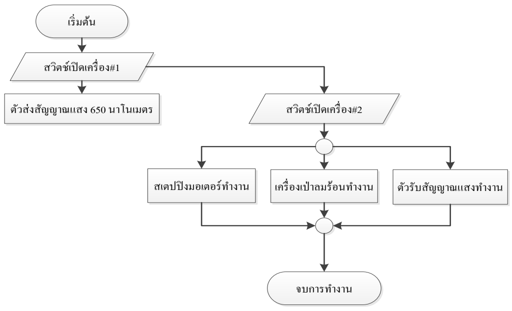
รูปที่ 6 วงจรควบคุมการให้ความร้อน

3.5 เครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง เมื่อนำส่วนประกอบต่าง ๆ ตามที่ได้อธิบายไว้ตอนต้นมาประกอบเป็นระบบ จะได้ชิ้นงานชุดเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 ชิ้นงานเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่จัดทำขึ้น

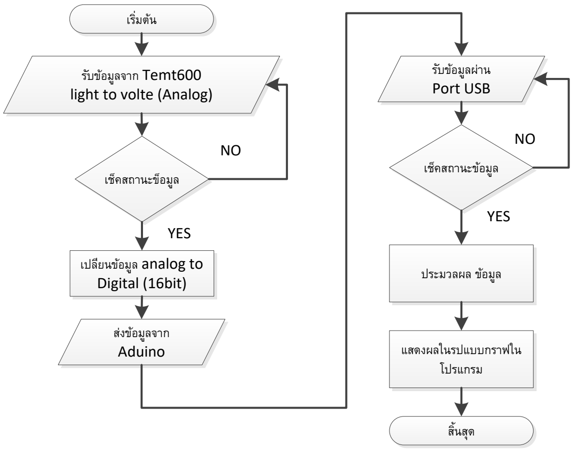
ในการแบบส่วนประกอบที่ใช้เป็นฐานรองรับเส้นใยนำแสงขณะได้รับลมร้อนและใช้เป็นส่วนของกลไกในการดึงยืดเส้นใยนำแสง จะใช้วัสดุที่เป็นอะลูมิเนียม ซึ่งมีความแข็งแรงและทนความร้อนได้สูง สร้างโดยเครื่อง CNC เพื่อให้ได้ตัวเครื่องตามมิติที่ต้องการ ทั้งนี้การควบคุมสั่งการจะมาจาก Arduino ในขณะที่สัญญาณแสงที่ตรวจวัดได้จะแสดงเป็นกราฟบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

3.6 การออกแบบซอฟต์แวร์ แนวคิดในการออกแบบซอฟต์แวร์แต่ละส่วนสามารถแสดงด้วยแผนภูมิตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนผังการทำงานของเครื่องผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง

จากรูปที่ 8 เริ่มต้นการทำงานโดยกดสวิตช์ตัวที่ 1 เพื่อทำการเปิดระบบควบคุม ตัวส่งสัญญาณแสงจะเริ่มทำงาน และ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 จะเป็นการสั่งให้ระบบทำงาน โดยบอร์ด Aduino จะสั่งให้สเตปปิ้งมอเตอร์ทำงานขับเคลื่อนกลไกการดึงยืดเส้นใยนำแสง ซึ่งมีเงื่อนไขการทำงานต่อเนื่อง 2 วินาทีหยุดทำงาน 2 วินาที วนไปเรื่อย ๆ ในขณะเดียวกันบอร์ด Aduino ก็จะสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อเปิดการทำงานของเครื่องเป่าลมร้อน และในส่วนของตัวรับสัญญาณแสงก็จะทำงานทันทีที่กดสวิตช์



รูปที่ 9 แผนผังการออกแบบการแสดงผลข้อมูล

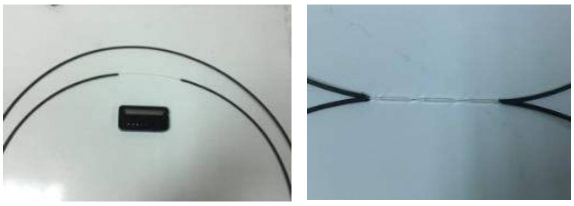
ในส่วนของการออกแบบและแสดงผลข้อมูลแสดงด้วยแผนผังในรูปที่ 9 การออกแบบจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนควบคุมที่อยู่ใน Aduino เริ่มต้นการทำงานจาก การรับข้อมูลจาก ตัวรับสัญญาณแสง Temt6000 โปรแกรมจะเช็คว่ามีข้อมูลเข้ามา ซึ่งสัญญาณที่เข้ามาจะอยู่ในรูปแบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบแอนะลอก โปรแกรมจะทำการแปลงข้อมูลเป็นดิจิทัลที่มีค่า16bit แล้วทำการส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตเชื่อมต่อแบบUSB ส่วนที่สอง เป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นมาโดยโปรแกรม Visual Basic โดยมีการทำงานของโปรแกรมเริ่มจากเช็คขอมูลที่พอร์ต USB ว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่ เมื่อได้รับข้อมูลมาจะถูกประมวลผลให้กลับมา มีค่าเท่ากับค่าแรงดันที่ตัวรับสัญญาณแสงรับได้ และนำมาแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟต่อไป

4. การทดสอบการทำงานของระบบ

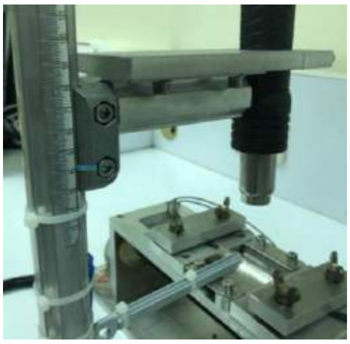
การทดสอบการทำงานของระบบเพื่อผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ ดำเนินการตามลำดับดังนี้

(1) เริ่มจากการนำเส้นใยนำแสงโพลิเมอร์สองเส้นมาปอกโค้ดติ้ง ออกให้เหลือเฉพาะส่วนของแคลดดิ้งและคอร์ยาวประมาณ 5 cm จากนั้นนำ

เส้นใยนำแสงทั้งสองมาพันเกลียวประมาณ 3 รอบ เพื่อให้เส้นใยนำแสงทั้งสองสัมผัสใกล้ชิดกัน ดังแสดงในรูปที่ 10 แล้วยึดปลายติดกับเครื่องในส่วนกลไกการดึง โดยตั้งระยะห่างจากเครื่องเป่าลมร้อนถึงเส้นใยนำแสงประมาณ 4 เซนติเมตร ดังรูปที่ 11

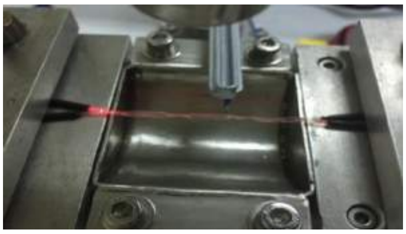


รูปที่ 10 การปอกโค๊ตติ้งของเส้นใยนำแสงและการพันเกลียว3รอบ



รูปที่ 11 ระยะห่างระหว่างเครื่องเป่าลมร้อนถึงเส้นใยนำแสง 4 cm

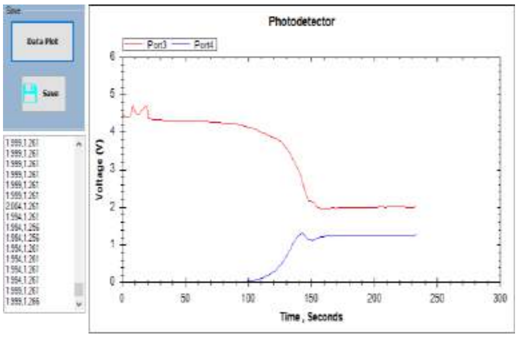
(2) ทำการกดสวิตช์เริ่มการทำงานของชุดสเตปปิ้งมอเตอร์เพื่อหมุนและดึงยืดเส้นใยนำแสง ในขณะเดียวกันเครื่องเป่าลมร้อนจะทำงานเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 145 °C ไปยังเส้นใยนำแสงเปลือยที่พันเกลียว ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 กลไกการยึดเส้นใยนำแสงขณะให้ความร้อน

(3) ป้อนสัญญาณแสงความยาวคลื่น 650 nm เข้าพอร์ตที่ 1 ของเส้นใยแก้วคู่ที่พันเกลียว ซึ่งจะเป็นคับเปลอร์ และทำการวัดความเข้มแสงขาออกที่พอร์ตที่ 3 และพอร์ตที่ 4 ของคับเปลอร์ ข้อมูลแสงที่วัดได้จะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแสดงผลเป็นกราฟ ดังรูปที่ 13

เมื่อให้ความร้อนด้วยเครื่องเป่าลมร้อนและการดึงปลายเส้นใยนำแสงทั้งสองด้วยสเตปปิ้งมอเตอร์ที่ในเวลาการดึงเท่ากับ 150 วินาที จะพบว่าคอร์ของเส้นใยนำแสงทั้งสองเข้าใกล้กันมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการส่งผ่านกำลังแสงระหว่างเส้นใยนำแสงทั้งสอง โดยค่ากำลังแสงที่ได้จากพอร์ตขาออกของคับเปลอร์ แสดงได้ดังกราฟในรูปที่ 13



รูปที่ 13 กราฟการผ่านกำลังงานแสงระหว่างเส้นใยนำแสง

เมื่อนำผลที่ได้จากกราฟรูปที่ 13 มาคำนวณหาค่า Excess loss ได้เท่ากับ 1.51 dB ซึ่งมีแนวโน้มที่ดีตามแนวทางทฤษฎีการส่งผ่านกำลังงานระหว่างโหมด และสามารถนำคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้ไปใช้ได้จริง จากผลการทดลองดังกล่าว จึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงเครื่องต้นแบบสำหรับการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง ที่มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอขั้นตอนการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์แต่ละส่วนของเครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ซึ่งในส่วนฮาร์ดแวร์ได้มีการกล่าวถึงวงจรภาครับวงจรภาคส่ง วงจรควบคุมการให้ความร้อน รวมถึงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เมื่อนำส่วนประกอบข้างต้นมาประกอบ กันก็จะได้ตัวเครื่องต้นแบบที่สามารถทำการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงได้ ส่วนซอฟแวร์ ได้มีการอธิบายในส่วนของขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการสั่งงานต่างๆ รวมทั้งการแสดงผลกำลังงานที่วัดได้ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ผลิตได้ซึ่งจากผลที่ได้พบว่าคับเปลอร์ที่ทำการผลิตมีค่า Excess loss = 1.51 dB ซึ่งเป็นที่น่าพอใจจึงสามารถสรุปได้ว่า เครื่องผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงสามารถผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] อธิคม ฤกษบุตร, “เส้นใยแก้วนำแสงและการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น,” กุมภาพันธ์ 2543.

[2] W. R. Sylvester, Jr. and J. C. McKeeman, “Automation of Fiber Optic Polished Coupler Fabrication” *IEEE Proceeding, Session 8D3*,1990

[3] I. Yokohama, J. Noda, K. Okamoto, “Fiber-Coupler Fabrication with Automatic Fusion - Elongation Processes for Low Excess Loss and High Coupling-Ratio Accuracy” *IEEE of Light wave Tech*, Vol.LT-5. No.7. July 1987.

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาลด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานความจริง

Development of Learning Media in Topics of Solar System using Augmented Reality Technology

สุภัทรา เกิดเมฆ[1] จินดาหรา นิราศสูงเนิน นายณัฐนนท์ ธำรงทรัพย์[1] วิทยา ศรีกุล[1] สนั่น จันทร์พรม[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ.สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 08-1877-6402 E-mail: supattra@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ และให้ความรู้แก่ผู้ที่มาเยี่ยมชมหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา ซึ่งนำเสนอในรูปแบบแอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และได้มีการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) ที่สามารถแสดงโมเดลสามมิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริงมาใช้ในการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เยี่ยมชมได้เห็นและเรียนรู้ด้วยภาพและเสียงที่ดียิ่งขึ้น ด้วยการใช้ภาษา C# ในการกำหนดการทำงานของแอปพลิเคชันโดยใช้ไลบรารี Vuforia ในการสร้างแอปพลิเคชัน ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 คิดเป็นร้อยละ 89.98

คำสำคัญ: ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, ระบบสุริยะจักรวาล, โลกเสมือนผสานโลกจริง

Abstract

This article are promoting learning and educating the people who visit the Regional Observatory for the Public, Nakhon Ratchasima, presented as a mobile application that run on the Android operating system. And use augmented reality, the technology that combine virtual and reality together, the 3D models can actually float above the surface for a presentation, so visitors can learn through images and sounds even better. An application is developed by using C# language and the library vuforia to build application. The system users' satisfaction level was very good. The mean was 4.49, representing 89.98 percent.

Keywords: Android Operating System, Solar System, Augmented Realityd

1. บทนำ

เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality : AR) [1] พัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real world) และโลกเสมือน (Virtual world) เข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด

จากการสืบค้นข้อมูลงานที่มีความคล้ายคลึง และเกี่ยวข้องนั้นมีงานวิจัย [2] เกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งถือว่าเป็นมิติใหม่ทางด้านการศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ อยากรู้อยากเห็น เรียนรู้สิ่งใหม่ สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น จนนำไปสู่สังคมการเรียนรู้ งานวิจัยเรื่องต่อมา [3] [5] และ [6] ได้นำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็วกว่าการเรียนด้วยบทเรียนแบบเดิมที่เป็นภาพแบบสองมิติ งานวิจัยเรื่องต่อมา [4] พัฒนาระบบที่ประยุกต์ใช้เทคนิคโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อช่วยในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทยทั้ง 44 ตัว ในการพัฒนาระบบได้ใช้ FLARToolkit ช่วยในการพัฒนาระบบ ส่วนในผลงานที่ [7] ได้พัฒนาหนังสือการ์ตูนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องพระมหาชนกโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงซึ่งช่วยเพิ่มความสนใจให้ผู้อ่านในการอ่านหนังสือ เกิดจินตนาการร่วม และเห็นภาพสามมิติในขณะอ่านหนังสือ

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมา คณะผู้จัดทำจึงนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมาใช้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง "ระบบสุริยะจักรวาล" โดยใช้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

ในการศึกษา เพื่อให้การเรียนรู้เนื้อหาไม่ใช่เพียงเป็นการศึกษาจากตำรา และรูปภาพแบบสองมิติต่อไป

2. การออกแบบและพัฒนาระบบ

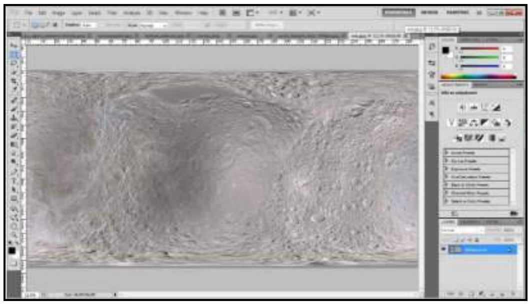
ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานไว้ดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล

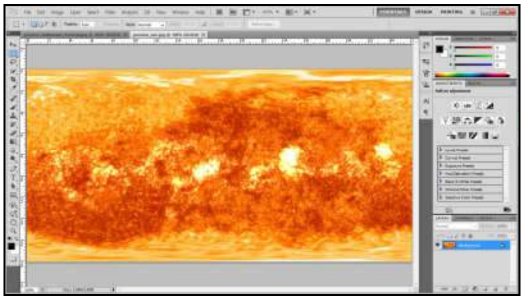
ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดวงอาทิตย์ และจำลองการเกิดพายุสุริยะ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ ศึกษาหลักการและวิธีการของเทคนิคโลกเสมือนผสานโลกจริงจากตำรา เอกสาร งานวิจัย และสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเอาใช้ในการพัฒนาระบบ

2.2 การออกแบบและพัฒนาโมเดลสามมิติ

คณะผู้จัดทำใช้โปรแกรม Unity 3D ในการออกแบบและพัฒนาโมเดล สามมิติ ซึ่ง Unity เป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ฟรี สามารถรองรับการทำงานหลายแพลตฟอร์ม คณะผู้จัดทำใช้การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือสำเร็จรูปที่มีอยู่ภายในโปรแกรม Unity จากนั้นจะทำการใส่ลวดลาย (Texture) ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 การสร้างลวดลายวงแหวนของดาวเฮาเมอา



รูปที่ 2 การสร้างลวดลายของดวงอาทิตย์

2.3 การออกแบบและพัฒนามาร์คเกอร์

คณะผู้จัดทำใช้รูปที่ได้จากการเรนเดอร์ภาพสามมิติด้วยโปรแกรม Unity 3D มาพัฒนาเป็นมาร์คเกอร์ โดยการตกแต่งเพิ่มเติมด้วยโปรแกรม Photoshop ทำให้ได้มาร์คเกอร์ที่มีความหมายสัมพันธ์กับรูปแบบของโมเดล ซึ่งทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ในการกำหนดมาร์คเกอร์ให้แก่ระบบนั้นสามารถทำได้โดยการเข้าใช้งานระบบ Vuforia Developer Portal เพื่ออัปโหลดรูปที่ต้องการใช้เป็นมาร์คเกอร์ และเมื่ออัปโหลดเสร็จแล้ว Vuforia จะทำการตรวจหาเอกลักษณ์และจุดตัดของรูป เพื่อบันทึกค่าไว้จึงจะสามารถทำการดาวน์โหลดจาก Portal ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

รูปที่ 3 ตัวอย่างการตรวจหาเอกลักษณ์ของรูป

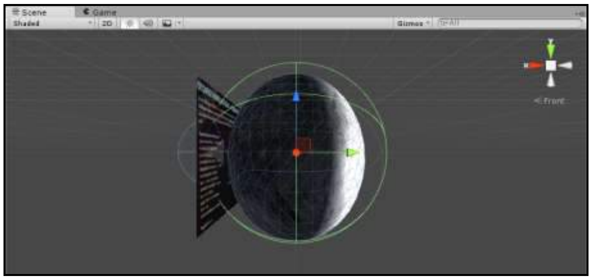
```
<ImageTarget name="ERIS_2" size="500.000000 333.333344" />
<ImageTarget name="HAUMEA_2" size="500.000000 421.875000" />
<ImageTarget name="PLUTO_2" size="500.000000 365.979370" />
<ImageTarget name="MAKEMAKE_2" size="500.000000 265.690369" />
<ImageTarget name="NEPTUNE_2" size="500.000000 306.756744" />
<ImageTarget name="KAIPER_2" size="500.000000 435.993561" />
<ImageTarget name="VENUS_2" size="500.000000 389.344269" />
<ImageTarget name="MAR_2" size="500.000000 286.096252" />
<ImageTarget name="SATURN_2" size="500.000000 353.185608" />
<ImageTarget name="CERES_2" size="500.000000 273.097839" />
<ImageTarget name="COMET_2" size="500.000000 226.710205" />
<ImageTarget name="URENUS_2" size="500.000000 284.946228" />
<ImageTarget name="JUPITER_2" size="500.000000 257.978729" />
<ImageTarget name="as" size="500.000000 184.971100" />
<ImageTarget name="EARTH_2" size="500.000000 216.755325" />
<ImageTarget name="MERCURY_2" size="500.000000 219.945358" />
<ImageTarget name="SUN_2" size="500.000000 241.701248" />
<ImageTarget name="venus" size="500.000000 645.061707" />
<ImageTarget name="mercury" size="500.000000 605.493164" />
<ImageTarget name="sun" size="500.000000 596.866089" />
<ImageTarget name="Makemake" size="500.000000 352.014008" />
<ImageTarget name="uranus" size="500.000000 665.311646" />
<ImageTarget name="Saturn" size="500.000000 606.932129" />
<ImageTarget name="pluto" size="500.000000 361.896851" />
<ImageTarget name="Neptune" size="500.000000 596.715332" />
```


รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลของเครื่องหมายที่ได้กลับมาจาก Vuforia Developer Portal

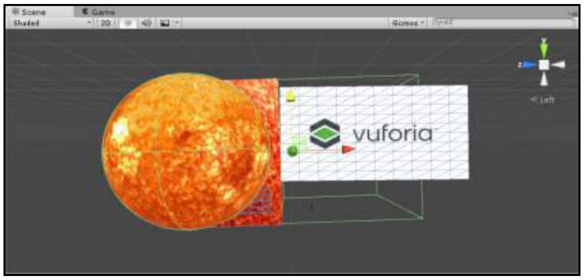
2.4 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้โปรแกรม Unity 3D ร่วมกับใช้ไลบรารี Vuforia เพื่อ

เชื่อมโยงมาร์คเกอร์ที่พัฒนาในข้อ 2.3 กับโมเดลในข้อ 2.2 ให้แท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถอ่านค่ามาร์คเกอร์ผ่านกล้องแล้วแสดงผลโมเดลสามมิติที่ตรงกันได้ และใส่สคริปต์ที่กำหนดการทำงานต่าง ๆ ให้แก่ปุ่มเพิ่ม ลดขนาดของโมเดล ปุ่มคำสั่งให้โมเดลหมุนรอบตัวเอง ปุ่มเล่นเสียงคำอธิบายประกอบ ปุ่มคำสั่งให้ทำการเปิดวิดีโอจำลองการเกิดพายุสุริยะของดวงอาทิตย์ ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์การบินอวกาศก็อดเดิร์ด (NASA Goddard) ดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 5 หน้าต่างโหมด AR Planet เมื่อพบมาร์คเกอร์ของดาวเฮาเมอา



รูปที่ 7 หน้าต่างโหมด AR Planet เมื่อพบมาร์คเกอร์ของดวงอาทิตย์และกดปุ่มเล่นวิดีโอการเกิดพายุสุริยะ

3. ผลการพัฒนาและทดสอบระบบ

3.1 ด้านระบบ

สื่อการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล ประกอบด้วยโมเดลสามมิติของดาวเคราะห์ 8 ดวง ดาวเคราะห์แคระ 5 ดวง ดวงอาทิตย์ และจำลองการเกิดพายุสุริยะ โมเดลทั้งหมดสามารถเพิ่ม ลดขนาดโมเดล หมุนเปลี่ยนมุมมอง เคลื่อนไหวโดยการหมุนด้วยตัวเอง และมีคำอธิบายเสียง จากปัญหาที่พบ คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับการตรวจหามาร์คเกอร์ เช่น แสงที่ตกกระทบ ความคมชัดของกล้องตรวจจับ ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดในการแสดงโมเดลได้ ผลการทดสอบโดยการใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังแสดงในรูปที่ 8 และรูปที่ 9

รูปที่ 8 หน้าจอโหมด AR Planet เมื่อพบเครื่องหมายของดาวเฮาเมอา

รูปที่ 9 หน้าจอโหมด AR Planet ของดวงอาทิตย์และกดปุ่มเล่นวิดีโอการเกิดพายุสุริยะ

3.2 ด้านการประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

ผลการประเมินจากความพึงพอใจที่มีต่อระบบ จะประเมินจากเจ้าหน้าที่ประจำหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา 5 คน นักเรียน/นักศึกษา 17 คนและผู้เข้าชมทั่วไป 88 คน เกณฑ์คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคอร์ท (Likert Scale) [8] ผลการประเมินแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

คุณภาพ	**ระดับคะแนนเฉลี่ย (เต็ม 5)**	***SD***	**การแปลผล**
ด้านเนื้อหา	4.47	0.54	ดี
ด้านสื่อ	4.44	0.61	ดี
การใช้งาน	4.58	0.55	ดีมาก
เฉลี่ย	**4.49**	**0.57**	**ดี**

จากตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยรวมของทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 คิดเป็นร้อยละ 89.98

4. สรุป

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาล โดยการนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมาประยุกต์ใช้ ถูกออกแบบให้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เมื่อนำมาใช้กับหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา ทำให้ผู้เยี่ยมชมสามารถเห็นรูปที่เสมือนจริงได้ จึงทำให้สามารถเข้าใจเพิ่มมากขึ้น เมื่อนำไปทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับดี สามารถนำระบบดังกล่าวไปเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเยี่ยมชมหอดูดาว

เอกสารอ้างอิง

[1] พนิดา ตันศิริ, “โลกโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented reality),” *วารสารนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 2, หน้า 169-175, 2553.

[2] วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, “การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง,” *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, หน้า 119-127, พฤษภาคม – สิงหาคม 2554.

[3] ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, กรวัฒน์ พลเยี่ยม, พนิดา วังคะฮาต และ ปุริม จารุจำรัส, “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้,” *วารสารหน่วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 21-27, มกราคม – มิถุนายน 2557.

[4] สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และ ณัฐวี อุตกฤษ์, “การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9*, พ.ศ. 2556, หน้า 903-909.

[5] สุพจน์ สุทาธรรม และ ณัฐพงศ์ พลสยม, “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม* ครั้งที่ 2, พ.ศ. 2559, หน้า 9-14.

[6] ณัฏฐ์ ดิษเจริญ, ฐิติกร ประครองญาติ, นลพรรณ ประลอบพันธุ์ และ สุภาพร พรไตร, “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องเซลล์และโครโมโซมด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ* ครั้งที่ 10, พ.ศ. 2557, หน้า 419-424.

[7] นริศรา กาพมาตย์ และ ชนาธรณ์ ธูปพุดซา, “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้สำหรับหนังสือการ์ตูน สามมิติ เรื่องพระมหาชนก,” สารนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศภาควิชาคณิตศาสตร์สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย, 2554.

[8] มนต์ชัย เทียนทอง, สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การศึกษากระบวนการหาเส้นทางใหม่ของโพรโทคอล RPL สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

A Study of Routing Recovery in RPL Protocol for Wireless Sensor Networks

มุกระวี มะดะเรส[1], เอกรัฐ รัฐกาญจน์[1]

[1] คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 โทรศัพท์ 0-2988-3655 E-mail: mukrawi@mutacth.com[1], ekarat@mutacth.com[1]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ถูกนำมาพัฒนา และประยุกต์ใช้ในหลายๆด้าน เช่น ด้านเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น เครือข่ายประเภทนี้มีความสามารถในการส่ง หรือรวมรวบข้อมูล เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ สำหรับศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ การสูญหายของอุปกรณ์โหนดในเครือข่าย ที่เกิดจากปัจจัยต่างๆนั้น ก่อให้เกิดปัญหาที่จะทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูล หรือนำไปสู่การสูญเสียข้อมูลในระหว่างการส่งได้ งานวิจัยนี้ได้ศึกษา และทดสอบการค้นหาเส้นทางภายใต้โพรโทคอล IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Network (RPL) ในเครือข่าย IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network (6LoWPAN) การทดสอบการจำลองเครือข่ายถูกออกแบบบน Cooja Simulator เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการค้นหาเส้นทางในการจำลองสภาพแวดล้อมในอาคาร และส่งผลต่อการทำงานของโหนดในเครือข่าย เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายในสภาพแวดล้อมจริงต่อไป โดยได้ทำการจำลองเครือข่ายซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายที่มีจำนวน 10 โหนด และ20 โหนด ตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลกระทบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโหนดหลังจากที่โหนดในเครือข่ายเกิดการสูญหาย และการใช้พลังงานในการค้นหาเส้นทางใหม่ จากการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าโหนดข้างเคียง โหนดที่สูญหายไปจะมีการใช้พลังงานที่สูงกว่าโหนดอื่นในเครือข่าย เฉลี่ย 36% และ 25% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, RPL Routing Protocol, 6LoWPAN

Abstract

Nowadays, Wireless Sensor Networks (WSNs) has been developed and applied in agriculture, industry, etc. WSN is used for data collection and analysis, obtained from the various environments. Node failure is one of the major factors causing wireless sensor network faults, such as delay or packet loss. In this paper, we study and test the effect of node failure under RPL, IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Network transmission of IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network (6LoWPAN). The study is conducted by using Cooja simulator in different scenarios, i.e., ten and twenty nodes. The experiment is aimed to find the effect on the relationship among nodes regarding the power usage for routing recovery. The experimental results show that the power consumption of the closet node have been increased 36% and 25% respectively.

Keywords: Wireless Sensor Networks, RPL Routing Protocol, 6LoWPAN

1. บทนำ

ทุกวันนี้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายล้วนมีหน้าที่ในการตรวจจับปรากฏการณ์ต่างๆ (physical phenomena) ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย เช่น ฟาร์มอัจฉริยะ ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการตรวจวัดปริมาณแสง หรือการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ในระบบให้ทำงาน หรือสั่งงานต่อไป [1]

การใช้งานอย่างหลากหลายบนเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเหล่านี้มีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น พลังงาน หน่วยความจำ หรือการประมวลผลที่มีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลต่อการส่งข้อมูลในเครือข่ายจากต้นทางไปยังปลายทาง ทำให้เกิดความล่าช้า, ข้อมูลสูญหาย และโดยโครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย ที่มีหน้าที่ในการตรวจจับปรากฏการณ์ต่างๆนั้น มีอุปสรรคในสภาพแวดล้อมที่ไม่เสถียร ที่เกิดจากความถี่คลื่นวิทยุ จึงจำเป็นต้องส่งแพ็คเก็ตข้อมูลระหว่างโหนดตามเส้นทางที่สั้นที่สุด และดีที่สุด นักวิจัยได้ริเริ่มในการสร้างมาตรฐานโพรโทคอลการสื่อสาร และการพัฒนาโพรโทคอลอินเทอร์เน็ต สำหรับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติของโพรโทคอลเส้นทาง (Routing Protocol) สำหรับเครือข่ายที่ใช้พลังงานต่ำ (Low-Power) และเครือข่ายที่มีการสูญเสียข้อมูล (Lossy-Networks) หรือเรียกสั้นๆว่าโพรโทคอล IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Network (RPL) [2] มาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

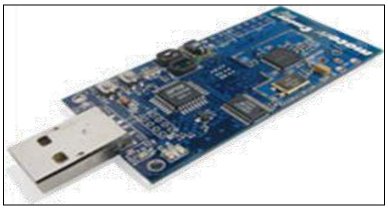
การสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เพื่อนำมาพัฒนากับอุปกรณ์IoT [3][4] โหนดในเครือข่ายที่มีความสัมพันธ์ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดในกราฟระบุทิศทางนั้น ถือมีความสำคัญในการเลือกจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกโหนดที่เหมาะสมในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง ด้วยเส้นทางที่ดีที่สุด [5][6]

งานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองการเชื่อมต่อการสื่อสาร เพื่อค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด ในกรณีที่บางโหนดในเครือข่ายเกิดการสูญหาย โดยจำลองการส่งข้อมูลที่เป็นแพ็คเก็ต IPv6บนเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล หรือที่เรียกว่า IPv6 over Low-power wireless personal area network (6LoWPAN) [7] ในหมู่ของเซ็นเซอร์โหนดที่ใช้พลังงานต่ำ และทดสอบประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลในเครือข่าย บนแบบจำลอง Cooja Simulator[8][9] เพื่อลดการใช้พลังงานที่มีแหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks)

การจำลองเครือข่ายอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย ที่มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารในระยะสั้นนั้น จะถูกนำมาใช้งานกระจายอยู่ในพื้นที่หรือในสิ่งแวดล้อมที่สนใจ เพื่อตอบสนองความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมโดยอัตโนมัติ และผู้วิจัยได้จำลองฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้คือ Tmote Sky เนื่องจากสามารถนำไปติดตั้งในพื้นที่จริงต่อไปได้ [10]



รูปที่ 1 Tmote Sky

สิ่งที่เป็นลักษณะพิเศษของโหนดประเภทนี้ คือมีการเพิ่มส่วนของเซ็นเซอร์อุณหภูมิความชื้นในอากาศ และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงลงบนโหนดด้วย มีพอร์ท USB ในการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้การเขียนโปรแกรม หรือการเก็บข้อมูลทำงานได้ง่าย การรับส่งข้อมูลอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 หรือในช่วงความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ต

2.2 Non-WiFi Device Analysis

การตรวจสอบสภาพแวดล้อมในย่านความถี่ 2.4 GHz เพื่อวิเคราะห์สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมจริง ที่ส่งผลต่อการส่งข้อมูล และพลังงาน รวมถึงการนำอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์Tmote Sky มาติดตั้งในสถานที่จริง โดยใช้อุปกรณ์ AirMagnet Spectrum XT ตรวจสอบความหนาแน่นของช่องสัญญาณ และสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในอาคารQชั้น 1 คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร โดยคำนวณค่าเฉลี่ยการใช้พลังงาน และDuty Cycle ในเครือข่ายที่มี RSSI จากการตรวจพบอุปกรณ์ภายในอาคารโดยเปรียบเทียบกับระยะทาง เช่น โทรศัพท์ไร้สาย แทปเล็ท รวมถึงอุปกรณ์การเรียน เช่น เมาส์ไร้สาย ผลที่ตามมาจะทำให้เกิดการ retransmission แพ็คเก็ตข้อมูลในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ซึ่งเกิดจากการรบกวนของอุปกรณ์อื่น

2.3 โพรโทคอล RPL

โพรโทคอล IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Network หรือRPL เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการกำหนดเส้นทางในเครือข่าย โดยถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ใช้พลังงานต่ำ และมีการสูญเสียของข้อมูล ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการสร้างเส้นทางของโพรโทคอล RPL ในเครือข่าย 6LoWPANที่มีกลไกการบีบอัดข้อมูลแบบ encapsulation และ header เพื่อให้สามารถรับ-ส่ง แพ็คเก็ต IPv6 ผ่านเครือข่ายที่ใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 และเพื่อสนับสนุนอุปกรณ์ IoT ที่รองรับ IPv6 ที่จะมีจำนวนมากขึ้นในอนาคต ส่วนการกำหนดเส้นทางของRPLนั้นใช้ตารางเส้นทาง (Routing Table) อัลกอริทึมDistance-Vector โดยแต่ละโหนดในเครือข่ายจะถูกจัดลำดับการส่ง (rank) เพื่อจำแนกโหนดแม่ (Parent node) ออกจาก โหนดเครือญาติ (Sibling node) มีการสร้างกราฟของเส้นทางในการสื่อสารผ่านเครือข่าย หรือเรียกว่า Destination Oriented Directed Acyclic Graph (DODAG) ซึ่งเป็นการอนุญาตให้โหนดหลักในเครือข่ายมีเพียงแค่โหนดเดียว (Root node) นอกจากนี้ลักษณะโครงสร้างการเชื่อมต่อโหนดยังสามารถมีการเชื่อมเป็นโครงข่ายย่อยในโครงข่ายหลักได้ เรียกว่า Directed Acyclic Graph (DAG) โดยขณะเริ่มสร้างเครือข่าย (Topology forming) โหนดหลักจะเป็นผู้เริ่มส่งแพ็คเก็ตที่เรียกว่า DIO (DAG Information Object) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายการส่ง ไปยังโหนดรอบข้างเพื่อใช้ในการกำหนดการเชื่อมต่อ และทำการส่งข้อมูล โดยจะทำการส่งไปทั่วทั้งเครือข่าย และเมื่อเกิดปัญหาเส้นทางใช้งานไม่ได้ ระบบก็จะเข้าสู่การทำงานในส่วนของการซ่อมเส้นทางโหนด โดยจะทำการเลือกโหนดแม่ใหม่ จากนั้นจะส่งแพ็คเก็ตที่เรียกว่า DODAG Information Solicitation (DIS) ออกไปยังโหนดเครือญาติในเครือข่ายต่อไป จากลักษณะโครงสร้าง และองค์ประกอบของเครือข่ายโทโพโลยีที่มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจึงควรมีลักษณะเครือข่ายแบบลำดับชั้น (Hierarchical flat network) โดยโครงสร้างเครือข่ายถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.) Upward Routing : โครงสร้างโทโพโลยีของ RPL เป็นแบบโครงสร้างทรี (tree) ถูกออกแบบมาให้ส่งข้อมูลแบบ multipoint-to-point การสร้าง

เส้นทางจากโหนดหลัก (Root node) โดยจะส่งข้อความ DIO ไปยังโหนดเครือญาติ ใน Acyclic Graph โดยข้อความ DIO คือ ค่าอันดับ (Rank) โดยแต่ละโหนดในเครือข่ายจะคำนวณจาก OF (Objective Function) ซึ่งใช้สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลในเครือข่าย โดยเมื่อโหนดใดๆได้รับข้อความ DIOแล้ว จะทำการเลือกโหนดที่มีค่าอันดับต่ำสุดเพื่อเป็นโหนดแม่ (parent node) จากนั้นจะส่ง DIO ต่อกันไปจนกว่าในเครือข่ายจะได้รับ ข้อความDIO ทั้งหมด

2.) Downward Routing: จากโครงสร้างการส่งข้อมูลแบบ multipoint-to-point ใน Upward Routing โพรโทคอลRPL ยังมีคุณลักษณะเพิ่มเติม ที่ใช้ลักษณะการส่งข้อมูล แบบpoint-to-multipoint หรือ point-to-point โดยการส่งข้อความ Destination Advertisement Object (DAO) โดยโหนด RPL ในเครือข่ายจะส่งข้อความ DAO ในทิศทางขึ้นไปหาโหนดหลัก เมื่อโหนดแม่ได้รับข้อความ DAO จากโหนดที่มีค่าลำดับต่ำกว่า โหนดแม่จะทำการเก็บที่อยู่ปลายทางจากข้อความ DAO

3. รายละเอียดการพัฒนา

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองปัญหาที่เกิดจากเส้นทางในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่เกิดความบกพร่องในการส่งข้อมูล โดยนำซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจำลองการวัดประสิทธิภาพเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายบนระบบปฏิบัติการ Contiki ที่ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก หรือIoT ที่ต้องการประหยัดพลังงาน มีต้นทุนที่ต่ำ สถานการณ์จะถูกจำลองบน Cooja simulator 2.7 ที่สามารถจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย รวมถึงจำลองการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ประเภท Tmote Sky เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้งานกับเครือข่ายจริง ตารางที่ 1 เป็นข้อมูลการตั้งค่าการทดสอบบนแบบจำลอง Cooja โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโพรโทคอล RPL เมื่อโหนดเพื่อนบ้านมีการสูญหาย

ตารางที่ 1 การตั้งค่าพารามิเตอร์บนแบบจำลองCooja

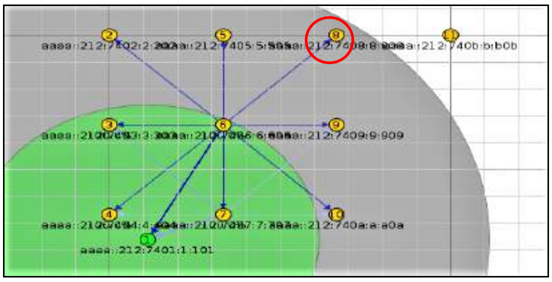
Factor	Value
Sensor motes	Tmote Sky
Area	100 m x 100 m
Physical Layer	802.15.4
MAC protocol	ContikiMAC
Routing Protocol	RPL
Transport Layer	UDP
Operating System	Contiki OS
Number of nodes	10, 20
Data rate	0.5 packet/second

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของการเลือกเส้นทางเมื่อโหนดในเครือข่ายเกิดการสูญหาย คือความสามารถในการรับแพ็คเก็ตข้อมูลสำเร็จในเครือข่ายที่มีขนาด 100 เมตร x 100 เมตร แต่mote เซ็นเซอร์ไร้สายมีข้อจำกัดในการสร้างโทรโพโลยีได้เพียงขนาดเล็กไม่เกิน 40 โหนด การรับส่งข้อมูลทั้งหมดใช้ UDP เป็นโพรโทคอลการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราข้อมูลเท่ากับ 0.5 แพ็คเก็ตต่อวินาที ไฟล์และฟังก์ชันที่มีส่วนสำคัญในการค้นหาเส้นทางของโพรโทคอลRPL ในการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดของกราฟเส้นทาง(DODAG) กรณีที่เกิดการสูญหายของโหนด คือ rpl-config.h , rpl-of0.c, rpl-mhrof.c บนแบบจำลอง Cooja Simulator

4. การทดสอบการใช้งาน

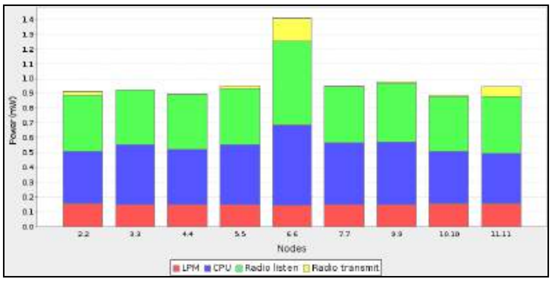
งานวิจัยนี้ได้จำลองสถานการณ์การติดตั้งเซ็นเซอร์ไร้สาย Tmote sky ในอาคาร กำหนดอุปกรณ์ เป็น 2 ประเภท คือ โหนดที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล และโหนดที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังโหนดรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการสื่อสารด้วย IPv6ในเครือข่าย 6LowPAN ที่ใช้ RPL ในการค้นหาเส้นทาง เมื่อโหนดเกิดการสูญหาย รวมถึงวิเคราะห์ความหนาแน่นที่เกิดขึ้นจากการส่งRPL Control Message เมื่อเส้นทางในเครือข่ายเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยช่องสัญญาณการทดสอบอยู่ที่ Channel 11

การทดลองที่ 1 กำหนดโหนดที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล จำนวน 1 โหนด (ID1) และโหนดที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูล จำนวน 10 โหนด (ID2 -ID11) และจากนั้นทำการจำลองสุ่มการสูญหายของโหนด โดยการทดลองนี้โหนดที่เลือก คือโหนดID 8 ในเครือข่าย 6LoWPAN ดังรูปที่ 2



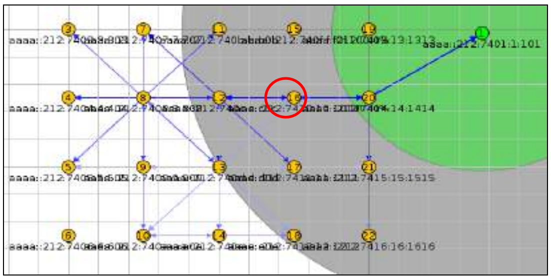
รูปที่ 2 การจำลองการสูญหายของโหนดID 8

จากการทดลองวิเคราะห์แพ็คเก็ต Radio messages ในแบบจำลองCooja โดยให้6LoWPAN Analyzer ในการแสดงข้อมูล RPL Control Message เมื่อเกิดการสูญหายของโหนดID 8 ในเครือข่าย พบว่ามีการส่ง RPL Control Message ในการสร้างDODAGใหม่ ซึ่งส่งผลต่อพลังงานบนตัว Tmote Sky โหนดID 6 ในการสร้างเส้นทางที่ดีที่สุด ดังรูปที่ 3 ในการคำนวณ Rank จากการเปรียบเทียบระยะทางของโหนดที่ต่างกัน ส่งผลให้ค่าพลังงานการสร้างเส้นทางใหม่ของโหนดID 6ที่อยู่ใกล้เคียงสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 36 %



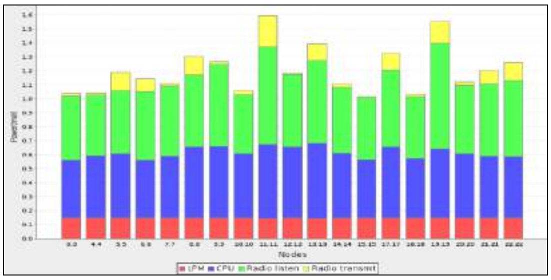
รูปที่ 3 ค่าพลังงานของโหนด Tmote Sky ที่มีการสูญหายของโหนดID 8

การทดลองที่ 2 กำหนดโหนดที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล จำนวน 1 โหนด (ID1) และโหนดที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลจำนวน 20 โหนด (ID3-ID22) จากนั้นทำการจำลองสุ่มการสูญหายของโหนด ID 16 ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การจำลองการสูญหายของโหนดID16

จากการทดลองพบว่ามีความแตกต่างจากการทดลองที่ 1 ที่มีจำนวนโหนดที่น้อยกว่า และการสุ่มการสูญหายของโหนด ID16 อยู่ระหว่างกลางที่มีโหนดอื่นๆ ล้อมรอบ ส่งผลต่อพลังงานการสร้างเส้นทางใหม่จากการคำนวณ Rank พลังงานที่สูงขึ้นของโหนดข้างเคียงโดยเฉลี่ยที่ 25% ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ค่าพลังงานของโหนด Tmote Sky ที่มีการสูญหายของโหนดID 16

5. สรุป

จากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย บน Cooja Simulator โดยจำลองการใช้พลังงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ Tmote Sky บนเครือข่าย 6LoWPAN ที่ใช้ IPv6 รวมถึงการศึกษาโพรโทคอลสำหรับการค้นหาเส้นทาง RPL จากการคำนวณระยะทางเมื่อเกิดการสูญหายของโหนดในเครือข่าย ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากพลังงานจากแบตเตอร์รี่ที่ไม่เพียงพอหรือการรบกวนของสัญญาณในสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งผลจากการทดลองนั้น จากการวิเคราะห์การส่งข้อมูล RPL Control Message เมื่อมีการสร้างเส้นทางใหม่ จะทำให้โหนดที่อยู่ข้างเคียงโหนดที่สูญหาย มีการบริโภคพลังงานจากแบตเตอร์รี่สูงขึ้น จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 เป็น 36% และ25% ตามลำดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโหนดที่สูญหาย รวมถึงได้ทำการสำรวจสภาพแวดล้อมจริง โดยนำอุปกรณ์ AirMagnet Spectrum XT มาตรวจสอบสภาพแวดล้อม ที่มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นตลอดเวลา เพื่อนำอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ Tmote Sky ไปติดตั้งในสถานที่จริง เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ Tmote Skyลดลงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “The internet of things: a survey”, Computer Networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.

[2] Emran Aljarrah, Muneer Bani Yassein, et al. “Routing Protocol of Low-Power and Lossy Network: Survey and Open Issues”, ICEMIS, North Cyprus, 2016.

[3] James AGAJO, Jonathan G. KOLO, Mutiu ADEGBOYE, et al. “Experimental Performance Evaliation and Feasibility Study of 6LoWPAN based Internet of Things”, Acta Electrotechnica et Informatica, Vol. 17, No. 2, 2017.

[4] Oana Iova, Pietro Picco, Timofei Istomin, “RPL: The Routing Standard for the Internet of Things... Or Is It?”, IEEE Communications Magazine, Vol.54, 2016.

[5] Abdul Rehman, Meer Muhammad khan, et al. “Rank Attack using Objective Function in RPL for Low Power and Lossy Networks”, IEEE, 2016.

[6] Bhalchandra M.Hardas, G.M.Asutkar, Dr.K.D.Kulat, “Environmental Monitoring Using Wireless Sensors : A Simulation Approach”, First International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, 2008.

[7] Kushalnagar, N, Montenegro, G, Schumacher, C. “IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs)” Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals, 2016.

[8] Imed Romdhani, Ahmed Yassin Al-Dubai, et al. “Cooja Simulator Manual”, Edinburgh Napier University, vol.1, 2016.

[9] D. Todoli-Ferrandis, S. Santonja-Climent, et al. “Rpl routing in a real life scenario with an energy efficient objective function,” in 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), pp. 285–288, 2015.

[10] Francisco Martins, Luís Lopes, Hervé Paulino. “Sensor Systems and Software”, Third International ICST, Lisbon, Portugal, 2012.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การศึกษาการนำเอาตัวเก็บประจุยิ่งยวดมาใช้เก็บพลังงาน

The Adoption of Super Capacitor to Store Energy

สมเกียรติ ทองแก้ว มณเฑียร เห็นเมือง พรพิมล จิตละเอียด เสกข์ ส่างกานโหย่ง และ ณัฐพงศ์ พันธุนะ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ.ประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-836-3000 ต่อ 4150

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเอาตัวเก็บประจุยิ่งยวดมาใช้เก็บพลังงาน โดยในงานวิจัยนี้ใช้ตัวเก็บประจุยิ่งยวดขนาด 350 ฟารัด 2.7 โวลต์ มาใช้ในการทดลองเก็บพลังงานในรูปแบบวงจรอนุกรม และทดสอบประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT) ด้วยกระบวนการทดสอบตามมาตรฐานการวัดของบริษัทผู้ผลิต 6 ขั้นตอน

คำสำคัญ: ตัวเก็บประจุยิ่งยวด,แบตเตอรี่

Abstract

This research aims to study removing the capacitor energy storage used by extermination in this research using a capacitor, even the size 350 Farad 2.7 Volt used to store energy in a trial format, serial circuit. And performance test of super capacitor from national institute of metrology (NIMT) by a process of measurement standards test manufacturer 6 steps.

Keywords: super capacitor,battery

1. บทนำ

พลังงานมีความสำคัญในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ประกอบไปด้วย เชื้อเพลิงฟอสซิล ถ่านหิน น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และแร่นิวเคลียร์ซึ่งพลังงานที่กล่าวมานั้นเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และพลังงานอีกประเภท คือ พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากคลื่นในมหาสมุทร และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น [1] พลังงานที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าได้แต่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตมาได้นั้นต้องการระบบกักเก็บรักษาพลังงานที่มีประสิทธิภาพ และเชื่อถือได้ในปัจจุบันในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าจะใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บพลังงานเพราะเป็นอุปกรณ์จัดเก็บพลังงานที่เป็นที่นิยมมากที่สุดเนื่องจากมีต้นทุนต่ำการใช้งานอย่างกว้างขวาง แม้ว่าแหล่งพลังงานทดแทนจะเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่เป็นอิสระ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแต่อย่างไรก็ตามพลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลมก็ไม่เป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่เนื่องจากเอาต์พุตไม่น่าเชื่อถือ และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศเป็นอย่างมาก

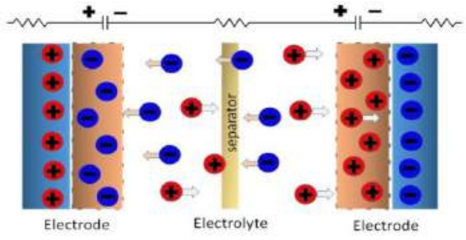
ระบบกักเก็บพลังงาน คือ ระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้สามารถกักเก็บไว้เพื่อการใช้งานในเวลาอื่นที่จำเป็น โดยระบบกักเก็บพลังงานจะแปลงพลังงานที่กักเก็บไว้กลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าระบบกักเก็บพลังงานนั้นมีหลากหลายรูปแบบมีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ 1.ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านพลังงานกล (Mechanical Energy Storage) เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ 2.ระบบกักเก็บพลังงานด้วยไฟฟ้า (Electrical Energy Storage) เช่น ตัวเก็บประจุไฟฟ้าเคมี เป็นต้น 3. ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านเคมี (Chemical Energy Storage) เช่น 1.แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด 2.แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน เป็นต้น [1]

ระบบกักเก็บพลังงานที่ผู้วิจัยสนใจ คือ ตัวเก็บประจุยิ่งยวด หรือเรียกอีกชื่อว่า super capacitor หรือ ultra capacitor หรือ electrochemical capacitor อุปกรณ์ชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษตรงที่มีค่าความจุไฟฟ้าสูงกว่าตัวเก็บประจุอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถชาร์จประจุเต็มเพียง 1-10 วินาที วงจรชีวิต 1 ล้าน หรือ 30,000 ชั่วโมง กำลังไฟสูงสุด 10,000 (W / kg) แรงดันไฟฟ้า 2.3-2.8 โวลต์ เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนซึ่งต้องใช้เวลาโดยเฉลี่ย 10-60 นาที วงจรชีวิต 500 ขึ้นไป กำลังไฟสูงสุด 1,000-3,000 (W / kg) แรงดันไฟฟ้า 3.6 โวลต์การเก็บประจุของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจะใช้แรงไฟฟ้าสถิตระหว่างประจุต่างขั้วกัน ขณะที่แบตเตอรี่ทุกชนิดจะเก็บพลังงานโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเป็นข้อดีของตัวเก็บประจุยิ่งยวดเพราะจะยืดอายุการใช้งานได้นานกว่าแบตเตอรี่ [2] นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในยานพาหนะไฟฟ้าหรือไฮบริดเพื่อเพิ่มแรงบิดสูงสุดสำหรับรถยนต์ไฮบริด รวมถึงการใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมากที่จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะพิเศษของตัวเก็บประจุยิ่งยวด บทความนี้จะนำเสนอการทดสอบประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT) และการทดสอบการเก็บพลังงานตัวเก็บประจุยิ่งยวดขนาด 2.7 โวลต์ 350 ฟารัด

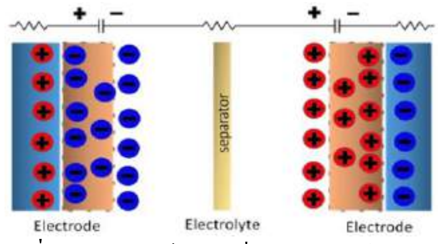
2. ผลงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวเก็บประจุยิ่งยวด (Super capacitor)

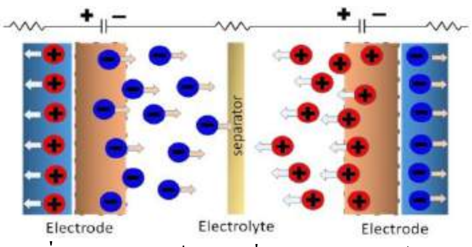
ตัวเก็บประจุยิ่งยวด คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่ง ที่มีการทำงานคล้ายกับคาปาซิเตอร์ ซึ่งคาปาซิเตอร์มีค่าความจุต่ำมาใช้ในการปรับความถี่ และการกรองความถี่ขนาดตั้งแต่ พิโคฟารัด (pf) ไปจนถึง ไมโครฟารัด (μF) ตัวเก็บประจุยิ่งยวดจะมีค่าความจุที่มากกว่าคาปาซิเตอร์ มีหน่วยเป็น ฟารัด (F) ตัวเก็บประจุยิ่งยวดประกอบไปด้วยแผ่นโลหะสองแผ่นประกบกันด้วยระยะห่างหนึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าซึ่งขั้วไฟฟ้าทั้งสองจะถูกจุ่มอยู่ในสารอิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวมีทั้งประจุบวกและประจุลบ การเก็บพลังงานโดยตัวเก็บประจุยิ่งยวดเมื่อขณะชาร์จสารอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าที่มีไอออนประจุลบจะวิ่งเข้าหาอิเล็กโทรดขั้วบวก และไอออนประจุบวกภายในจะวิ่งเข้าหาอิเล็กโทรดขั้วลบ โดยจะแทรกตัวเข้าไปฝังในพื้นผิวคาร์บอนซึ่งพื้นที่บนผิวคาร์บอนนี้ จะมีรูพรุนเป็นจำนวนมากทำให้เก็บประจุได้มากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่แล้ว แบตเตอรี่จะเก็บพลังงานโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนตัวเก็บประจุยิ่งยวดจะเก็บพลังงานโดยใช้ประจุไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นข้อดีของตัวเก็บประจุยิ่งยวดเพราะจะยืดอายุการใช้งานได้นานกว่าแบตเตอรี่



รูปที่ 1 ลักษณะตัวเก็บประจุยิ่งยวดกำลังชาร์จประจุ

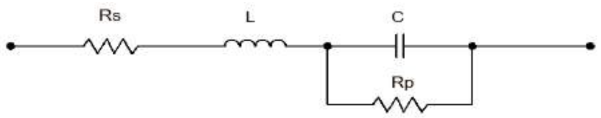


รูปที่ 2 ลักษณะตัวเก็บประจุยิ่งยวดกำลังชาร์จประจุจนเต็ม



รูปที่ 3 ลักษณะตัวเก็บประจุยิ่งยวดกำลังดิสชาร์จประจุ

2.2 วงจรเสมือนของตัวเก็บประจุยิ่งยวด (Modeling of the Super Capacitor)



รูปที่ 4 วงจรเสมือนตัวเก็บประจุยิ่งยวด

วงจรเสมือนของตัวเก็บประจุยิ่งยวดมี 4 องค์ประกอบดังในรูปที่ 4 ได้แก่ capacitance (C), series resistor (Rs), parallel resistor (Rp) และseries inductor (L) ซึ่งเรียกว่า equivalent series resistance (ESR) ในระหว่างการชาร์จ และดิสชาร์จจะเกิดการสูญเสียพลังงานเพราะมีค่าความต้านทานภายในซึ่งเป็นความต้านทานขนาน Rp มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการดิสชาร์จตัวเก็บประจุยิ่งยวดด้วยตัวเอง ในตัวเก็บประจุยิ่งยวด Rp ในทางปฏิบัติสูงกว่า Rs มาก Rp จึงไม่จำเป็นต้องคิดเพราะมีค่าที่น้อยมาก [3]

ตัวเก็บประจุยิ่งยวดนั้นเป็นตัวเก็บประจุที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยความจุจะถูกควบคุมด้วยแรงดันดังสมการที่ 1

$$C(u)= C_0+ k_c u \tag{1}$$

เมื่อ C_0 คือ ความจุเริ่มต้นซึ่งหมายถึงความจุของตัวเก็บประจุไฟฟ้าสถิต

k_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งหมายถึงผลกระทบของการกระจายของชั้นไอออนในตัวเก็บประจุถ้าตัวเก็บประจุยิ่งยวดทำการชาร์จที่แรงดัน U_0

ความแตกต่างของศักย์ (V) คือสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างระหว่างแผ่น (D) กับความแรงของสนามไฟฟ้า (E) โดยความสัมพันธ์ V = E * d อัตราส่วนของประจุ (Q) กับความต่างศักย์จะกำหนดค่าความจุของตัวเก็บประจุดังสมการที่ 2

$$C=\frac{Q}{V} \tag{2}$$

หากจำเป็นต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นสำหรับตัวเก็บประจุสามารถต่ออนุกรมตัวเก็บประจุ อย่างไรก็ตามความต่างศักย์จะลดค่าความจุรวมของ C_{eq} เทียบเท่า กับ capacitance ของ n ตัวเก็บประจุแต่ละตัวโดยความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3

$$V_{module}=V_1+V_2+\ldots+V_n= Q\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\ldots+\frac{1}{C_n}\right) \tag{3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\ldots+\frac{1}{C_n} \qquad (4)$$

สถานะของประจุจะมีค่าเท่ากันสำหรับตัวเก็บประจุทั้งหมด ซึ่งขึ้นอยู่กับความจุของตัวเก็บประจุ $Q_1 = Q_2 = Q_n$

3.ขั้นตอนการทดลอง

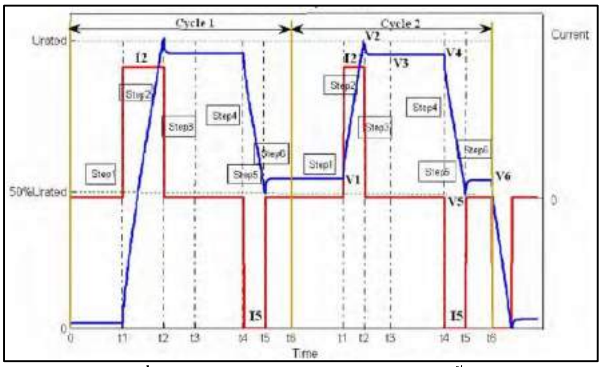
ขั้นตอนการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง 3.1การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT) 3.2 การทดสอบการเก็บพลังงานตัวเก็บประจุยิ่งยวด

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT)

ขั้นตอนการทดสอบมี 6 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 (Open Circuit) 10 วินาที บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t1, I1, V1)
- ขั้นตอนที่ 2 (Charge) อุปกรณ์กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t2, I2, V2)
- ขั้นตอนที่ 3 (Open Circuit) 5 วินาที บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t3, I3, V3)
- ขั้นตอนที่ 4 (Open Circuit) พัก 10 วินาที บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t4, I4, V4)
- ขั้นตอนที่ 5 ให้ Discharge ให้มีแรงดันไฟฟ้าเหลือครึ่งหนึ่ง เมื่อครึ่งหนึ่งแล้วให้บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t5, I5, V5)
- ขั้นตอนที่ 6 (Open Circuit) พัก 5 วินาที บันทึกเวลาในการทดสอบกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า (t6, I6, V6)

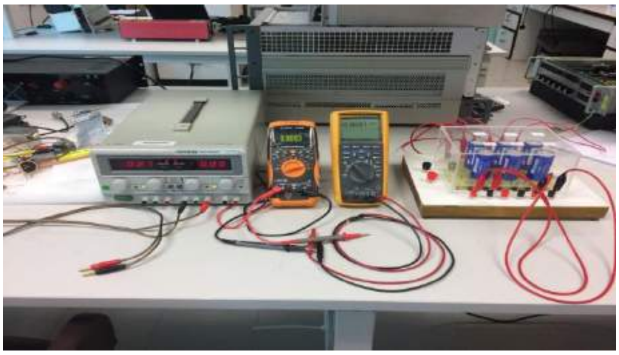
และนำค่าแรงดันไฟฟ้า,กระแสไฟฟ้า และเวลา มาคำนวณหาค่าความจุ , ค่าความต้านทานขณะชาร์จ และดิสชาร์จตัวเก็บประจุ [4]



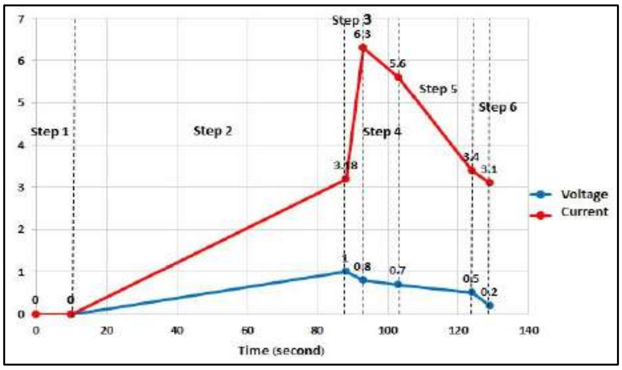
รูปที่ 5 กราฟแสดงแรงดันและกระแส 6 ขั้นตอน

ที่มา: Maxwell Technologies, Inc.

ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบตัวเก็บประจุยิ่งยวดขนาด 350 ฟารัด 2.7โวลต์ จำนวน 1 ตัว และทดลองตามขั้นตอนจากบริษัทผู้ผลิต 6 ขั้นตอน ซึ่งทำการทดสอบไว้โดยใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2.7 โวลต์ กระแสจ่ายสูงสุด 3 แอมป์ เมื่อแรงดันถึง 1 โวลต์ จึงหยุดจ่ายแรงดันเนื่องจากกระแสตอนดิสชาร์จจ่ายกระแสสูงสุดถึง 35 แอมป์ เครื่องมือวัดกระแสทนกระแสได้สูงสุด 10 แอมป์ อาจทำให้เครื่องมือวัดเกิดความเสียหายได้ผลจากการทดลองดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 อุปกรณ์การทดสอบ 6 ขั้นตอน



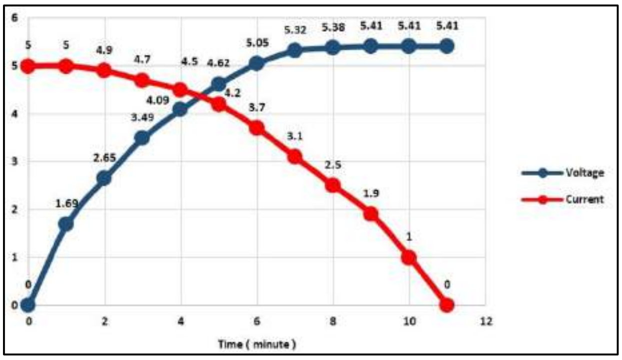
รูปที่ 7 กราฟแรงดันและกระแสจากการทดลอง 6 ขั้นตอน

3.2 การทดสอบการเก็บพลังงานตัวเก็บประจุยิ่งยวด

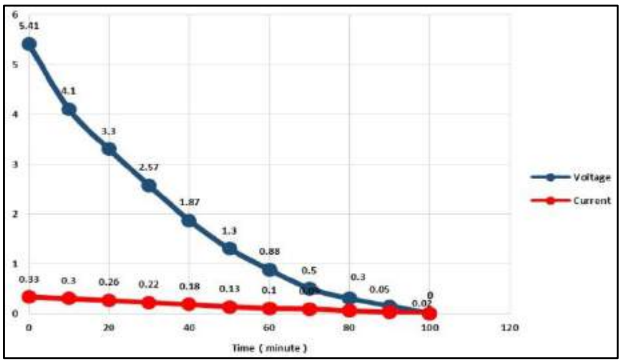
การทดสอบการเก็บพลังงานของตัวเก็บประจุยิ่งยวด โดยนำมาต่อวงจรครั้งละ 1,2,3,4,5,6 ตัว แล้วได้ทำการทดสอบทั้งหมด 6 วงจร และนำผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบระยะเวลาในการชาร์จประจุ และคายประจุ ผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างผลการทดลองมา 2 ตัวอย่าง คือ วงจรอนุกรม 2 ตัว และวงจรอนุกรม 6 ตัว โดยขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง, มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า, มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า, นาฬิกาจับเวลา และกระดาษจดบันทึกผลการทดลอง
2. ต่อวงจรอนุกรม 2 ตัว และวงจรอนุกรม 6 ตัว
3. ทดลองการชาร์จ และดิสชาร์จตัวเก็บประจุยิ่งยวด วัดแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, เวลาชาร์จ และเวลาดิสชาร์จ

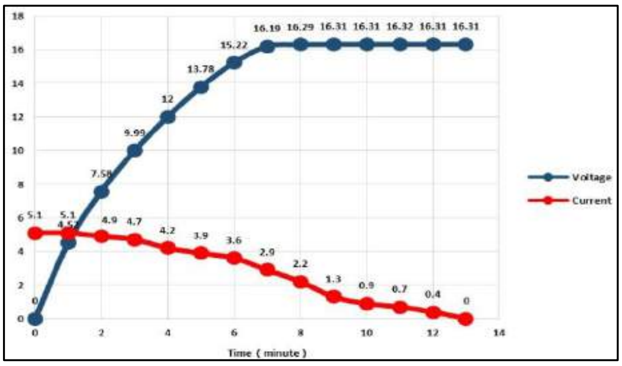
4. บันทึกผลการทดลอง



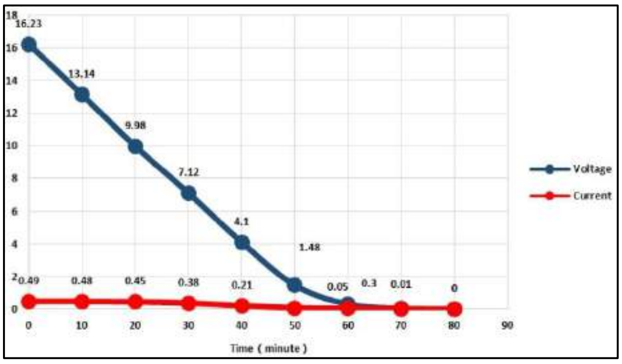
รูปที่ 8 กราฟขณะชาร์จวงจรอนุกรม 2 ตัว



รูปที่ 9 กราฟขณะดิสชาร์จวงจรอนุกรม 2 ตัว



รูปที่ 10 กราฟขณะชาร์จวงจรอนุกรม 6 ตัว



รูปที่ 11 กราฟขณะดิสชาร์จวงจรอนุกรม 6 ตัว

4. สรุป

1. จากการทดสอบประสิทธิภาพของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NIMT) เพื่อทดสอบตัวเก็บประจุยิ่งยวดจำนวน 1 ตัว วัดแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, เวลาชาร์จ และเวลาดิสชาร์จ นำผลการทดลองมาคำนวณหาค่าความจุ ,ค่าความต้านทานขณะชาร์จ และค่าความต้านทานขณะดิสชาร์จจากผลการทดลองค่าความจุขณะชาร์จตัวเก็บประจุยิ่งยวด 1 ตัว พบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับบริษัทผู้ผลิต ซึ่งขณะดิสชาร์จความจุมีค่ามาก ส่วนค่าความต้านทานขณะชาร์จ และดิสชาร์จมีค่าน้อยใกล้เคียงกัน การทดสอบตัวเก็บประจุยิ่งยวดค่าที่ได้อาจคาดเคลื่อนได้เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ในการทดสอบอุณหภูมิในการทดลอง ควรอยู่ที่ 23 องศาเซลเซียส ± 2 องศา-เซลเซียส กระแสขณะดิสชาร์จมีค่าสูงสุด 35 แอมป์ มัลติมิเตอร์สำหรับวัดกระแสสามารถทนกระแสสูงสุด 10 แอมป์ และการทดสอบควรทดสอบภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ

2. การทดสอบการเก็บพลังงานตัวเก็บประจุยิ่งยวดโดยการชาร์จและดิสชาร์จ ตัวเก็บประจุยิ่งยวดขนาด 350 ฟารัด 2.7โวลต์ นำมาต่อวงจรอนุกรม โดยต่อวงจรครั้งละ 1,2,3,4,5,6 ตัว ผลการทดลองแสดงการชาร์จตัวเก็บประจุยิ่งยวดโดยมีแกน X แสดงค่าของเวลา (หน่วยเป็นนาที) และแกน Y แสดงค่าแรงดัน และกระแส (หน่วยเป็น โวลต์, แอมป์) จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาชาร์จประจุของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากความจุ 0 – 100 % จะใช้เวลาประมาณไม่เกิน 15 นาที แรงดันที่ใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวเก็บประจุยิ่งยวดที่นำมาต่ออนุกรม และกระแสที่ดิสชาร์จใช้เวลานานเนื่องจากขึ้นอยู่กับโหลดที่นำมาใช้ในการทดลอง

5.เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. ระบบกักเก็บพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2561, จาก http://www.thai-smartgrid.com

[2] Battery University Group. 2017. Supercapacitor Information. [Only] Available: http://batteryuniversity.com

[3] Lars S. Hagvaag. 2017. Modeling, Control and Experimental Testing of a Supercapacitor/Battery Hybrid System- Passive and Semi-Active Topologi. [Only] Available: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/188829/M_Thesis_L_H_Seim_Brage.pdf?sequence=1

[4] Maxwell Technologies. 2015. Test Procedures for Capacitance, ESR, Leakage Current and Self- Discharge Characterizations of Ultracapacitors. [Only] Available: http://www.maxwell.com/products/ultracapacitors/d-cell-series/documents

การตรวจสอบแบบวิทัศน์ชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจกในรถยนต์

Vision Inspection for Window Regulator Component of Automotive

วิชัย พลเดช[1] ผศ ดร.อนรรพพล แสนทน[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมระบบและข้อมูล วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 083-8503752 E-mail: Wichai.p@thaisteelcable.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการประกอบ carrier plate และการตรวจสอบของ Line Window Regulator โดยประยุกต์ใช้การตรวจสอบวิทัศน์สำหรับระบบอัตโนมัติเพื่อการลดข้อผิดพลาดในของกระบวนการตรวจสอบอาจเกิดจากการตรวจสอบของคน ระบบนี้ถูกพัฒนาเพื่อคัดแยกชิ้นงานที่ได้มาตรฐานโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับโปรแกรม Vision Builder Artificial Intelligence โดยพัฒนาอัลกอลิทึมเพื่อคัดแยกชิ้นส่วนปะกอบ งานวิจัยนี้เป็นมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงกระบวนการประกอบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกทั้งช่วยป้องกันความผิดพลาดของกระบวนการประกอบชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจกในรถยนต์ ผลลัพธ์แสดงถึงระบบนี้มีความสามารถการในการคัดแยกชิ้นส่วนประกอบลักษณะต่างที่ไม่ได้มาตรฐานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: การตรวจสอบแบบวิทัศน์, ชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจก, การจับคู่แผ่นแบบ

Abstract

This paper studies the carrier plate assembly process and the inspection of the Line Window Regulator by applying a visual inspection for the automation system to reduce errors in the validation process. This system was developed to classification standard workpieces using image processing techniques with Vision Builder Artificial Intelligence software. This paper aims to improve the assembly process more efficiently and to prevent errors in the assembly process of Window Regulator Component of Automotive. The results indicate that this system has the ability to correctly classification non-standard features.

Keyword: vision inspection, car window regulator component, automotive, template matching

1.บทนำ

กระบวนการผลิตของการประกอบ carrier plate Line window regulator เป็นอุปกรณ์เกี่ยวทำหน้าที่เลื่อนเปิดและปิดกระจกไฟฟ้าในรถยนต์ ซึ่งชิ้นส่วนสำคัญจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ guide rail มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และ แคริ่เพต (carrier plate) หลักการทำงานชุดรางกระจกในรถยนต์ มอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนยึดจับกับกระจกไฟฟ้าจะเชื่อมต่อกับ แคริ่เพต เพื่อสั่งงานให้เลื่อนไปบนแกน guide rail

ในกระบวนการผลิตก่อนการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกัน กระบวนการจะเริ่มจาก ประกอบชุด carrier plate ประกอบด้วยชิ้นส่วน แผ่นพลาสติกที่ผลิตโดยการฉีดขึ้นรูป, ตัวยึดจับยางและแหวนโลหะสองชิ้น แหวนโลหะทั้ง 2 ชิ้นและclipper ยางถูกกดลงในแผ่นพิมพ์แล้วถูกปั๊มโดยกระบอกลม จากนั้นจะนำชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดติดตั้งกับ แกน guide rail

อย่างไรก็ตามกระบวนการประกอบชุดรางกระจกในรถยนต์ในปัจจุบันใช้แรงงานคนในการประกอบชิ้นส่วน ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดที่เกิดจากความเมื่อยล้าในขณะทำงาน ซึ่งทำให้ชิ้นส่วนประกอบไม่ได้มาตรฐานส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางต้นทุนผลิตของบริษัท ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจการตรวจหาคุณภาพของ carrier plate ด้วยระบบวิทัศน์อัตโนมัติเพื่อลดความคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานก่อนการประกอบ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคในการแปลงความเข้มแสงของภาพ

เทคนิคในการแปลงความเข้มแสงของภาพเป็นเทคนิคที่ง่ายที่สุดสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของภาพ[1] โดยจะใช้ฟังก์ชันการแปลงความเข้มแสง (Intensity Transfer Function) ตัวอย่างฟังก์ชันการแปลงความเข้มแสงแสดงในรูปที่ 2 ฟังก์ชันเหล่านี้ใช้เพื่อทำการแปลงความเข้มแสง ดังแสดงในสมการที่ 1

$$g(x, y) = T(f(x, y) \qquad (1)$$

โดยที่

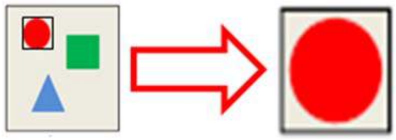
T คือ ฟังก์ชันการแปลงความเข้มแสง

f (x, y) คือ ค่าความเข้มแสงขาเข้า

g (x, y) คือ ค่าความเข้มแสงผลลัพธ์

2.2 การจับคู่แผ่นแบบ

การจับคู่แผ่นแบบ [2] เป็นวิธีการค้นหาตำแหน่งของวัตถุที่เราสนใจในภาพ โดยการเทียบรูปของวัตถุที่เราสนใจ (Template) กับทุกๆบริเวณในภาพที่ต้องการค้นหาตำแหน่ง



ภาพที่ต้องการค้นหา ภาพวัตถุที่เราสนใจ

รูปที่ 1 ตัวอย่างรูปภาพการจับคู่แผ่นแบบ

การจับคู่แผ่นแบบมีขั้นตอนดังนี้

Template จะถูกเลื่อนไปบนทุกพิกเซลของภาพอินพุตที่เราต้องการ ยกเว้นบริเวณขอบโดยรอบของภาพ ซึ่งบริเวณขอบที่ยกเว้นนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของ Template

ในขณะที่ Template วางตัวอยู่บนภาพอินพุต เราจะทำการคำนวณหาค่าความแตกต่างของค่า Intensity ของทุกๆพิกเซลที่อยู่บน Template กับทุกๆพิกเซลของภาพอินพุตที่อยู่ตำแหน่งเดียวกัน

เมื่อ Template เคลื่อนที่ไปจนครบทั่วทั้งภาพอินพุตแล้ว เราจะทำการหาค่าต่ำที่สุดของค่าความแตกต่างที่คำนวณได้

ตำแหน่งของค่าต่ำที่สุดที่หาได้ คือ ตำแหน่งหรือบริเวณในภาพอินพุตที่มีวัตถุเหมือนกับภาพ Template ที่เราใช้ในการค้นหานั่นเอง

สมการที่ใช้ในการหาค่าความแตกต่าง

ในขั้นตอนการหาค่าความแตกต่างระหว่าง Intensity ของ Template กับ ภาพอินพุตในตำแหน่งที่ตรงกัน สมการที่จะนำมาใช้มีด้วยกันหลายรูปแบบ แต่ในที่นี้ขอยกตัวอย่างสมการที่ง่ายและไม่ซับซ้อนซึ่งก็คือ ผลรวมของค่าผลต่างกำลังสอง ดังแสดงในสมการที่ 2

$$R(x, y) = \sum_{x'y'}(T(x'y') - I(x + x', y + y'))^2 \qquad (2)$$

โดยที่

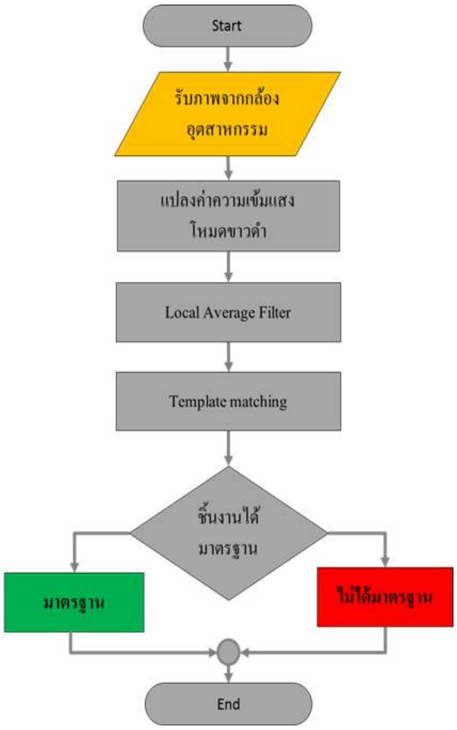
T (x’, y’) คือ Template

I (x’, y’) คือ ภาพอินพุต

R (x’, y’) คือ ผลรวมของค่าผลต่างกำลังสองที่คำนวณได้

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

กระบวนการทำงานได้ออกแบบไดอะแกรมการทำงานของระบบวิทัศน์เพื่อคัดแยกคุณภาพของชิ้นส่วนประกอบสามารถแสดงดังไดอะแกรมต่อไปนี้

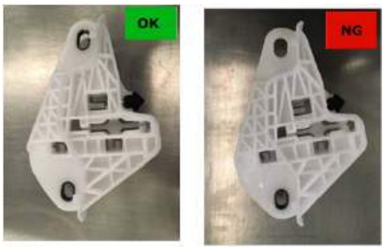


รูปที่ 2 ไดอะแกรมการประมวลผลภาพ

จากไดอะแกรมการทำงานรูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานการตรวจสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1 พนักงานทำการกดปุ่ม start เพื่อสั่งให้ระบบวิทัศน์ถ่ายรูปภาพจากกล้องอุตสาหกรรมความละเอียด 4600x3200 และประมวลผลโดยการแปลงรูปภาพเป็น gray level และขั้นตอนต่อไป Apply Threshold คือ เป็นการกำหนดค่าช่วงขีดแบ่งเป็น max – min สำหรับภาพที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ โดย

การตั้งค่า Upper 175 , Lower 162 ขั้นตอนถัดมาจะใช้การการ Apply Filter ซึ่งเป็นการกรองวัตถุที่ไม่สนใจออกจากรูปภาพกำหนดให้ kernel มีขนาด 5x5 และจากนั้นใช้เทคนิค Template Matching เพื่อตรวจเช็คคุณภาพของชิ้นส่วนประกอบ carries plate และแสดงผลลัพธ์สถานะการตรวจสอบ

ขั้นตอนการออกแบบอัลกอลิทึมข้างต้น ทางผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม NI Vision builder เพื่อคัดแยกคุณภาพชิ้นงานโดยแบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบการประกอบ carrier plate ดังรูปภาพที่ 3



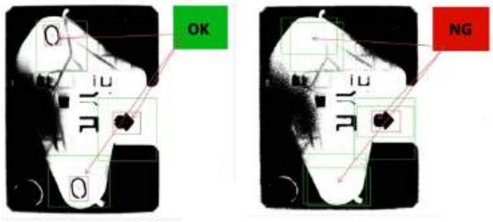
รูปที่ 3 ตัวอย่างประกอบชิ้นส่วน OK และ NG จากงานจริง

ชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานจะพิจารณาจากความถูกต้อง3 บริเวณบน carrier plate ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้คือ

1.ลูกยาง หรือ Cushion Rubber จำนวน 1 ตัว
2.แหวน หรือ Collar จำนวน 2 ตัว

หลังจากได้ผลลัพธ์ของสถานะชิ้นส่วนประกอบระบบจะส่งสัญญาณไปยังหุ่นยนต์ที่ดำเนินหยิบชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานออกจากระบบการผลิตต่อไป

เมื่อทดสอบการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายชิ้นงานจริงโดยโปรแกรม NI Vision builder พบว่าสามารถจำแนกชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถแสดงรูปภาพตัวอย่างผลลัพธ์การประมวลผลได้ดังรูปภาพที่ 4



รูปที่4 ตัวอย่างประกอบชิ้นส่วน OK และ NG จากระบบวิทัศน์ที่ออกแบบอัลกอริทึม

4. ผลการทดลอง

กระบวนการทดสอบได้นำชิ้นส่วนทำการประกอบเข้ากับ carrier plate เพื่อจะตรวจสอบชิ้นส่วนที่ประกอบได้ครบและชิ้นส่วนที่ประกอบไม่ครบ โดยการใช้วิชั่นในการตรวจสอบด้วยเทคนิค Template Matching และได้ตั้งเป้าหมายของโครงการคือสามารถตรวจสอบชิ้นส่วนที่ประกอบไม่ครบให้ได้ 100% ซึ่งได้นำชุดทดลองต้นแบบของการพัฒนานี้นำไปประยุกต์และนำไปใช้กับสายการผลิตที่ประกอบชิ้นส่วนจริงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (เดือนตุลาคม 17 – มกราคม 18) ผลจากการทดลองตามระยะเวลาเป็นไปตามเป้าหมายของโครงการ ไม่พบข้อบกพร่องใด ๆ ที่สายการผลิตที่ประกอบชิ้นส่วนจริงและถูกส่งออกไปยังกระบวนการถัดไป ตามรายละเอียดตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการใช้วิชั่นตรวจสอบชิ้นงานบน carrier plate ของเดือนตุลาคม 2560

Oct'17					
ลำดับ	รหัสชิ้นส่วน	รวม	จำนวนสถานะชิ้นงานจากการผลิต OK	NG	จำนวนชิ้นงาน NG ที่ตรวจสอบพบ พบโดยวิชั่น
1	A1-LH	30	27	3	3
2	A2-RH	30	29	1	1
3	B1-RH	6,000	5987	13	13
4	B2-LH	6,000	5989	11	11
5	C1-RH	404	397	7	7
6	C2-LH	404	400	4	4
7	D1-LH	96	91	5	5
8	D2-RH	96	94	2	2
9	E1-LH	5,652	5639	13	13
10	E2-RH	5,662	5650	12	12
ผลรวม		24374	24303	71	71
เปอร์เซ็นต์			99.71	0.29	100

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการใช้วิชั่นตรวจสอบชิ้นงานบน carrier plate ของเดือนพฤศจิกายน 2560

Nov'17					
ลำดับ	รหัสชิ้นส่วน	รวม	จำนวนสถานะชิ้นงานจากการผลิต OK	NG	จำนวนชิ้นงาน NG ที่ตรวจสอบพบ พบโดยวิชั่น
1	A1-LH	60	58	2	2
2	A2-RH	70	67	3	3
3	B1-RH	5,939	5930	9	9
4	B2-LH	5,936	5925	11	11
5	C1-RH	556	548	8	8
6	C2-LH	556	550	6	6
7	D1-LH	96	95	1	1
8	D2-RH	96	95	1	1
9	E1-LH	4,780	4770	10	10
10	E2-RH	4,795	4789	6	6
ผลรวม		22884	22827	57	57
เปอร์เซ็นต์			99.75	0.25	100

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการใช้วิชั่นตรวจสอบชิ้นงานบน carrier plate ของเดือนธันวาคม 2560

Dec'17					
ลำดับ	รหัสชิ้นส่วน	รวม	จำนวนสถานะชิ้นงานจากการผลิต		จำนวนชิ้นงาน NG ที่ตรวจสอบพบ พบโดยวิชั่น
			OK	NG	
1	A1-LH	100	100	0	0
2	A2-RH	110	107	3	3
3	B1-RH	5,493	5488	5	5
4	B2-LH	5,493	5491	2	2
5	C1-RH	110	108	2	2
6	C2-LH	110	109	1	1
7	D1-LH	96	92	4	4
8	D2-RH	96	95	1	1
9	E1-LH	6,374	6368	6	6
10	E2-RH	6,392	6387	5	5
ผลรวม		24374	24345	29	29
เปอร์เซ็นต์			99.88	0.12	100

ตารางที่ 4 ผลการทดลองการใช้วิชั่นตรวจสอบชิ้นงานบน carrier plate ของเดือนมกราคา 2561

Jan'18					
ลำดับ	รหัสชิ้นส่วน	รวม	จำนวนสถานะชิ้นงานจากการผลิต		จำนวนชิ้นงาน NG ที่ตรวจสอบพบ พบโดยวิชั่น
			OK	NG	
1	A1-LH	30	30	0	0
2	A2-RH	20	20	0	0
3	B1-RH	6,810	6800	10	10
4	B2-LH	6,810	6804	6	6
5	C1-RH	134	133	1	1
6	C2-LH	134	134	0	0
7	D1-LH	192	190	2	2
8	D2-RH	192	192	0	0
9	E1-LH	5,002	4995	7	7
10	E2-RH	4,984	4979	5	5
ผลรวม		24308	24277	31	31
เปอร์เซ็นต์			99.87	0.13	100

5. สรุปผลการทดลอง

ระบบวิทัศน์ที่ได้ออกแบบอัลกอริทึมเพื่อปรังปรุงกระบวนการการตรวจสอบชิ้นส่วนประกอบชุดรางกระจกในรถยนต์ร่วมกับหุ่นยนต์เพื่อตรวจสอบชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจากผลลัพธ์ตารางที่ 1-4 จะเห็นได้ว่าในการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้ระบบวิทัศน์สามารถตรวสอบจับชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานรวมทั้งหมด 188 ชิ้น จากการผลิตชิ้นงานทั้งหมด 95,940 ชิ้น การประยุกต์ใช้วิธีการนี้สามารถตรวจสอบได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ทำให้ไม่มีของเสียและงานเคลมไปถึงลูกค้าได้ 100% และสามารถขยายผลไปยังผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันได้ เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการให้สามารถแข่งขันได้พร้อมกับเป็นการพัฒนาสู่เทคโนโลยี

6.กิตติประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ได้แนะนำและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณบริษัท ไทยสตีลเคเบิล จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณาให้ทุนการศึกษาและข้อมูลผลิตภัณฑ์สำหรับผู้วิจัยเพื่อทำการวิจัยในงานนี้ สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง บิดา มารดาและครอบครัว ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ . ทฤษฏีการประมวลผลภาพดิจิตอล .พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร: สงวนกิจ พริ้นท์แอนด์ มีเดีย, 2552

[2] โสภณ ผู้มีจรรยา . การประมวลผลภาพดิจิตอล. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า . มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบรู้จำเสียงชื่อเพลงไทย โดย ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม และ ระบบโครงข่ายประสาทเทียม

THAI SONG TITLES RECOGNITION using MEL FREQUENCY CEPSTRUM COEFFICIENT (MFCC) and ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

ภูมิทัศน์ ถาวรกิจ[1] อัครพล ตรีรัตน์[2] ศรวัฒน์ ชิวปรีชา[3]

[1,3]หลักสูตรวิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม, [2,3]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: sorawat@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบรู้จำเสียงภาษาไทย เพื่อจำเสียงชื่อเพลงไทย โดยใช้หลักการของระบบโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม (MFCC) เพื่อสั่งการให้เปิดเพลงในฐานข้อมูลประกอบด้วยฐานข้อมูลเป็นเพลง 50 เพลง ผ่านโปรแกรม Media player ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่าความถูกต้องแม่นยำ ได้ถึง 73.75% ของฐานข้อมูลทั้งหมด

คำสำคัญ: ระบบโครงข่ายประสาทเทียม, ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม, เพลง

ABSTRACT

This paper presents applied concepts of speech recognition in order to recognize Thai song titles and play a recognized song via Media player program. In this paper, we utilize concepts of Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) and also Artificial Neural Network (ANN). We test our designed-algorithm with data sets of 50 Thai song titles. The results is of 73.75% accuracy.

Keyword: Artificial Neural Network, Mel Frequency Cepstrum Coefficients, Music

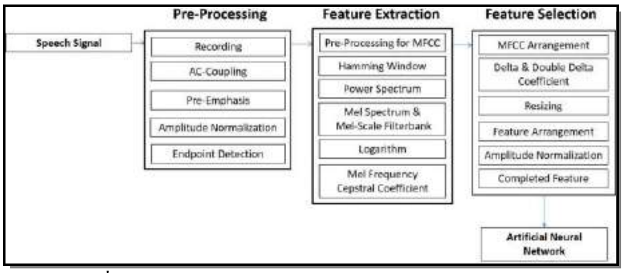
1. บทนำ

การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มุ่งเน้นไปที่การสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ ซึ่งเทคโนโลยีที่เรียกว่า ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) [1] หรือเรียกว่า เอไอ (AI) ก็เช่นเดียวกัน AI หมายถึงความฉลาดเทียมที่สร้างขึ้นให้กับสิ่งที่ไม่มีชีวิต ปัญญาประดิษฐ์เป็นสาขาหนึ่งในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมเป็นหลัก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์ในด้านอื่น ๆได้อีก ซึ่ง AI นั้นเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการการคิด การกระทำ การให้เหตุผล การปรับตัว หรือการอนุมานและการทำงานของสมอง สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งระบบรู้จำนั้น ก็อยู่ในส่วนหนึ่งของศาสตร์ปัญญาประดิษฐ์เช่นกัน

ระบบรู้จำ (Recognition System) นั้นเป็นเทคโนโลยีที่กำลังใช้กันอย่างแพร่หลาย ณ เวลานี้ ซึ่งในประเทศไทยนั้นได้มีงานวิจัยในด้านนี้มากกว่า 20 ปีแล้ว แต่ในส่วนของการใช้งานยังไม่เป็นที่แพร่หลายจึงได้เล็งเห็นการที่เราจะนำระบบรู้จำนี้ไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

2. การออกแบบ

การหาตัวแทนของสัญญาณเสียงเพื่อนำไปเรียนรู้ในระบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยการออกแบบนั้นจะทำการเตรียมสัญญาณเสียงเบื้องต้นเพื่อปรับสัญญาณเสียงอินพุตที่เข้ามาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อน จากนั้นจะทำการดึงคุณลักษณะเด่น โดยแต่ละเสียงจะมีความพิเศษที่แตกต่างกันที่สามารถทำให้หูของมนุษย์นั้นได้ยินเสียงที่แตกต่างกันเหล่านี้ได้ ต่อมาจะทำการเลือกคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียงพูด โดยการปรับพารามิเตอร์เพื่อเตรียมคุณลักษณะเด่นของสัญญาณให้เป็นคุณลักษณะเด่นของสัญญาณที่ดีสำหรับการจำแนกรู้จำในโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแสดงกระบวนการทางานทั้งหมดได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบรู้จำเสียง

2.1 การเตรียมสัญญาณเสียงเบื้องต้น

2.1.1 Recording

โดยเราจะทำการบันทึกสัญญาณเสียง ผ่านไมโครโฟนซึ่งถูก Sampling ด้วยความถี่ 44.1 kHz ขนาด 16 บิต ซึ่งไฟล์เสียงที่ได้จะถูกเก็บ

เป็นไฟล์นามสกุล .wav (Wave Format) และเป็นระบบเสียงแบบ Mono โดยบันทึกเสียงชื่อเพลงทั้งหมด 50 เพลง โดยแบ่งออกเป็น 1 พยางค์, 2 พยางค์, 3 พยางค์, 4 พยางค์อย่างละ 10 เพลง, และกลุ่มเพลง 5 พยางค์ขึ้นไป 10 เพลง โดยสามารถแสดงตัวอย่างชื่อเพลงตามตารางดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างชื่อเพลง

เพลง	ชื่อเพลง	ศิลปิน	พยางค์
1	เหงา	Peacemaker	1
2	คอย	ฟรีเบิร์ด	1
3	ใจรัก	สุชาติ ชวางกูล	2
4	สองรัก	Zeal	2
5	จำฝังใจ	ไมโคร	3
6	แสงสุดท้าย	Bodyslam	3
7	เธอคือความฝัน	พราว	4
8	ได้อย่างเสียอย่าง	อัสนี-วสันต์	4
9	ถ้าฉันเปลี่ยนใจเธอได้	Lipta	5 ขึ้นไป
10	ด้วยรักและผูกพัน	เบิร์ด ธงไชย	5ขึ้นไป

2.1.2 AC-Coupling

ในส่วนนี้จะเป็นการขจัดสัญญาณที่มีองค์ประกอบความถี่เท่ากับ 0 Hz ทิ้ง หรือ ก็คือ “สัญญาณไฟตรง”

2.1.3 Pre-Emphasis และ Amplitude Normalization

นำสัญญาณมาทำการผ่านวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter ชนิด First Order FIR Filter) ซึ่งมีฟังก์ชันถ่ายโอน (TransferFunction) และ กำหนดให้แอมพลิจูดของสัญญาณเสียงที่ผ่านฟังก์ชันถ่ายโอนข้างต้นแล้วมีค่าสูงสุดไม่เกิน ระหว่าง +1 และ -1

2.1.4 Endpoint Detection

โดยกระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่ตัดเอาคำที่เป็นเฉพาะสัญญาณเสียงจริง ๆ เท่านั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.1.4.1 ส่วนที่ใช้สำหรับการตัดคำ

โดยการตัดคำนั้นสำหรับเสียง 1 พยางค์และ 2 พยางค์จะใช้วิธีการตัดหัวและตัดท้ายคำของสัญญาณเสียง แต่กรณีที่เป็น 3 พยางค์ขึ้นไปจะใช้การตัดคำแบบแยกพยางค์ โดยใช้วิธีการตัดคำสัญญาณเสียงด้วยวิธีหาค่าพลังงานแบบ Absolute Energy จากสมการที่ 2.1

$$E(n) = \sum_{n=1}^{N} \left(| S_i(n) | \right)^2 \qquad (2.1)$$

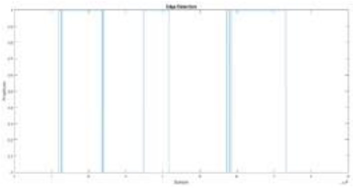
โดย i คือ จำนวนเฟรม

โดยจะทำการแบ่งข้อมูลเป็นเฟรมซึ่งแต่ละเฟรมนั้นมีขนาดข้อมูลเท่ากับ 200 ข้อมูลและไม่เกิดการซ้อนทับ (Overlap) กันของแต่ละเฟรม และเมื่อได้ค่าแล้ว จึงจะหาขอบเขตของแต่ละสัญญาณเสียง ทำได้โดยการใช้ค่าการตัดสินใจ (Thresholding Value) ซึ่งการใช้ค่าการตัดสินใจนี้ จะใช้ค่าการตัดสินใจแบบอัตโนมัติ (Automatic Thresholding) โดยจะกำหนดค่าการตัดสินใจเริ่มต้นเป็นดังสมการที่ 2.2

$$th = \frac{mean(E(n)) + median(E(n))}{4} \qquad (2.2)$$

โดยค่าการตัดสินใจเริ่มต้นเป็นค่าที่ได้จากการทดลองสำหรับค่าที่ต่ำที่สุดที่เป็นไปได้ในการตัดระหว่างคำเพื่อแบ่งพยางค์ของคำกรณีที่มี 2 พยางค์ขึ้นไป ซึ่งหลักการของค่าการตัดสินใจแบบอัตโนมัติ จะทำการเพิ่มค่าทีละ 0.05 จากค่าเดิม จำนวนทั้งหมด 60 ครั้ง โดยความยาวของคำจะเพิ่มขึ้นเป็นไปอย่างนัยสำคัญ ซึ่งผลสุดท้ายจะทำการเลือกค่าการตัดสินใจที่ทำให้ความยาวของคำมีค่ามากที่สุด และจะนำค่านี้ไปทำการออกแบบกรอบการตัดสัญญาณ โดยจะมีค่ามากสุดที่ 1 และน้อยสุดที่ 0 ซึ่งกรอบสัญญาณถูกออกแบบโดยสมการที่ 2.3และตัวอย่างในรูปที่ 2.3

$$logic(n) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{E(n) - th}{|E(n) - th|} + 1 \right) \qquad (2.3)$$



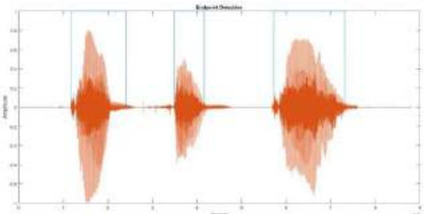
รูปที่ 2.3 กรอบสัญญาณที่ทำการตัดคำ

2.1.4.2 ส่วนที่ใช้สำหรับการตรวจสอบพยางค์

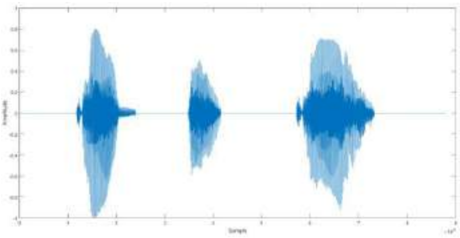
การตรวจสอบพยางค์จะเป็นไปตามสมการที่ 2.4

$$L_Syllable = \frac{find(logic(n+1) - logic(n))}{2} \qquad (2.4)$$

โดยสมการจะเป็นการนำค่าในแต่ละตำแหน่งของสมการกรอบสัญญาณมาลบกัน ต่อมานำผลลัพธ์ที่ได้หาค่า Absolute แล้วนำค่าที่ได้มาตรวจสอบว่ามีกี่ตำแหน่งที่ให้ค่าผลลัพธ์เป็น 1 ต่อมาเมื่อได้ค่าจำนวนตำแหน่งที่ได้เกิดขึ้นแล้วให้นำมาหารด้วย 2 ก็จะเป็นจำนวนพยางค์ของคำนั้น ๆเมื่อตรวจสอบพยางค์และปรับปรุงความผิดพลาดที่เกิดจากการตัดคำแล้วจะนำแต่ละพยางค์ที่ได้ไปทำการรู้จำ (แยกพยางค์รู้จำสำหรับ 3 พยางค์ขึ้นไป) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.4 และผลลัพธ์ในรูป 2.5



รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบกรอบสัญญาณใหม่กับสัญญาณเสียง



รูปที่ 2.5 สัญญาณที่เป็นผลลัพธ์จากการตัดพยางค์

2.2 การดึงคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียง

โดยสัญญาณเสียงพูดแต่ละเสียงนั้นจะมีความพิเศษของแต่ละสัญญาณเสียงที่พูดอยู่ ในขั้นตอนนี้จึงต้องหาความพิเศษของสัญญาณเสียงนั้น ๆ เพื่อจะจำแนกความแตกต่างของแต่ละสัญญาณเสียง และจะเป็นตัวแทนของสัญญาณเสียงพูดที่มีจำนวนข้อมูลปริมาณมาก ๆ ให้มีปริมาณข้อมูลที่น้อยลง โดยใช้ค่าที่เรียกว่า “ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล” ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ว่านี้จะสามารถอธิบายความไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linearity) ของการรับรู้ของหูมนุษย์ได้ดี

2.2.1 Pre-Processing for MFCC

ทำการแบ่งข้อมูลของสัญญาณออกเป็นเฟรม ซึ่งมีทั้งหมด N ตัวอย่าง โดยจะกำหนดให้แต่ละเฟรมมีขนาดเท่ากับ 256 แซมเปิลและทำการเลื่อนกรอบเฟรมทีละ 128 แซมเปิล ถ้าเฟรมสุดท้ายมีขนาดแซมเปิลน้อยกว่า 256 แซมเปิลให้ทำการตัดเฟรมนั้นทิ้งไป

2.2.2 แฮมมิ่งวินโดว์ และ Power Spectrum

นำสัญญาณเสียงที่ได้แต่ละเฟรมไปทำการคูณกับแฮมมิ่งวินโดว์ โดยเพื่อต้องการให้สัญญาณเสียงในแต่ละเฟรมมีลักษณะเป็นคาบและต่อเนื่อง ในตำแหน่งจุดเริ่มต้นของเฟรมและจุดปลายของเฟรม และนำเสียงแต่ละเฟรมมาทำการวิเคราะห์โดยใช้สเปกตรัมเชิงกำลังของสัญญาณเสียงในโดเมนความถี่ จึงใช้การแปลงฟูเรียร์ด้วยวิธี Fast Fourier Transform (FFT) ซึ่งจะทำให้การแปลงฟูเรียร์นั้นทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น

2.2.3 Mel Spectrum & Mel-Scale Filterbank

การจะค่าสเปคตรัมบนสเกลเมลนั้นจะต้องทำการเปลี่ยนสเกลทางความถี่ธรรมดาซึ่งเป็นสเกลเชิงเส้นให้เป็นสเกลเมลก่อน ซึ่งเป็นสเกลแบบไม่เชิงเส้น ดังสมการที่ 2.5

$$f_{mel}(f) = 1125 \cdot \ln\left(1+\frac{f}{700}\right) \qquad (2.5)$$

โดยขั้นตอนแรกนาค่าความถี่บนแกนความถี่ปกติไปแทนลงบนสมการสเกลเมลข้างต้นก่อน หลังจากนั้นทาการแปลงกลับสเกลเมล ดังสมการที่ 2.6

$$M^{-1}(m) = f(m) = 700(\exp(\frac{f_{mel}(f)}{700}) - 1) \qquad (2.6)$$

ต่อมานำสัญญาณเสียงที่ผ่านการแปลงดิสครีตฟูเรียร์แล้วไปผ่านฟิลเตอร์แบงค์ที่ทำการแปลงกลับสเกลเมล

ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Average Spectrum) รอบความถี่กลาง(Center Frequency) ของฟิลเตอร์ โดยฟิลเตอร์สามเหลี่ยมนี้จะเป็นฟิลเตอร์ชนิดแบนด์พาสฟิลเตอร์ ซึ่งการสร้างฟิลเตอร์แบงค์นี้จะเป็นไปตามสมการที่ 2.8

$$H_m[k] = \begin{cases} 0 & ,k < f(m-1) \\ \dfrac{2(k-f(m-1))}{(f(m+1)-f(m-1))(f(m)-f(m-1))} & ,f(m-1) \le k \le f(m) \\ \dfrac{2(f(m+1)-k)}{(f(m+1)-f(m-1))(f(m+1)-f(m))} & ,f(m) \le k \le f(m+1) \\ 0 & ,k > f(m+1) \end{cases} \qquad (2.8)$$

จะกำหนดจำนวนฟิลเตอร์แบงค์ทั้งหมด 12 ฟิลเตอร์ (m = 1,2,3,…,12) ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้ในงานทางด้านรู้จำเสียง

2.2.4 Logarithm

ถูกนำไปผ่านฟังก์ชันลอการิทึมเพื่อให้สเปกตรัมเชิงกาลังของเฟรมสัญญาณเสียงอยู่บนสเกลลอการิทึม

2.2.5 กระบวนการหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล

ในขั้นตอนที่ผ่านมาจะนำผลลัพธ์มาหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล ด้วยการแปลงโคซายน์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Cosine Transform) ดังสมการที่ 2.9

$$C(m) = w(m) \cdot \sum_{n=1}^{M} S_{mel}(k)\cos(\frac{\pi}{2M}(2n-1)(m-1)) \ ,m = 1,2,...,M \qquad (2.9)$$

โดยที่ $w(m) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}} & ,m=1 \\ \sqrt{\frac{2}{M}} & ,2 \le m \le M \end{cases}$

C คือ จำนวนสัมประสิทธิ์เซปสตรัม, M คือ จำนวนของฟิลเตอร์แบงค์

การแปลงโคซายน์แบบไม่ต่อเนื่อง (DCT) เป็นการแปลงแบบ Orthogonal ที่มีฟังก์ชันโคโซน์เป็นฐาน ซึ่งมักจะนำไปประยุกต์ใช้งานสัญญาณเสียง

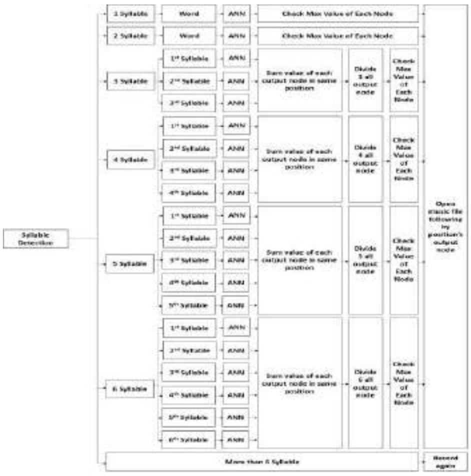
2.3 การเลือกคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียง

เมื่อผ่านส่วนของกระบวนการดึงคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียงด้วย MFCC ทำให้ได้ค่า ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมลทั้ง 12 ค่ามาแล้ว ทำเลือกคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียง ซึ่งจะมีการปรับปรุงสัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวแทนของเสียงที่ส่งผลให้คุณภาพของคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียงนั้นให้มีความแตกต่าง เพื่อส่งผลให้ระบบรู้จำมีประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น

ในขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล ค่าสัมประสิทธิ์เดลต้าและค่าสัมประสิทธิ์ดับเบิล-เดลต้า มาเรียงต่อกันตามลาดับโดยจะเป็นตัวแทนของเสียงนั้น ๆ เข้าสู่ระบบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อจำแนกข้อมูลต่อไป

2.4 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมการรู้จำเสียง

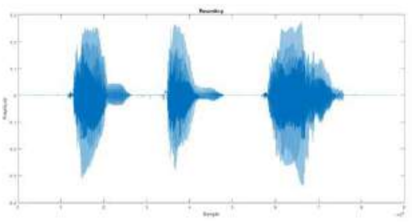
จะกำหนดพารามิเตอร์ของระบบดังนี้ กำหนดอินพุตโหนด เท่ากับ 4320 โหนด จำนวนโหนดในชั้นซ้อนเร้น เท่ากับ 30 โหนด และเอาต์พุตโหนดจำนวน 10 โหนด กรณีที่เป็น 5 พยางค์จะมีจำนวนเอาต์พุตโหนด เท่ากับ 6 โหนดและ 6 พยางค์จะมีเอาต์พุตโหนด 4 โหนด ผลลัพธ์ที่ได้ของเอาต์พุตโหนดของแต่ละพยางค์ที่ทำการประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งในโครงข่ายประสาทเทียมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนสำหรับการรู้จำ และส่วนสำหรับการจำแนก ในส่วนสำหรับการจำแนกสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.10 โดยค่าเอาต์พุตโหนดในแต่ละโครงข่ายประสาทเทียมตามแต่ละพยางค์ จะนำค่าเอาต์พุตโหนดที่ได้ที่ตำแหน่งเดียวกันทุกระบบโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ๆ มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนพยางค์ จากนั้นจะได้ผลลัพธ์ของเอาต์พุตโหนดรวมที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ต่อมาทำการตรวจสอบว่าที่ตำแหน่งใดของเอาต์พุตโหนดของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ๆ มีค่ามากที่สุด ให้ที่ตำแหน่งของเอาต์พุตโหนดนั้นเปิดไฟล์เพลงที่ต้องการเป็นต้น



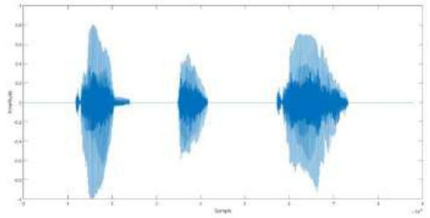
รูปที่ 2.10 กระบวนการจำแนกของระบบโครงข่ายประสาทเทียมของระบบรู้จำเสียง

3. ผลการทดสอบและทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

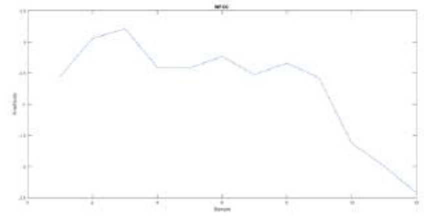
เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณที่บันทึก เมื่อผ่านกระบวนการ Pre-Processing โดยแสดงในรูป 3.1 และ 3.2 จากนั้นเป็นผลการทดสอบหลังผ่านกระบวนการ Feature Extraction ในรูป 3.3 และ Feature Selection ในรูป 3.4



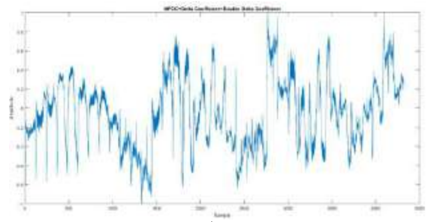
รูปที่ 3.1 สัญญาณเสียงคำว่า จำฝังใจ



รูปที่ 3.2 สัญญาณเสียงคำว่า จำฝังใจ โดยผ่าน Pre-Processing



รูปที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมลเฟรมที่ 10 ของคำว่า “ใจ”



รูปที่ 3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่จะถูกนำไปเรียนรู้ในระบบรู้จำ

ในที่นี้จะทำการทดสอบโดยใช้เสียงผู้ชายและผู้หญิง 2 คน โดยพูดคนละ 2 ครั้งต่อ 1 เพลง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของผู้ชาย และ ผู้หญิง

พยางค์	ผู้ชายคนที่ 1	ผู้ชายคนที่ 2	ผู้หญิงคนที่ 1	ผู้หญิงคนที่ 2
1	85 %	85 %	90 %	85 %
2	55 %	60 %	55 %	55 %
3	75 %	90 %	100 %	90 %
4	85 %	70 %	90 %	80 %
5 ขึ้นไป	25 %	85 %	65 %	50 %

4. สรุป

กระบวนการของระบบการรู้จำชื่อเพลงโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ระบบรู้จำชื่อเพลงนั้นใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธ์เซปสตรัมบนสเกลเมล ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่าประสิทธิภาพของระบบรู้จำเสียงอยู่ที่ 73.75%

เอกสารอ้างอิง

[1] Y. LeCun, B. Boser, J.S. Denker, D. Henderson, R. Howard,W. Hubbard,and L. Jackel. “Handwritten digit recognition with a back-propagation network” **Proc. Advances in Neural Information Processing Systems**, 1990. pp. 399

ระบบตรวจจับการล้ม/จำแนกอิริยาบถพร้อมทั้งระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีซิกบี

FALL DETECTION/MOVEMENT CLASSIFICATION AND INDOOR LOCALIZATION USING ZIGBEE TECHNOLOGY

ภีมวิชญ์ สุทธิกาญจน์ อัครพล ตรีรัตน์ และ ศรวัฒน์ ชิวปรีชา

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: sorawat@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอระบบในการตรวจจับการล้ม [1] สำหรับผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุที่ต้องมีการสังเกตทางการแพทย์ ซึ่งจะทำการจำแนกอิริยาบถโดยใช้เซนเซอร์ความเร่ง และมีการประยุกต์ใช้โครงข่ายไร้สายด้วยเทคโนโลยีซิกบี [2] เพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้ มีการนำค่าความแปรปรวนของกำลังสัญญาณ [3] มาใช้ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเซนเซอร์อ้างอิง เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง มีการใช้การจัดกลุ่มแบบเคมีน [4] ในการจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อระบุตำแหน่ง อย่างหยาบ ก่อนที่จะใช้สมการระยะยูคลิดเพื่อระบุตำแหน่งของเป้าหมาย มีการออกแบบอุปกรณ์ให้อยู่ในรูปหัวเข็มขัด รวมถึงมีการแสดงผลลัพท์การระบุตำแหน่งและจำแนกอิริยาบถบนคอมพิวเตอร์

คำสำคัญ: เทคโนโลยีซิกบี, การจัดกลุ่มแบบเคมีน, ระยะยูคลิด

Abstract

This paper presents a fall detection [1] for the patient or elderly are required for medical observation or accident prevention. That detect the movements by the Accelerometer and proposes an application of Wireless Sensor Network based on Zigbee Technology [2] for identifying the positions of the user. Variance of RSSI [3] will be applied to search the optimal weights for each reference sensor node and use in order to obtain more accuracy for positioning estimation. Kmeans clustering [4] will be applied to cluster Received Signal Strength Indicator (RSSI) vector into several classes for coarse positioning estimation. Euclidean distance equation is used for identify the positions of the user. The device is designed as a belt buckle. Results are displayed on computer software.

Keywords: Zigbee Technology, Kmeans clustering, Euclidean distance

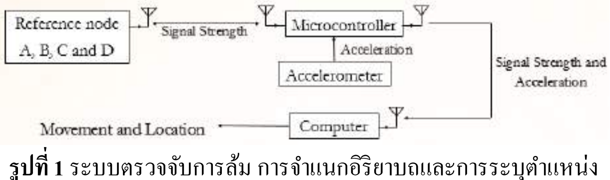
1. บทนำ

ปัจจุบันคนไทยเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้มสูงถึงปีละ 1,600 คน ซึ่งเป็นสาเหตุการตายอันดับสองในกลุ่มของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ (Unintentional) รองจากการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน โดย 1 ใน 3 พบว่าการเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุ มักมีสาเหตุจากความเสื่อมและการถดถอยของร่างกาย เมื่อหกล้มกระดูกจึงเกิดการแตกหรือหักได้ง่าย

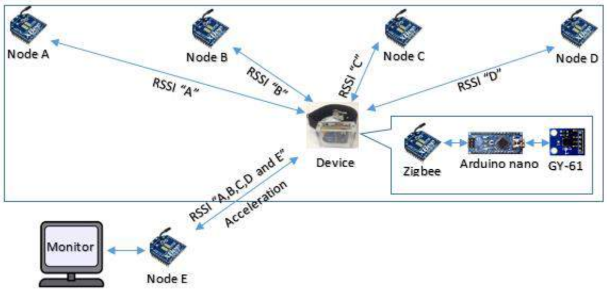
ระบบการตรวจจับการล้ม การจำแนกอิริยาบถและการระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยอาศัยเทคโนโลยีโครงข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ในส่วนของการจำแนกอิริยาบถจะทำการจำแนกอิริยาบถออกเป็น 9 อย่าง คือ นั่ง, นอน, ยืน, วิ่ง, เดิน, ล้มซ้าย, ล้มขวา, ล้มหน้า และล้มหลัง โดยการนำค่าความเร่งจากเซนเซอร์ความเร่ง 3 แกนมาคำนวณเพื่อจำแนกอิริยาบถต่างๆ และในส่วนการระบุตำแหน่งในอาคารอาศัยการวัดค่ากำลังสัญญาณมาทำการคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งอย่างคร่าวๆ

2. การออกแบบระบบการตรวจจับการล้ม

ระบบตรวจจับการล้ม จำแนกอิริยาบถและการระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีซิกบีที่ออกแบบมีบลอคไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 1 ตัวอุปกรณ์ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปหัวเข็มขัด ซึ่งประกอบไปด้วย Zigbee, Arduino Nano และเซนเซอร์ GY-61 โดยตัวอุปกรณ์จะทำหน้าที่อ่านค่ากำลังสัญญาณจากเซนเซอร์อ้างอิงทั้ง 5 เซนเซอร์ ทำหน้าที่รับความเร่งจากการเคลื่อนไหว รวมถึงส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังคอมพิวเตอร์ และสุดท้ายคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่รับและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งอิริยาบถและการระบุตำแหน่ง รวมถึงแสดงผลบนซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ระบบตรวจจับการล้ม การจำแนกอิริยาบถและการระบุตำแหน่ง



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบ

2.1 การแบ่งกลุ่มให้กับข้อมูล

การจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อลดขั้นตอนกระบวนการในการคำนวณ โดยใช้วิธีการเคมีน กรณีที่ไม่มีแบ่งกลุ่มในการระบุตำแหน่ง จะต้องหา Euclidean Distance ระหว่างค่ากำลังสัญญาณที่วัดได้กับค่ากำลังสัญญาณของพื้นที่อ้างอิงทุกๆพื้นที่ ซึ่งจะต้องใช้ขั้นตอนในการคำนวณทั้งหมด 22 ขั้นตอน ในบทความวิจัยนี้กำหนดให้แบ่งเป็น 4 กลุ่มพื้นที่ เมื่อผลลัพธ์จากการแบ่งกลุ่ม ไม่เกิดการย้ายกลุ่มแล้ว จะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการด้วยวิธีการเคมีน

วิธีการเคมีนจะมีการทำงานหลายๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวมชุดข้อมูลที่เหมือนหรือคล้ายกัน ให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเดียวกัน การพิจารณาว่าข้อมูลใดที่คล้ายกัน ก็โดยการวัดระยะห่างจากค่าของข้อมูลกับค่ากลางของกลุ่มโดยใช้สมการที่ 1 Euclidean Distance โดย a_j เป็นค่ากำลังสัญญาณแต่ละตัว และ b_j เป็นค่าเฉลี่ยของกำลังสัญญาณ

$$d(a,b)=\sum_{j=1}^{k}\left(a_j-b_j\right)^2 \qquad (1)$$

จากนั้นเลือกนำข้อมูลนั้นจัดไว้ในกลุ่มใดที่ได้ค่าระยะทางยูคลิดน้อยที่สุด แล้วคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ จะทำเช่นนี้จนกระทั่งค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง หรือครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถเขียนเป็นข้อได้ดังนี้

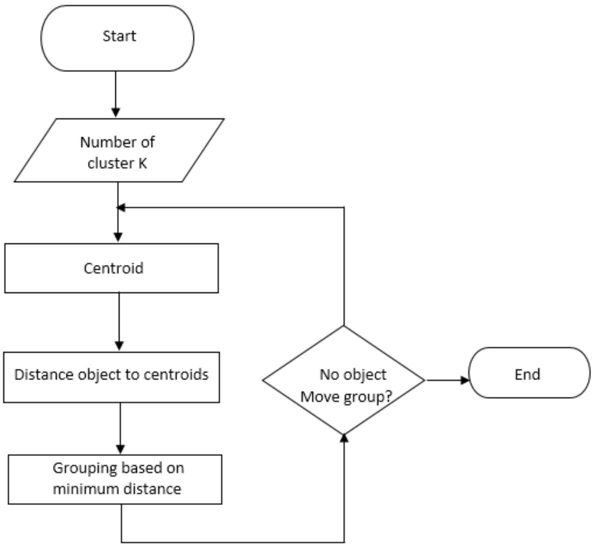
1. กำหนดค่าจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ต้องการแบ่ง (set k) ก็คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่จะนำมาแบ่งสรรออกเป็นกลุ่มๆ นั้นต้องการแบ่งเป็น k กลุ่ม

2. สุ่มกลุ่มข้อมูลเริ่มต้นมาจำนวนเท่ากับค่ากลุ่มที่ต้องการ แล้วนำข้อมูลนั้นไปเฉลี่ยเพื่อนำมาเป็นค่า centroid เริ่มต้น

3. กระบวนการจัดหมวดหมู่ ด้วยการตรวจสอบทุกค่าในข้อมูลทั้งหมดว่าข้อมูลใดมีค่าใกล้เคียงกับค่า centroid ใด แล้วให้จัดเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

4. คำนวนค่า centroid โดยภายหลังข้อมูลทุกตัวถูกจัดเข้ากลุ่มแล้วให้คำนวณหา centroid ของกลุ่มใหม่

5. ตรวจดูเงื่อนไข โดยทำซ้ำในหัวข้อที่ 3 และ 4 ไปจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งของกลุ่ม (กลุ่มคงที่) หรือ จนกระทั่งเข้าถึงค่าสูงสุดของปริมาณข้อมูลที่มี หรือ ผลรวมทั้งหมดของระยะห่างสำหรับข้อมูลคลัสเตอร์ปัจจุบันน้อยกว่าทุกครั้งที่ผ่านมา ขั้นตอนต่างๆ สามารถเขียนผังงานได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผังงานของวิธีการเคมีน

2.2 การหาค่าน้ำหนักและการระบุตำแหน่ง

ในขั้นตอนแรกจะทำการหาค่าความแปรปรวนของค่ากำลังสัญญาณ ของเซนเซอร์อ้างอิง A, B, C, D, และ E จากสมการที่ 2

$$Var=\frac{\sum(x-\mu)^2}{N} \qquad (2)$$

จากนั้นจึงนำไปหาค่าน้ำหนักสำหรับแต่ละเซนเซอร์อ้างอิง จากสมการที่ 3 เพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งภายในอาคาร

$$W_m=\frac{1/Var_m}{\sum_{m=1}^{M}1/Var_m} \qquad (3)$$

ในส่วนการระบุตำแหน่งจะใช้วิธีเปรียบเทียบระยะทางยุคลิดของข้อมูลที่วัดได้กับค่าเซนทรอยของแต่ละกลุ่ม โดยอาศัยสมการที่ 4 และ 5 เพื่อทำการระบุตำแหน่งอย่างหยาบ จากนั้นนำข้อมูลที่วัดได้มาเปรียบเทียบระยะทางยุคลิดกับข้อมูลทุกข้อมูลในกลุ่มนั้นอีกครั้งด้วยสมการ WDF ดังสมการที่ 6 เพื่อทำการระบุตำแหน่งภายในอาคาร

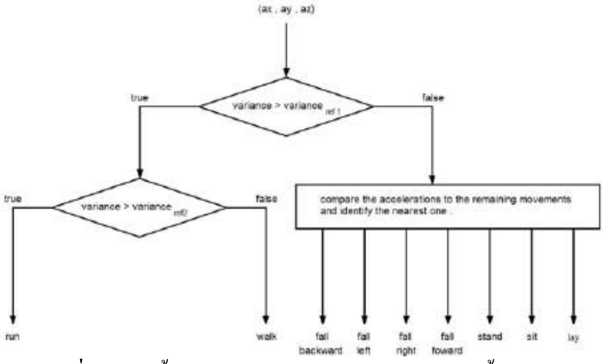
$$dist_n\left(x_n,y_n\right)=\sum_{m=1}^{M}\left(r_m-rssi_{n,m}\right)^2 \qquad (4)$$

$$(x,y)=\min\{dist_n(x_n,y_n)\} \quad (5)$$

$$dist_n(x_n,y_n)=\sum_{m=1}^{M}W_m\left(r_m-rssi_{n,m}\right)^2 \quad (6)$$

2.3 การตรวจจับการล้ม และการจำแนกอิริยาบถ

กระบวนการที่ใช้ในการตรวจจับการล้มและจำแนกอิริยาบถต้องมีอินพุตซึ่งก็คือข้อมูลความเร่งในแนวแกน x, y และ z จากผู้ที่สวมใส่เข็มขัดด้วยอัตราการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 เฮิร์ต หลังจากนั้นจะถูกประมวลผลแล้วได้ผลลัพธ์เป็นอิริยาบถของบุคคล ณ เวลานั้น ระบบที่ใช้ในการประมวลผล มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลำดับขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลความเร่งทั้ง 3 แกน

ในขั้นตอนการใช้งานจริง ขั้นแรกจะเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของข้อมูลความเร่งแกน x ที่วัดได้กับค่าความแปรปรวนอ้างอิงเพื่อตัดสินใจว่าอยู่นิ่งหรือไม่ ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง จะเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนนั้นอีกครั้งกับค่าความแปรปรวนอ้างอิงที่สองว่าเป็นการเดินหรือการวิ่ง ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นจริงตั้งแต่การเปรียบเทียบความแปรปรวนในครั้งแรก ค่าความเร่งทั้ง 3 แกนที่วัดได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบระยะทางยุคลิดกับความเร่งอ้างอิงของแต่ละอิริยาบถที่เหลือโดยใช้สมการที่ 3 และ 4 เพื่อระบุอิริยาบถ

2.4 หน้าต่างผู้ใช้งาน (GUI)

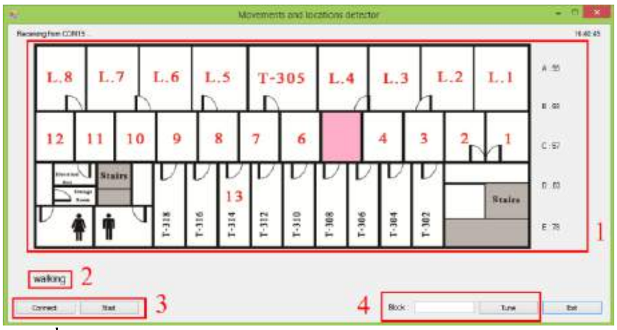
การแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ถือเป็นส่วนที่จำเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการแสดงผลที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย ในที่นี้ผู้จัดทำได้เลือกที่จะใช้การแสดงผลโดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาขึ้นเองด้วยโปรแกรม Visual Studio ดังในในรูปที่ 5 โดยในกรอบสีแดงแต่ละกรอบมีสมบัติดังนี้

หมายเลข 1 คือการระบุตำแหน่งภายในชั้น 3 ของภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม แสดงผลด้วยการกระพริบเป็นสี่เหลี่ยมสีชมพู โดยตัวอย่างจากรูปที่ 5 ระบุว่าบุคคลนั้นอยู่ที่ตำแหน่งบล็อกทางเดินหมายเลข 5 ส่วนด้านขวามือเป็นการระบุค่าความแรงสัญญาณที่โหนดเป้าหมายอ่านได้จากสถานีต่างๆ 5 สถานี มีหน่วยเป็น -dBm

หมายเลข 2 คืออิริยาบถที่ระบบประมวลผลได้ โดยตัวอย่างจากรูปที่ 5 ระบุว่าขณะนี้เป้าหมายกำลังเดินอยู่

หมายเลข 3 เป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับพอร์ต USB โดยปุ่ม Connect ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับพอร์ต และปุ่ม Start ใช้สำหรับเริ่มการรับข้อมูล

หมายเลข 4 คือส่วนของการปรับเปลี่ยนค่าความแรงสัญญาณอ้างอิงที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล เนื่องจากปัญหาสภาพแวดล้อมภายในอาคาร



รูปที่ 5 แอพพลิเคชั่นสำหรับตรวจจับการล้ม จำแนกอิริยาบถและระบุตำแหน่งภายในอาคาร

3. การทดสอบระบบการตรวจจับการล้ม

รูปที่ 6 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

ผลลัพธ์จากการระบุตำแหน่งด้วยวิธีการที่ไม่มีการถ่วงน้ำหนักมีผลลัพธ์ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 85.45 ส่วนผลลัพธ์จากการระบุตำแหน่งด้วยวิธีการที่มีการถ่วงน้ำหนักมีผลลัพธ์ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 90.90 จะเห็นได้ว่าการระบุตำแหน่งด้วยวิธีการที่มีการใช้การถ่วงน้ำหนักนั้นมีความแม่นยำสูงกว่า และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งภายในอาคาร ค่าความแปรปรวนของกำลังสัญญาณในแต่ละเซนเซอร์

รวมถึงค่าน้ำหนักที่คำนวณได้สำหรับแต่ละเซนเซอร์ ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าความแปรปรวนของกำลังสัญญาณในแต่ละเซนเซอร์

ค่าความแปรปรวนของ Sensor A	ค่าความแปรปรวนของ Sensor B	ค่าความแปรปรวนของ Sensor C	ค่าความแปรปรวนของ Sensor D	ค่าความแปรปรวนของ Sensor E
177.25	149.7025	149.5124	173.4132	134.126

ตารางที่ 2 ค่าน้ำหนักที่คำนวณได้สำหรับแต่ละเซนเซอร์

ค่าน้ำหนักของ Sensor A	ค่าน้ำหนักของ Sensor B	ค่าน้ำหนักของ Sensor C	ค่าน้ำหนักของ Sensor D	ค่าน้ำหนักของ Sensor E
0.1750	0.2072	0.2075	0.1789	0.2313

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเก็บค่าความแปรปรวนดังในตารางที่ 3 ซึ่งค่าความแปรปรวนที่ต่ำที่สุดทั้งของการเดินและการวิ่ง จะถูกนำไปเป็นค่าความแปรปรวนอ้างอิงสำหรับการเปรียบเทียบเพื่อประมวลผลอิริยาบถเดินและวิ่ง

ตารางที่ 3 ค่าความแปรปรวนขณะเดินและวิ่งของกลุ่มตัวอย่าง

บุคคล	เพศ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (kg)	ส่วนสูง (cm)	ความแปรปรวนของความเร่งแกน x	
					เดิน	วิ่ง
1	ชาย	23	56.4	168	224.13	477.70
2	ชาย	22	68.3	175	273.82	1160.62
3	ชาย	22	70.5	171	205.24	942.98
4	หญิง	22	47.4	167	328.63	428.56
5	หญิง	22	55.2	163	194.52	536.44
6	หญิง	23	53.8	166	217.54	436.93
7	ชาย	19	63.3	174	306.62	713.78
8	ชาย	21	77.9	179	267.79	924.38
9	ชาย	22	53.4	166	413.96	1012.24
10	ชาย	21	66.4	171	237.97	621.53
ค่าต่ำสุด					194.52	428.56

ผลลัพธ์จากการวัดค่าแรงดันเฉลี่ยทั้ง 3 แกน จากบุคคลทดสอบผู้ชายและผู้หญิง 10 คน และค่าความเร่งเฉลี่ยทั้ง 3 แกนที่คำนวณได้ สำหรับแต่ละครั้งในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความเร่งเฉลี่ยแต่ละแกนสำหรับแต่ละอิริยาบถ

อิริยาบถ	ค่าแรงดันเฉลี่ย (v) / ความเร่งเฉลี่ย (g)					
	แกน x		แกน y		แกน z	
ล้มหน้า	1.60	0.68	2.02	0.20	2.86	-0.76
ล้มหลัง	1.35	0.97	2.00	0.22	1.78	0.48
ล้มซ้าย	1.88	0.36	2.70	-0.58	2.31	-0.13
ล้มขวา	1.68	0.59	1.87	0.38	2.34	-0.17
นอน	1.84	0.41	2.07	0.14	2.06	0.16
ยืน	2.19	0.01	2.25	-0.06	2.17	0.03
นั่ง	1.88	0.36	2.13	0.08	2.07	0.15

จากผลการทดสอบทั้งหมดระบบนี้มีความถูกต้องในการตรวจจับการล้มและการจำแนกอิริยาบถทั้งหมด 855 ครั้ง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 95

3. สรุป

ระบบตรวจจับการล้ม/จำแนกอิริยาบถที่ได้จัดทำและทดสอบภายในอาคารพื้นที่จริงที่มีสิ่งกีดขวาง ผลการทดสอบการระบุตำแหน่งด้วยวิธีการที่ไม่มีการถ่วงน้ำหนักมีความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 85.45 และผลการทดสอบการระบุตำแหน่งด้วยวิธี ที่มีการถ่วงน้ำหนักมีความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 90.90 จะเห็นได้ว่าการใช้การถ่วงน้ำหนักให้กับเซนเซอร์อ้างอิงสามารถเพิ่มความแม่นยำในการระบุตำแหน่งได้ ในส่วนของการตรวจจับการล้มและจำแนกอิริยาบถ ระบบนี้มีความแม่นยำในการจำแนกอิริยาบถต่างๆ คือ ยืน นั่ง นอน เดิน วิ่ง ล้มซ้าย ล้มขวา ล้มหน้า และล้มหลังคิดเป็นร้อยละ 95

เอกสารอ้างอิง

[1] Nithis P., Prapassakorn A. and Parinthron K.. “Fall detection/movement classification and indoor localization using zigbee technology,” KMITL, Bangkok, June 2016.

[2] G. Gonçalo and S. Helena, “Indoor localization using Zigbee technology,” Proc. IEEE International Conference on Sensor Technologies and Applications.

[3] M. Sugano, “Indoor localization system using RSSI measurement of wireless sensor network based on Zigbee standard,” Proc. of Wireless Sensor Networks 2006 (WSN 2006), July 2006.

[4] P. Sunantasaengtong and S. Chivapreecha, “Mixed K-means and GA-based weighted distance fingerprint algorithm for indoor localization system,” Proc. International Conference on Communications, October, 2014.

การออกแบบและสร้างท่ออิมพีแดนซ์ สำหรับการวัดการดูดซับของวัสดุทางเสียง

Design and Implementation of an Impedance tube for absorption measurement of acoustic materials.

พัสกร กิมาวะหา วงศธร วงศ์วิวัฒนะศรี และ ศรวัฒน์ ชิวปรีชา
หลักสูตรวิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: sorawat@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดลองสร้างท่ออิมพีแดนซ์สำหรับการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงของวัสดุ และได้นำความรู้ที่เคยศึกษามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบตัวอุปกรณ์ และ เขียนโปรแกรมสำหรับใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ โดยเริ่มศึกษาทฤษฎีจากมาตรฐาน ISO 10534-2:2001 และมาตรฐาน ASTM e1050-98 ซึ่งในขั้นตอนแรก จะกล่าวถึงวิธีการสร้างท่ออิมพีแดนซ์ โดยการคำนวณระยะและขนาดต่างๆอ้างอิงจากสมการภายในมาตรฐานและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นได้ทำการคำนวณระยะและขนาดของท่อเพื่อปรับใช้ตามความเหมาะสมโดยคำนึงจากช่วงความถี่ที่สนใจในการวัด และในขั้นตอนต่อไปจะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ่านท่ออิมพีแดนซ์ โดยรับค่าจาก ไมโครโฟน 2 ตัวเพื่อนำมาหาฟังก์ชั่นส่งผ่าน จากนั้นนำฟังก์ชั่นส่งผ่านมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละประเภท โดยจะนำค่าที่ได้รับผ่านไมโครโฟน 2 ตัวมาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมแมทแลปเพื่อแสดงผลลัพธ์ผ่านกราฟของฟังก์ชั่นส่งผ่าน กราฟของค่าสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนและกราฟของสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงของวัสดุ

คำสำคัญ: ท่ออิมพีแดนซ์, มาตรฐาน ISO 10534-2:2001, มาตรฐาน ASTM, วัสดุทางเสียง

Abstract

The objective of this project is design and implementation of an impedance tube for measurement an absorption coefficient of acoustic materials. An impedance tube is designed and MATLAB is used for software implementation to analyze absorption coefficients using 2 microphones technique in order to obtain a transfer function based on ISO10534-2:2001 standard. First step, choose a frequency range for 2 microphones spacing calculation. Then, install 2 microphones on hardware of impedance tube with calculated spacing, including calculation of the length of tube, diameter of tube and spacing between speaker and microphones. Last step, design a program for analysis in order to obtain the transfer function, reflection coefficient and absorption coefficient. The results of absorption coefficient for testing materials are shown in graphs.

Keywords: Impedance tube, ISO 10534-2:2001 standard, ASTM standard, Acoustic materials.

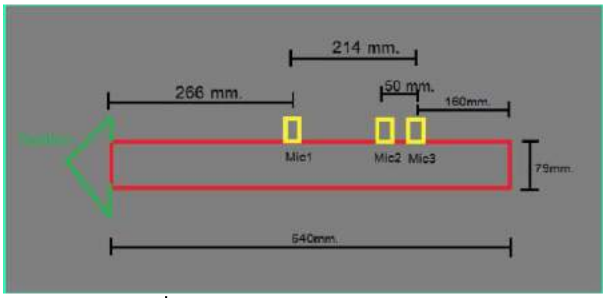
1. บทนำ

การออกแบบห้องหรือโรงงานต่างๆให้ได้มาตรฐาน ตามกฎหมายกำหนด เราไม่สามารถออกแบบเพียงเพราะว่าสวยงาม เสียงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการสร้างห้องที่มีคุณภาพ ผลลัพธ์ของการทำห้องแต่ละห้องจะมีลักษณะของเสียงที่ต่างกันออกไป บางห้องอาจจะมีเสียงสะท้อนหรือบางห้องอาจจะไม่สะท้อนเลยในที่นี้ปัจจัยที่ทำให้ผลลัพธ์เป็นเช่นนี้เนื่องจากการใช้วัสดุทีมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในการก่อสร้าง ฉะนั้นการที่จะออกแบบสถานที่ต่างๆการรู้คุณสมบัติว่าวัสดุชิ้นนั้นๆมีการสะท้อนอย่างไรหรือมีการดูดซับอย่างไรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการออกแบบ

2. การออกแบบ

2.1 การออกแบบตัวอุปกรณ์ของท่ออิมพีแดนซ์

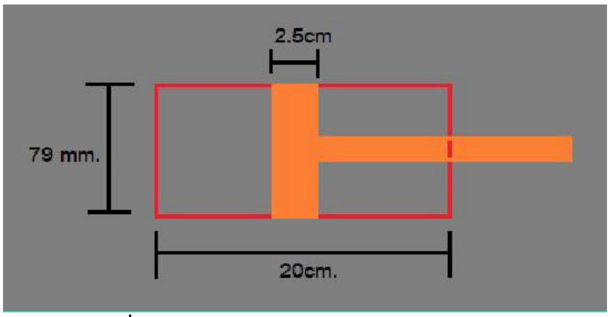
กำหนดช่วงความถี่ที่ต้องการจะตรวจสอบวัสดุโดยท่ออิมพีแดนซ์ โดยการออกแบบระยะห่างของไมโครโฟน ระยะห่างของลำโพง ออกแบบตู้ลำโพง กำหนดขนาดของท่อให้ตอบสนองกับช่วงความถี่ที่ต้องการจะวัดโดยท่ออิมพีแดนซ์ โดยอ้างอิงสมการมาจากมาตรฐาน ISO 10534-2:2001



รูปที่ 1 ขนาดและระยะของท่ออิมพีแดนซ์

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงระยะห่างไมโครโฟนทั้ง 2 ระยะ ซึ่งในการวัดค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับของวัสดุต้องใช้ไมโครโฟน 2 ตัวในการวัด เมื่อนำไมโครโฟนไปวางที่ตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 3 ซึ่งมีระยะห่าง 214 มิลลิเมตร จะทำให้สามารถตรวจวัดค่าได้ในช่วงความถี่ต่ำ (100 Hz – 700 Hz)

เมื่อนำไมโครโฟนไปวางที่ตำแหน่งที่ 2 และ ตำแหน่งที่ 3 ซึ่งมีระยะห่าง 50 มิลลิเมตร จะทำให้สามารถตรวจวัดค่าได้ในช่วงความถี่สูง (700 Hz – 2400 Hz)



รูปที่ 2 ลูกสูบสำหรับใส่วัสดุและวัดขนาดของวัสดุ

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงท่อส่วนหลังมีไว้เพื่อใส่วัสดุและวัดขนาดความหนาของวัสดุ

รูปที่ 3 อุปกรณ์ท่ออิมพีแดนซ์

2.2 ออกแบบโปรแกรมสำหรับประมวลผลผ่าน Matlab

การออกแบบโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับจะออกแบบโดยโปรแกรม matlab ซึ่งจะนำค่าที่ได้รับจากไมโครโฟน 2 ตัว มาผ่าน interface เพื่อนำสัญญาณ digital มาคำนวณผ่านสมการที่ทำการเขียนผ่าน matlab โดยปล่อยสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ผ่าน simulinks และให้ simulinks เป็นตัวบันทึกสัญญาณจากไมโครโฟน

จากนั้นสัญญาณที่ได้จากไมโครโฟนทั้ง 2 ตัวเป็นสมการสำหรับการหาฟังชั่นส่งผ่าน H_{12} โดยผ่านกการคำนวณ cross spectrum หาร auto spectrum และนำ H_{12} ไปหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของเสียง

$$R(\omega)=\frac{e^{-jk_0 s}-H_{12}}{H_{12}-e^{jk_0 s}}e^{2jk_0 x_1} \tag{1}$$

เมื่อ H_{12} คือ transfer function ของวัสดุที่เราสามารถวัดค่าได้

S คือ ระยะห่างระหว่างไมโครโฟน 2

$X1$ คือ ระยะห่างระหว่าง sample ไปจนถึงไมโครโฟนที่อยู่ไกล

$K0$ คือ wave number

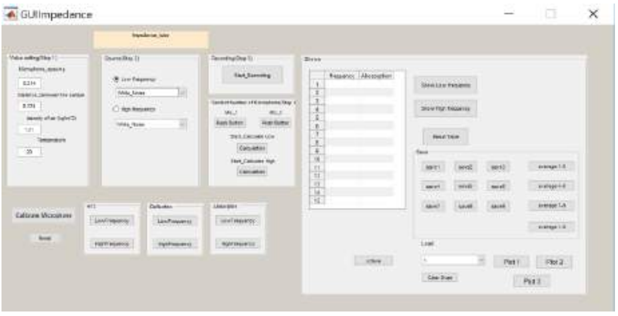
จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนมาหาสัมประสิทธิ์การดูดซับผ่านสมการ

$$\alpha(\omega)=1-|R|^2 \tag{2}$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

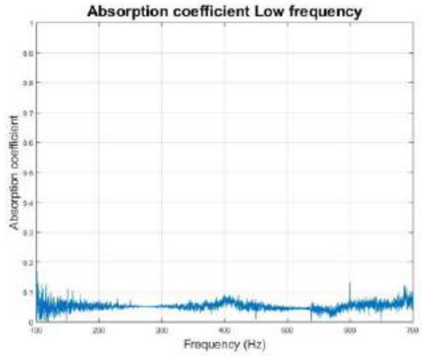
R คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน

และสุดท้ายหลังจากทำการเขียนโค้ดเพื่อหาผลลัพธ์และแสดงผลลัพธ์ของผ่านกราฟ จากนั้นสร้าง Graphic user interface เพื่อให้ง่ายสำหรับการใช้งาน

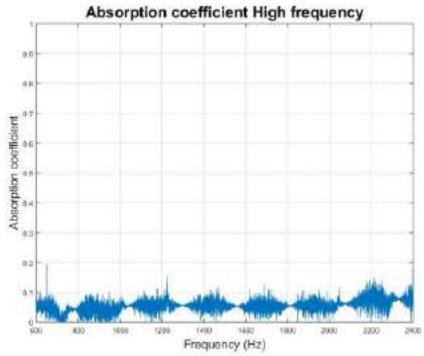


รูปที่ 4 Graphic user interface

3. ผลลัพธ์



รูปที่ 5 แสดงค่าค่าสัมประสิทธิ์ดูซับเสียง ของท่อเปล่าในช่วงความถี่ 100 ถึง 700



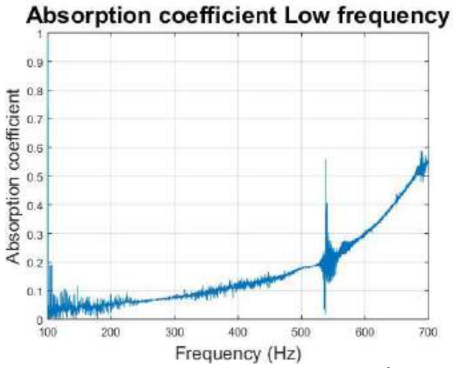
รูปที่ 6 แสดงค่าค่าสัมประสิทธิ์ดูซับเสียง ของท่อเปล่าในช่วงความถี่ 600 ถึง 2400

จากรูปกราฟข้างต้นแสดงให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงของท่ออิมพีแดนซ์โดยไม่มีวัสดุอยู่ในนั้น ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่ามีการดูดซับไม่เกิน 0.1 แสดงว่าเสียงมีการสะท้อนได้มากในท่อ

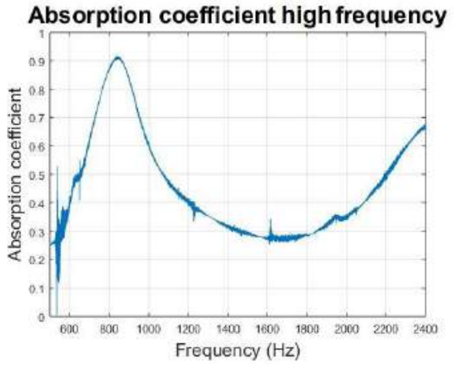
รูปที่ 7 โฟมสีดำ

รูปที่ 8 โฟมสีเงิน

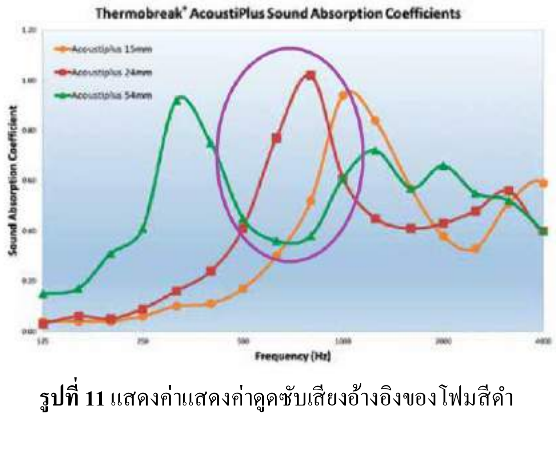
ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงที่ได้จากท่อที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงอ้างอิงของวัสดุของทั้งสองชนิดว่ามีความใกล้เคียงกันเท่าไหร่ และเพื่อให้เห็นแนวโน้มผลลัพธ์ลักษณะของกราฟ ที่ได้จากท่อที่สร้างขึ้นเทียบกับผลลัพธ์อ้างอิงของวัสดุทั้งสองชนิด



รูปที่ 9 แสดงค่าดูดซับเสียงของโฟมสีดำช่วงความถี่ 100-700 Hz

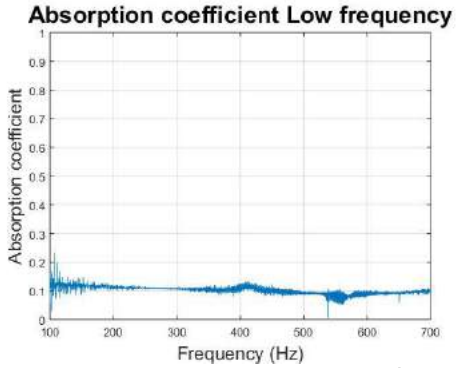


รูปที่ 10 แสดงค่าดูดซับเสียงของโฟมสีดำช่วงความถี่ 700-2400 Hz

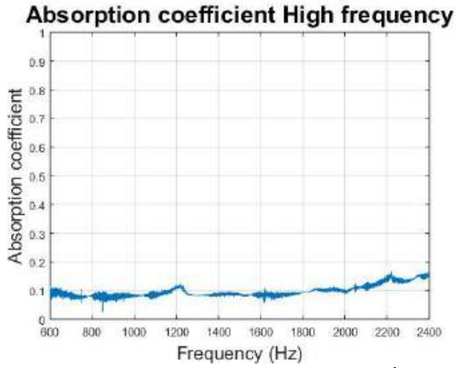


รูปที่ 11 แสดงค่าแสดงค่าดูดซับเสียงอ้างอิงของโฟมสีดำ

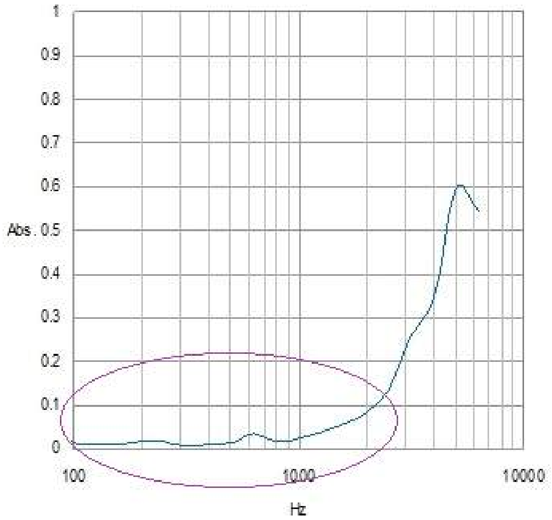
จากผลลัพธ์ที่ได้จากท่อที่สร้างขึ้นเทียบกับผลลัพธ์อ้างอิงของวัสดุ จะเห็นได้ว่าลักษณะของกราฟในช่วงความถี่ 100-2400 Hz มีแนวโน้มที่คล้ายกัน



รูปที่ 12 แสดงค่าดูดซับเสียงของโฟมสีเงินช่วงความถี่ 100-700 Hz



รูปที่ 13 แสดงว่าดูดซับเสียงของโฟมสีเงินช่วงความถี่ 600-2400 Hz



รูปที่ 14 แสดงค่าแสดงค่าดูดซับเสียงอ้างอิงของโฟมสีเงิน

จากผลลัพธ์ที่ได้จากท่อที่สร้างขึ้นเทียบกับผลลัพธ์อ้างอิงของวัสดุ จะเห็นได้ว่าลักษณะของกราฟในช่วงความถี่ 100-2400 Hz มีลักษณะที่คล้ายกัน เนื่องจากการวัดค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงจากท่อที่สร้างขึ้นโดยที่ไม่มีวัสดุ วัดค่าได้ต่ำกว่า 0.1 ประมาณ 0.05 เมื่อนำวัสดุชนิดที่สองใส่เข้าไป วัดค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงได้ ประมาณ 0.1 จากผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่า หากท่อที่สร้างขึ้นมีการวัดค่าของท่อที่ไม่มีวัสดุออกมาเกือบ 0 เราอาจจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงที่คล้ายคลึงกับ ค่าผลลัพธ์อ้างอิงของวัสดุชนิดที่สอง

4. สรุป

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการออกแบบและสร้างท่ออิมพีแดนซ์สำหรับตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของวัสดุ ซึ่งเป็นการสร้างอุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับประมวลผล งานวิจัยนี้สามารถตรวจสอบวัสดุได้ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 100 Hz ไปจนถึง 2400 Hz โดยการตรวจสอบต้องตัดวัสดุออกมาเป็นทรงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 79 มิลลิเมตรและสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ช่วงความถี่มากกว่า 2400 Hz ด้วยการสร้างตัวอุปกรณ์ท่อให้มีขนาดรัศมีเล็กลง และกำหนดระยะไมโครโฟนให้ใกล้กันมากขึ้น การตรวจสอบวัสดุและนำมาเทียบกับมาตรฐานพบว่ามีลักษณะของกราฟผลลัพธ์ที่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันซึ่งผลลัพธ์อาจไม่ตรงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ความกรุณาจากบริษัท Geonoise Thailand ที่ให้โอกาสนักศึกษาทำโครงการวิจัยสหกิจภายใต้การดูแลของบริษัท ขอขอบคุณ นาย ปิตุพงศ์ สาระโพธิ์ ผู้นิเทศงานสหกิจของทางบริษัทและยังเป็นวิศวกรของบริษัท ที่คอยช่วยให้คำแนะนำ เสนอแนวคิด รวมถึงให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการแก้ไขบทความวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Gabriela Cristina Cândido da Silv, Maria Alzira de Araújo Nunes, “Design and construction of a low cost impedance tube for sound absorption coefficients measurements,” 2013, pp.105-115.

[2] Satyajeet P Deshpande, Kolano and Saha Engineers, “Develop of a low cost impedance tube to measure acoustic absorption and transmission loss of materials,” 2014.

[3] Arunkumar B, Jeyanthi S, “Design and analysis of impedance tube for sound absorption measurement,” vol. 12, March 2017, pp.1400-1405.

[4] BS EN ISO 10534-2:2001, “Acoustics — Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes,” 2001.

การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์รับส่งข้อมูลบนมาตรฐาน TETRA

Study and Development of Transceiver Product based on TETRA Standard

มารุฒ กรอิ่ม สุทธินันท์ สิงหานุวัฒน์ ศรวัฒน์ ชิวปรีชา

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: sorawat@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์รับส่งข้อมูล บนเทคโนโลยีระบบวิทยุควบคุมด้วยซอฟท์แวร์ที่ตั้งอยู่บนมาตรฐาน Terrestrial Trunked Radio (TETRA) โดยการนำมาตรฐาน TETRA มาประยุกต์ใช้กับ Universal Software Radio Peripheral (USRP) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีระบบวิทยุที่ควบคุมด้วยซอฟท์แวร์ รวมไปถึงการออกแบบระบบและผลการประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA โดยใช้ซอฟท์แวร์ MATLAB @Simulink

คำสำคัญ: TETRA, ระบบวิทยุที่ควบคุมด้วยซอฟท์แวร์, USRP

Abstract

This paper will present information about the studies of transceiver product that uses SDR technology based on Terrestrial Trunked Radio (TETRA) standard by applying TETRA standard for use on Universal Software Radio Peripheral (USRP) which is one of many platform of SDR technology including the system design and the result with MATLAB @Simulink software.

Keywords: TETRA, Software Defined Radio (SDR), USRP

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการที่เทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบวิทยุควบคุมด้วยซอฟท์แวร์ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เกิดการศึกษาพัฒนาอย่างกว้างขวางในหลากหลาย platform ส่งผลให้การศึกษาในบทความวิจัยนี้เกิดขึ้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาคือ NI USRP-2920 ซึ่งเป็น Platform ที่เป็นที่นิยมในด้านการศึกษาในปัจจุบัน โดยทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและพัฒนาโดยการออกแบบระบบรับส่งข้อมูลทั้งในภาคส่งและภาครับด้วยซอฟท์แวร์ MATLAB @Simulink รวมไปถึงการเข้ารหัสและการถอดรหัสตั้งแต่ต้นทางไปถึงปลายทาง และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

2. การออกแบบระบบในการประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA บน NI USRP-2920

TETRA คือมาตรฐานระบบวิทยุสื่อสารดิจิตอล ถูกพัฒนาโดย European Telecommunications Standardization Institute (ETSL) โดยที่โครงสร้างภายในถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในองค์กรณ์สาธารณะที่มีความปลอดภัยของข้อมูลสูง และถูกออกแบบให้ครอบคลุมทั้งเสียงและข้อมูลในการสื่อสาร

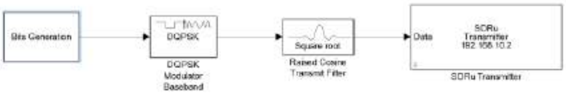
การออกแบบระบบในการประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA บน NI USRP-2920 จำเป็นที่จะต้องกำหนดคุณลักษณะของระบบให้ตรงตามมาตรฐานทั้งในภาคส่งและภาครับ ซึ่งได้กำหนดคุณสมบัติโดยคร่าวของระบบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติโดยคร่าวของระบบตามมาตรฐาน TETRA

อัตราข้อมูล	36 kbps
Modulation Technique	Pi/4 DQPSK
Carrier Frequency	450 MHz
Transmit & Receive Gain	10 dB

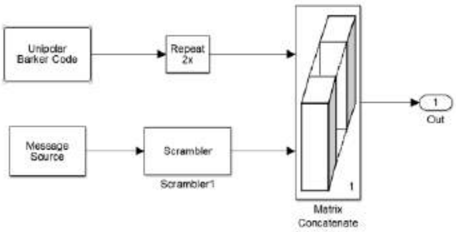
ในส่วนของข้อมูลที่ใช้รับส่งในระบบจะเป็นข้อความตัวอักษรที่มีการเข้ารหัส ถอดรหัสจากต้นทางจนถึงปลายทาง โดยข้อความตัวอักษรที่ใช้คือคำว่า I Love KMITL ตามด้วยตัวเลข 00 ไปจนถึง 15 และวนกลับไปที่ 00 ใหม่ เพื่อที่ในฝั่งรับจะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่สามารถรับได้การทดสอบระบบในการประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA บน NI USRP-2920 แสดงดังในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขณะทดสอบระบบ



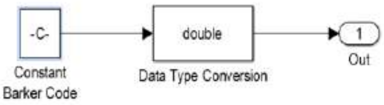
รูปที่ 2 การออกแบบ Simulink block สำหรับภาคส่ง

จากรูปที่ 2 ภายในบล็อก Bits generation เป็นกระบวนการเข้ารหัสของสัญญาณเบสแบนด์ (baseband) ซึ่งมีการมอดูเลตแบบ DQPSK โดยใช้บล็อก DQPSK Modulator Baseband โดยปรับค่า Phase rotation ให้เท่ากับ pi/4 โดยอัตราการส่งข้อมูลหลังจากข้อมูลผ่านบล็อก DQPSK Modulator Baseband จะเท่ากับ 18 kSymbol/sec บล็อก Raised Cosine Transmit Filter ถูกนำมาใช้ในการ Upsample และ จัดรูป Pulse เพื่อลดการเกิด Inter Symbol Interference (ISI) โดยปรับค่า Output samples per symbol ให้มีค่าเท่ากับ 8 เมื่อข้อมูลผ่าน Raised Cosine Transmit Filter อัตราการส่งข้อมูลจะเท่ากับ 144 kSample/sec บล็อก SDRu Transmitter ถูกนำมาใช้เพื่อส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ USRP ในภาครับ โดยปรับ Center frequency ให้เท่ากับ 450 MHz Transmit Gain เท่ากับ 10 dB โดยภายในบล็อก Bits Generation มี subsystem ดังรูปที่ 3



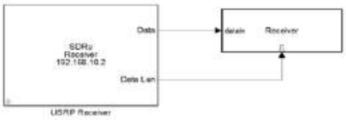
รูปที่ 3 subsystem ของบล็อก Bits Generation

จากรูปที่ 3 บล็อก Matrix Concatenate ถูกนำมาใช้เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณข้อมูลอินพุตประเภทเดียวกันเพื่อสร้างสัญญาณเอาต์พุตต่อเนื่องและสามารถเลือกโหมดอาร์เรย์แบบเวกเตอร์หรือหลายมิติ บล็อก Unipolar Barker Code นำมาใช้เพื่อสร้าง header ให้ข้อมูลที่ต้องการส่ง บล็อก Scrambler เป็นการปรับสมดุลให้กับบิต 0 และ บิต 1 ไม่ให้อยู่ติดกันมากเกินไป เพื่อป้องกันความเสียหายให้กับเครื่องส่งจากการที่ต้องส่งบิต 1 หรือบิต 0 ติดกันนานๆ



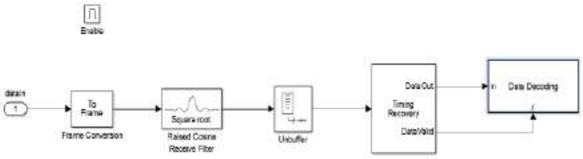
รูปที่ 4 Subsystem ของ Unipolar Barker Code

จากรูปที่ 4 Constant Barker Code ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดค่าคงที่ใช้เป็น Header ให้กับข้อมูล บล็อก Data Type Conversion ถูกนำมาใช้เพื่อแปลงชนิดของข้อมูลและปรับขนาดของเอาต์พุตโดยสามารถกำหนดได้โดย Block parameter ภายใน

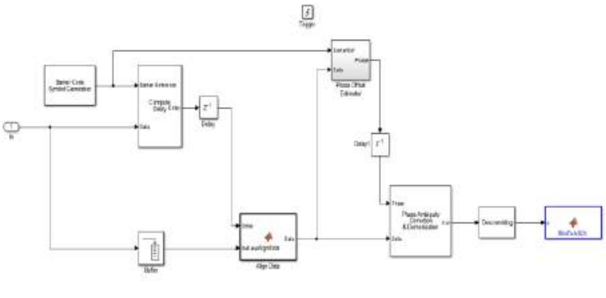


รูปที่ 5 การออกแบบ Simulink block สำหรับภาครับ

จากรูปที่ 3.14 บล็อก SDRu Receiver ถูกนำมาใช้เพื่อรับข้อมูลจาก USRP ในภาคส่ง โดยปรับค่า Center frequency ให้มีค่าเท่ากับ 450 MHz และกำหนด Sample time เท่ากับ 1/2304000 เพราะฉะนั้นอัตราการรับข้อมูลจะเท่ากับ 2.304 MSample/sec ค่า Receive Gain เท่ากับ 10 dB Subsystem ของบล็อก Receiver แสดงดังรูปที่ 6



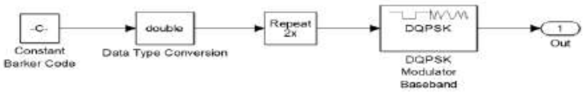
รูปที่ 6 Subsystem ของบล็อก Receiver



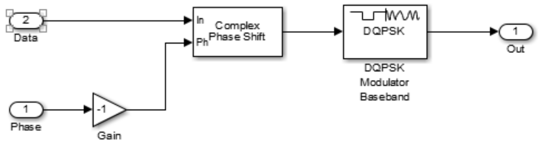
รูปที่ 7 Subsystem ของบล็อก Data decoding

จากรูปที่ 6 บล็อก Frame Conversion ใช้เพื่อตั้งค่า sampling mode ของสัญญาณเอาต์พุตโดยปรับ Sampling mode of output signal ให้เป็น Frame-based บล็อก Raised Cosine Receive Filter ถูกนำมาใช้เพื่อ Downsample ข้อมูลก่อนที่จะถูกนำไปสู่กระบวนการในการตัดสินใจบิตข้อมูล บล็อก Unbuffer ถูกนำมาใช้เพื่อแปลง frame ให้เป็น scalar samples ในอัตราที่สูงกว่า Subsystem ของบล็อก Data Decoding เป็น

กระบวนการในการถอดรหัสข้อมูลที่รับได้จากภาคส่ง Subsystem ของบล็อก Barker code Symbol Generation แสดงดังรูปที่ 8

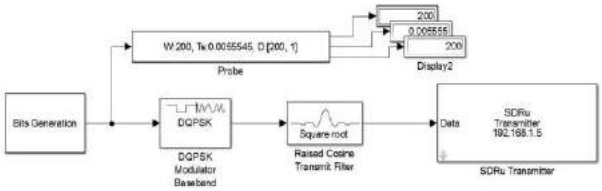


รูปที่ 8 Subsystem ของ Barker code Symbol Generation



รูปที่ 9 Subsystem ของ Phase Ambiguity Correction & Demodulation

จากภาคส่งได้มีการนำ Barker Code มาใช้เป็น Header ของข้อมูล ดังนั้นภาครับจึงต้องสร้าง Barker code เพื่อใช้หา Header ของข้อมูลที่รับได้ ดังนั้นค่าคงที่ที่ถูผุดสร้างโดยบล็อกพารามิเตอร์ของ Barker Code จึงต้องเหมือนกับค่าที่กำหนดในภาคส่ง ภายหลังจากการถอดรหัสข้อมูลเรียบร้อย บิตข้อมูลทั้งหมดจะทำการ Descramble เอาแต่บิตข้อมูลออกมาและบิตข้อมูลจะถูกแปลงจากบิตเป็นรหัส ASCII เพื่อแสดงเป็นตัวอักษรที่รับได้



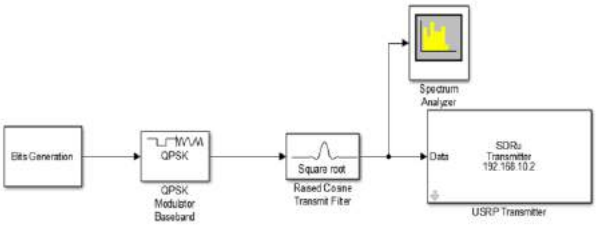
รูปที่ 10 Probe ที่นำมาตรวจสอบหาอัตราการส่งข้อมูล

โดยที่วิธีการคำนวณหาอัตราการส่งข้อมูล (bit rate) จากบล็อก Probe สามารถแสดงได้ตามสมการที่ (1)

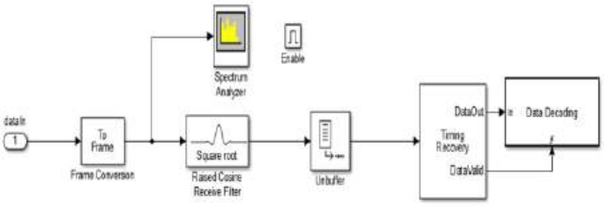
$$bit/s = \frac{W}{T} \quad (1)$$

โดยที่ W แทนความกว้างของข้อมูลเท่ากับ 200 และ T แทนช่วงเวลาต่อหนึ่ง sample เท่ากับ 0.0055545 s เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (1) จะได้อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 36 kbps

ในภาคส่งและภาครับ สามารถแสดงผลสัญญาณในโดเมนของความถี่ได้ โดยใช้บล็อก Spectrum Analyzer ซึ่งจุดที่ใช้ Spectrum Analyzer วัดทั้งในภาคส่งและภาครับ แสดงได้ดังรูปที่ 11 และรูปที่ 12 ตามลำดับ



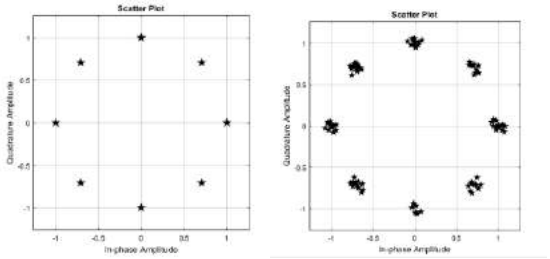
รูปที่ 11 Simulink Block แสดงจุดวัดสัญญาณในภาคส่งโดยใช้ Spectrum Analyzer



รูปที่ 12 Simulink Block แสดงจุดวัดสัญญาณในภาครับโดยใช้ Spectrum Analyzer

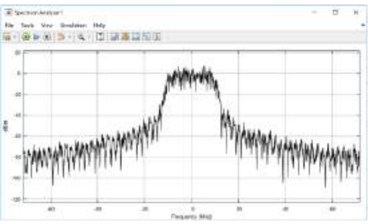
3. ผลการทดสอบระบบการประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA บน NI USRP-2920

Constellation ของข้อมูลในภาคส่งและภาครับ แสดงได้ดังรูปที่ 13 สเปตรัมของข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 14 และรูปที่ 15 ตามลำดับ และข้อความตัวอักษรที่รับได้จากภาครับ ถูกแสดงผ่าน Command window ของ MATLAB แสดงดังรูปที่ 16

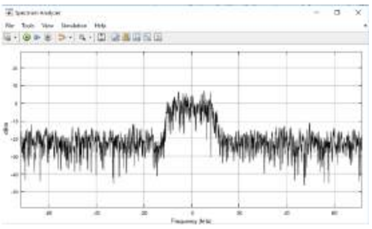


รูปที่ 13 Constellation ของข้อมูลในภาคส่งและภาครับ ตามลำดับ

จากรูปที่ 13 Constellation ของข้อมูลในภาคส่งและภาครับมีจุดบน Constellation 8 จุดแสดงให้เห็นว่าการรับส่งข้อมูลเป็นไปตามทฤษฎีการส่งข้อมูลโดยใช้วิธีการมอดูเลต แบบ Pi/4-DQPSK และจุดบน Constellation ภาคส่งดูมีประสิทธิภาพกว่าภาครับ



รูปที่ 14 สเปกตรัมของข้อมูลในภาคส่ง



รูปที่ 15 สเปกตรัมของข้อมูลในภาครับ

จากรูปที่ 14 และ 15 แสดงสเปกตรัมของข้อมูลในฝั่งส่งและฝั่งรับ จะสังเกตเห็นได้ว่าช่วงความถี่ของสเปกตรัมมีความใกล้เคียงกัน ส่งผลให้สามารถยืนยันได้ว่าช่วงความถี่ของข้อมูลที่ส่งและรับ มีค่าใกล้เคียงกัน

รูปที่ 16 ข้อความตัวอักษรที่ภาครับถอดรหัสออกมาได้

4. สรุป

จากผลการทดลองระบบการรับส่งข้อมูลทั้งภาคส่งและภาครับในหลายๆส่วนเช่น Constellation และสเปกตรัมของข้อมูล เป็นต้น สามารถสรุปผลได้ว่าการศึกษาและประยุกต์ใช้มาตรฐาน TETRA บนอุปกรณ์ NI USRP-2920 โดยใช้ซอฟท์แวร์ MATLAB @Simulink สามารถออกแบบระบบทั้งในภาคส่งและภาครับให้สามารถรับส่งข้อมูลที่เป็น Text คำว่า “I Love KMITL” ได้จริง บทความวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นเล็กๆ ในการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์รับส่งข้อมูลในระบบวิทยุควบคุมด้วยซอฟท์แวร์ เพื่อประโยชน์ทางด้านการสื่อสารในอนาคตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สมรักษ์ เพชรชาตรี ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ที่ให้คำปรึกษาและความร่วมมือในการศึกษาและพัฒนาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Michael Rice, Digital Communications: A Discrete-time Approach, 1st ed., New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2009, pp. 351-427.

[2] ETSI Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI), EN 300 392-2, 2007-09

[3] Stefan Nagel, Dennis Epple, Friedrich K. Jondral, “Implementing the TETRA Physical Layer on Lyrtech’s SFF SDR Development Platform,” in proceedings of the SDR ’08 Technical Conference and product Exposition, Institut für Nachrichtentechnik, Universität Karlsruhe (TH), Germany, 2008, pp. 1-2.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

อุปกรณ์สำหรับติดตามและระบุตำแหน่งบุคคล

Tracking and Locating Device for Person

นุชนาถ สัตย์วินิจ [1] และ ศุภชัย มีลือการ [2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ E-mail: nutchanart.saj@dpu.ac.th

[1]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ E-mail:s.meeluekan@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงงานพัฒนาอุปกรณ์สำหรับติดตามและระบุตำแหน่งบุคคล มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่ให้บุคคลสวมใส่ ที่สามารถส่งพิกัดปัจจุบันของบุคคล ตรวจสอบว่าบุคคลนั้นยังคงอยู่ภายในบ้าน หรือภายในระยะที่กำหนด สามารถติดตามพิกัดปัจจุบันของบุคคล และแจ้งเตือนในกรณีที่บุคคลออกห่างจากรัศมีของบ้านเกินระยะทางที่ตั้งไว้ โดยจะแบ่งสถานะของที่อยู่ของบุคคลออกเป็น 3 สถานะ ดังนี้ 1. บุคคลอยู่ในบ้าน ในสถานะนี้อุปกรณ์ต้องสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้อย่างน้อย สองตัวจึงจะถือว่าอยู่ในสถานะนี้ 2. บุคคลออกนอกบ้าน แต่ยังคงอยู่ในบริเวณบ้าน สถานะนี้อุปกรณ์จะสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้น้อยกว่าหนึ่งตัว อุปกรณ์จะส่งตำแหน่งของอุปกรณ์ไปยัง Server เพื่อตรวจสอบระยะห่างระหว่างพิกัดของบ้านกับพิกัดของอุปกรณ์ โดยที่สถานะนี้ จะมีระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร โดยอุปกรณ์จะส่งพิกัดของอุปกรณ์ไปยัง Server ทุก ๆ 30 วินาที พร้อมทั้งส่งเสียงแจ้งเตือนที่ตัวอุปกรณ์ 3. บุคคลออกนอกบ้าน สถานะนี้อุปกรณ์จะสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้น้อยกว่าหนึ่งตัว อุปกรณ์จะส่งตำแหน่งของอุปกรณ์ไปยัง Server เพื่อตรวจสอบระยะห่างระหว่างพิกัดของบ้านกับพิกัดของอุปกรณ์ โดยที่สถานะนี้ จะมีระยะห่างเกิน 100 เมตร โดยอุปกรณ์จะส่งพิกัดของอุปกรณ์ไปยัง Server ทุกๆ 10 วินาที พร้อมทั้งส่งเสียงแจ้งเตือนที่ตัวอุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับติดตามและระบุตำแหน่งบุคคล จะทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีการรับ-ส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON ผ่าน Web Service

คำสำคัญ: อุปกรณ์สำหรับติดตาม, การระบุตำแหน่ง

Abstract

This project aims to develop the device for tracking and locating the important person such as elder or Alzheimer' s patients. It has three objectives. Firstly, for developing the wearable device for person which able to locate the current location of person. Secondly, for verifying person still in appropriate places. And thirdly, when person exit from specify places, the device can notify to the related person. From the third reason, this alarming of the device which is divided into three level. First, the device can connect the beacons which are not least two of the beacons. Second, the device can connect one beacon and person who wear the device still in the proper areas which is not too much 100 meters, the device will send the information to the server every 30 minutes and have sound alert on the device. And third, the device cannot connect the beacon that means person is going out the proper area. The device will be alarming every 10 seconds

This device will have worked with mobile application that is developed for the device. The information is send by JSON format.

Keywords: tracking device, locating person

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ข่าวการหายตัวไปของบุคคลต่างๆ มักปรากฏบนหน้าหนังสือพิมพ์ หรือสื่อต่างๆเป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ที่หายไปมักเป็นกลุ่มของบุคคลที่สามารถดูแลตัวเองได้น้อย เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยโรคสมองเสื่อม โดยการหายตัวไปมักจะหายออกไปจากบ้าน โดยที่ผู้ดูแลไม่ได้รับรู้ช่วงเวลาที่หายไป ส่งผลให้การติดตามเป็นไปได้อย่างยากลำบาก และอาจเกิดปัญหาต่างๆ ตามมาอีกมากมาย เช่น การประสบอุบัติเหตุ หรือร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิต

ทำให้ผู้จัดทำ มีแนวคิดในการหาวิธีป้องกันโดยการนำอุปกรณ์ติดตามใช้ในการติดตามและระบุตำแหน่ง และนำมาใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถติดตามเฝ้าระวัง

บุคคลเหล่านั้นได้ แต่อุปกรณ์ติดตามโดยส่วนใหญ่ในปัจจุบันนั้นมีราคาค่อนข้างสูง และมีฟังก์ชันการใช้งานบางอย่างที่เกินความจำเป็นจนเกินไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นมูลเหตุให้ผู้พัฒนามีความต้องการที่จะสร้างอุปกรณ์ เพื่อให้คนในครอบครัวสามารถติดตาม และระบุตำแหน่งได้อย่างใกล้ชิดผ่านแอปพลิเคชันในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินใด ๆ ก็ตาม ซึ่งอุปกรณ์ควรมีราคาที่ไม่สูงมาก และมีฟังก์ชันการใช้งานที่เหมาะสม

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Bluetooth

คือ ระบบการสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กโทนิคแบบสองทางที่ใช้เทคนิคการส่งคลื่นวิทยุระยะสั้น(Short-Range Radio Links) ในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างชนิดกัน โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณเชื่อมต่อ

โดยการทำงานของ Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ

หลักของ Bluetooth จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอพพลิเคชั่นต่าง ๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน

2.2 Wearable Technologies

รูปที่ 1 Wearable Technologies

คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบที่สามารถพกพาได้สะดวกหรือสวมใส่ไว้ในร่างกายอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาหรือเป็นระยะเวลานาน โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายหรือการดำเนินชีวิตประจำวัน อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่เสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเก็บข้อมูลจากร่างกายมนุษย์ เช่น อุณหภูมิของร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ฯลฯ และนำข้อมูลที่ได้นั้นไปวิเคราะห์

2.3 Global Positioning System (GPS)

คือ ระบบระบุตำแหน่งบนโลก ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งพิกัด, ความเร็วและเวลา โดยใช้วิธีการคำนวณตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของอุปกรณ์รับสัญญาณ จากค่าตำแหน่งพิกัดจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลกที่ส่งผ่านสัญญาณนาฬิกามายังโลก ซึ่งคำว่า GPS นั้นย่อมาจาก Global Positioning System

องค์ประกอบหลักของ GPS จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

- ส่วนอวกาศ (Space segment)

เป็นส่วนที่อยู่บนอวกาศ ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยมี 21 ดวง แบ่งเป็น 6 วงโคจร วงโคจรละ 4 ดวง อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 20,200 กิโลเมตร ทำหน้าที่ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุจากอวกาศ

- ส่วนสถานีควบคุม (Control segment)

ประกอบไปด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ควบคุมระบบ ที่กระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลก

- ส่วนผู้ใช้ (User segment)

ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณ หรือเครื่องรับ GPS ซึ่งมีหลายขนาด สามารถพกพาติดตัวหรือ จะติดไว้ในรถ เรือ เครื่องบินก็ได้

หลักการทำงานของ GPS จะคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ GPS ซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่องรับ GPS

ประโยชน์ของ GPS นั้นมีมาก ยกตัวอย่างเช่น การวางแผนการเดินทางหลีกเลี่ยงเส้นทางที่ไม่สะดวกเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้อย่างสะดวกสบาย ในด้านธุรกิจขนส่ง ระบบนำทาง GPS สามารถทำให้ผู้ประกอบการตรวจสอบการเดินทางของรถขนส่งสินค้าได้อย่างทันทีเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

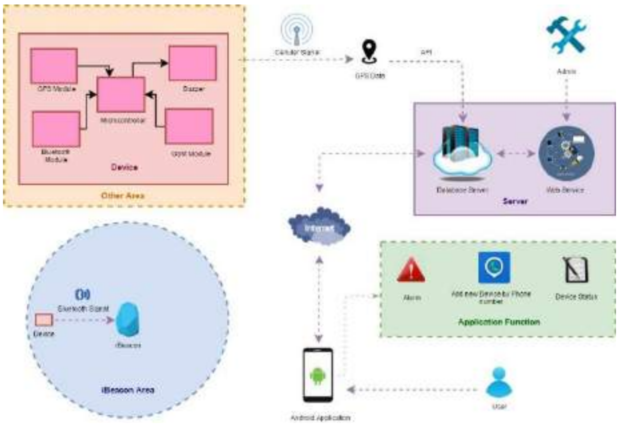
โดยทั่วไปแล้วเทคโนโลยี GPS เป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ในโทรศัพท์มือถือ ทำให้ทุกคนสามารถเข้าถึงระบบนำทาง GPS ได้ง่ายมากขึ้น แต่การนำไปใช้ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของ Software และระบบ GPS ในอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยว่าจะมีประสิทธิภาพมากน้อยขนาดไหน

2.4 แอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

เป็นโครงงานในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ (Application for Patients with Alzheimer's Disease) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์ที่ให้ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์สวมใส่ สำหรับส่งพิกัดปัจจุบันของผู้ป่วย
- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ดูแลผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ให้สามารถติดตามพิกัดปัจจุบันของผู้ป่วย และแจ้งเตือนในกรณีที่ผู้ป่วยออกห่างจากรัศมีของบ้านเกินระยะทางที่ตั้งไว้
- เพื่อพัฒนาเกมทบทวนความจำสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์
- เพื่อนพัฒนาแอปพลิเคชันคัดกรองผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์สำหรับบุคคลทั่วไป

3. ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2 ภาพรวมการทำงานของระบบ

โครงสร้างภาพรวมของระบบ อุปกรณ์จะค้นหาสัญญาณ Bluetooth จาก Beacon ในบริเวณรอบรัศมี ถ้าสามารถค้นหา iBeacon เจอตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ระบบก็ถือว่าผู้สวมใส่อยู่ในบ้าน ซึ่งจะไม่มีการแจ้งเตือนใดๆ ไปยังผู้ดูแล แต่หากการเชื่อมต่อกับ Beacon น้อยกว่า 2 ตัว อุปกรณ์จะใช้สัญญาณ GSM ในการส่งพิกัด GPS ปัจจุบันของอุปกรณ์ไปให้ Server ทราบ แล้ว Server จะตรวจสอบว่าพิกัด GPS ที่ได้รับนั้น ยังอยู่ในบริเวณรัศมีที่ผู้ดูแลกำหนดไว้หรือไม่ ถ้ายังอยู่ในบริเวณระบบจะจัดเก็บพิกัด GPS ทุก ๆ 30 วินาที แต่ถ้าไม่ระบบจะจัดเก็บพิกัด GPS ทุก ๆ 10 วินาทีพร้อมส่งเสียงแจ้งเตือน และจะมีระบบหลังบ้านที่จะนำพิกัด GPS ดังกล่าวมาปักหมุดลงแผนที่บน Google Maps หรือ Apple Maps บนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแล แล้วก็จะสั่งการ Alarm ไปยังตัวของอุปกรณ์ด้วย

4. ผลการทดสอบระบบ

4.1 การรับพิกัด GPS ของผู้สวมใส่อุปกรณ์

ตารางที่ 1 แสดงตำแหน่งที่อุปกรณ์รับได้ เทียบกับตำแหน่งที่ใช้ในการทดสอบ

Location	Latitude	Longitude
Soi Mu Ban Mueang Thong Thani Khrongkan Popular Condo, Tambon Ban Mai, Amphoe Pak Kret, Chang Wat Nonthaburi 11120, Thailand	13.916467	100.551071

ครั้งที่	Latitude	Longitude	Distance (km.)
1	13.915767	100.550872	0.081
2	13.915914	100.550949	0.063
3	13.916084	100.551040	0.043
4	13.916039	100.55101	0.048
5	13.916110	100.551048	0.040
6	13.916142	100.551063	0.036
7	13.916187	100.551086	0.031
8	13.916204	100.551094	0.029
9	13.916213	100.551094	0.028
10	13.916438	100.551078	0.003
		Average	0.040

4.2 การแจ้งเตือนสถานะของแบตเตอรี่ และสถานะการเปิด-ปิดของอุปกรณ์

ตารางที่ 2 แสดงการแจ้งเตือนของสถานะของแบตเตอรี่

ปริมาณของแบตเตอรี่	การแจ้งเตือน
น้อยกว่า 20 %	มีการแจ้งเตือน
มากกว่าหรือเท่ากับ 20 %	ไม่มีการแจ้งเตือน

4.3 การติดต่อสื่อสารกับ Beacon

ตารางที่ 3 แสดงการติดต่อสื่อสารกับ Beacon

การติดต่อสื่อสารกับ iBeacon	การทำงานของอุปกรณ์	การทำงานของ Server
สามารถติดต่อกับ iBeacon ได้อย่างน้อย 2 ตัว	ไม่มี	ไม่มี
สามารถติดต่อกับ iBeacon ได้น้อยกว่า 2 ตัว	อุปกรณ์จะส่งพิกัด GPS ไปให้ Server แล้วรอการตรวจสอบว่าอุปกรณ์อยู่ในสถานะไหน เพื่อทำการแจ้งเตือน	Server จะตรวจสอบพิกัดแล้ ส่งสถานะของอุปกรณ์กลับไ ยังอุปกรณ์

4.4 การส่งเสียงการแจ้งเตือน

ตารางที่ 4 แสดงการแจ้งเตือนของอุปกรณ์ต่อหุการณ์ต่างๆ

ประเภทการแจ้งเตือน	การตรวจสอบสถานะ	การแจ้งเตือน	เวลาการแจ้งเตือน
ผู้ป่วยอยู่ภายในบ้าน	สามารถติดต่อกับ iBeacon ได้อย่างน้อย 2 ตัว	ไม่มี	ไม่มี
ผู้ป่วยอยู่ภายในบริเวณบ้าน	สามารถติดต่อกับ iBeacon ได้น้อยกว่า 2 ตัวและพิกัด GPS มีระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร	มี	ทุกๆ 30 วินาที
ผู้ป่วยอยู่นอกบริเวณบ้าน	สามารถติดต่อกับ iBeacon ได้น้อยกว่า 2 ตัวและพิกัด GPS มีระยะห่างเกิน 100 เมตร	มี	ทุกๆ 10 วินาที

4.5 การทำงานต่อเนื่องของอุปกรณ์

ตารางที่ 5 แสดงการทำงานของแบตเตอรี่เมื่อมีขนาดความจุต่างๆกัน และใช้งานอย่างต่อเนื่อง

ชนิดของแบตเตอรี่	ขนาดของแบตเตอรี่ (mm.)	ปริมาณของแบตเตอรี่ (mAh.)	ระยะเวลาการทำงานต่อเนื่อง (hr.)
Li-On	51x31x7	1,000	3.0
Li-On	53x40x9	1,400	4.2
LiPo	93x55x2	1,500	4.5
LiPo	61x37x6	1,600	4.8
LiPo	**64x51x5**	**2,100**	**6.3**
LiPo	**87x77x4**	**2,500**	**7.5**
Li-On	**68x37x19**	**3,000**	**9.0**
LiPo	**42x35x17**	**3,000**	**9.0**
LiPo	**125x64x2**	**5,000**	**15.0**
LiPo	**127x67x7**	**10,000**	**30.0**
Power Bank	**160x101x13**	**20,000**	**60.0**

5. สรุป

อุปกรณ์สามารถติดตามพิกัดปัจจุบันของผู้สวมใส่อุปกรณ์และแจ้งเตือนในกรณีที่ผู้สวมใส่อุปกรณ์ออกห่างจากรัศมีของบ้านเกินระยะทางที่ตั้งไว้ โดยจะแบ่งสถานะที่อยู่ของผู้สวมใส่อุปกรณ์ออกเป็น 3 สถานะ ดังนี้ 1) ผู้สวมใส่อุปกรณ์ยังคงอยู่ในบ้าน ในสถานะนี้อุปกรณ์ต้องสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้อย่างน้อย สองตัวจึงจะถือว่าอยู่ในสถานะนี้ 2) ผู้สวมใส่อุปกรณ์ออกนอกบ้าน แต่ยังคงอยู่ในบริเวณบ้าน สถานะนี้อุปกรณ์จะสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้น้อยกว่าหนึ่งตัว อุปกรณ์จะส่งตำแหน่งของอุปกรณ์ไปยัง Server เพื่อตรวจสอบระยะห่างระหว่างพิกัดของบ้านกับพิกัดของอุปกรณ์ โดยที่สถานะนี้ จะมีระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร โดยอุปกรณ์จะส่งพิกัดของอุปกรณ์ไปยัง Server ทุก ๆ 30 วินาที พร้อมทั้งส่งเสียงแจ้งเตือนที่ตัวอุปกรณ์ 3) ผู้สวมใส่อุปกรณ์ออกนอกบ้าน สถานะนี้อุปกรณ์จะสามารถติดต่อกับ Beacon ที่ติดตั้งไว้ในบ้านได้น้อยกว่าหนึ่งตัว อุปกรณ์จะส่งตำแหน่งของอุปกรณ์ไปยัง Server เพื่อตรวจสอบระยะห่างระหว่างพิกัดของบ้านกับพิกัดของอุปกรณ์ โดยที่สถานะนี้ จะมีระยะห่างเกิน 100 เมตร โดยอุปกรณ์จะส่งพิกัดของอุปกรณ์ไปยัง Server ทุกๆ 10 วินาที พร้อมทั้งส่งเสียงแจ้งเตือนที่ตัวอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] iBeacon ด้วย HM10 BLE (Bluetooth Low Energy). (2560). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://noderedsupotsaeea.blogspot.com/2017/01/ibeacon-hm10-ble-bluetooth-low-energy.html สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2560.

[2] Arduino Bluetooth Basic Tutorial. (2016). [Online]. Available: https://create.arduino.cc/projecthub/user206876468/arduino-bluetooth-basic-tutorial-d8b737 Retrieved 13 August 2017.

[3] รู้จักกับ iBeacon เทคโนโลยีบอกพิกัดแห่งอนาคตที่กำลังมาถึง. (2557). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.blognone.com/node/57349 สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561.

[4] GPS คืออะไร ย่อมาจากอะไร มีกี่ประเภท ประโยชน์ของ GPS. (ม.ป.ป). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/gps/ สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561.

[5] ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS). (2556). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://yingpew103.wordpress.com/2013/01/18/ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561

[6] ความหมาย และการทำงานของ Bluetooth. (2554). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://com360.blogspot.com/2011/01/bluetooth-bluetooth.html สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561.

[7] GPS Coordinates. (n.d.). [Online]. Available: https://www.gps-coordinates.net/ Retrieved 10 September 2017.

[8] นุชนาถ สัตย์วินิจ สุรศักดิ์ หาญลำยวง และอนรรฆพล ประธานราษฎร์, "Applications for Patients with Alzheimer's Disease", ECT-Card 2017 จ.เลย, 26-28 ก.ค. 2560.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ

Electronic devices Control System by Using Mobile Phone application

อานนท์ ผ่องรัศมีเพ็ญ[1] จิรวรรณ เจริญสุข[1] สาธิต ศาลางาม[1] กิตติยา บุญมีรอด[1]

[1]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

199 ม.6 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230 โทรศัพท์ 038-352813 E-mail: phongrusamepane.a@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องอยู่บ้านตลอดเวลา และสามารถสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ในระยะไกล การทำงานของระบบเริ่มจากผู้ใช้งานต้องการสั่งเปิดหรือปิด หรือตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ผู้ใช้งานเปิดแอพพลิเคชั่นควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ แอพพลิเคชั่นจะทำการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดและแจ้งสถานะดังกล่าวให้ผู้ใช้งานทราบผ่านหน้าจอของแอพพลิเคชั่น ผู้ใช้งานสามารถเลือกสั่งงานได้ 2 วิธี คือ สั่งงานด้วยการกดปุ่มเปิดหรือปิดบนหน้าจอของแอพพลิเคชั่น หรือสั่งงานด้วยเสียง โดยผู้ใช้งานต้องกดปุ่มเลือกคำสั่งเสียงและพูดคำสั่งที่ต้องการให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานนั้น แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือจะทำการติดต่อกับเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อส่งคำสั่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านที่ผู้ใช้งานต้องการ ผ่านการเชื่อมสัญญาณเครือข่ายแบบไร้สายภายในบ้านผ่านบอร์ด ESP8266 หรือ NODE MCU

คำสำคัญ: การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า, แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ, การสั่งงานด้วยเสียง

Abstract

This research has developed a system for controlling electrical devices by using mobile application. To control the electrical devices, the user does not need to stay home all the time and can control these devices from long distances. First, user want to turn on or turn off or monitor the electrical devices of his home, thus he launches this mobile application. Then, this application checks status of each electrical devices and shows these status to user via application screen. There are two ways to controls devices. First, user presses the on/off button on the application's screen. Or user pressed the voice command and speaks the command that the appliance should work. The mobile application communicates with the web server. To send orders to the target electrical devices that users need to control through wireless home networking by ESP8266 boards or NODE MCU.

Keywords: electrical devices controller, mobile application, voice command

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้าถึงชีวิตประจำวันได้ง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเรื่องการอำนวยความสะดวกในการควบคุมสิ่งต่างๆให้เป็นไปอย่างที่ใจต้องการ รวมถึงสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโดยที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บ้านตลอดเวลา ซึ่งการที่สามารถสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ในระยะไกล จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคนวัยทำงานที่ไม่ค่อยมีเวลาอยู่กับบ้าน หรือในชั่วโมงเร่งด่วนที่คนส่วนมากมักลืมที่จะสำรวจความเรียบร้อยภายของบ้านในตอนเช้า โดยเฉพาะหากครอบครัวมีผู้สูงอายุอาศัยอยู่ภายในบ้านตามลำพัง หรือมีสัตว์เลี้ยงอยู่ภายในบ้าน ซึ่งระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงนี้สามารถจะอำนวยความสะดวกในการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าให้กับผู้สูงอายุและดูแลสัตว์เลี้ยงในขณะที่เจ้าของไม่ได้อยู่บ้านอีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ โดยเลือกวิธีการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 2 วิธี ได้แก่ สั่งงานด้วยการกดปุ่มในแอพพลิเคชั่น และสั่งงานด้วยเสียงผ่านแอพพลิเคชั่น หลังจากนั้นแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือจะสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านตามคำสั่งที่ได้รับผ่านกล่องรับสัญญาณที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบไร้สายภายในบ้านไว้

2. งานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอุปกรณ์ Internet of Things หรือ IoT เริ่มมีให้เห็นและสามารถนำมาทดลองใช้งานได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่นมีบริษัทที่ทำการ

ผลิตอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าที่เรียกว่า Smart Switch ที่สามารถสั่งงานผ่านระบบเครือข่ายออกมาสู่ท้องตลาดกันอยู่บ้าง หนึ่งในนั้นได้แก่ SONOFF ซึ่งผลิตโดยบริษัท Shenzhen Sonoff Technologies Co.,Ltd. ในประเทศจีน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถควบคุมสั่งงาน สวิตช์นี้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้จากที่ใดก็ได้ในโลกนี้ที่สามารถเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้ โดยสามารถควบคุมสั่งงานผ่านแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้ ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นเช่น EWeLink ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นหนึ่งที่สามารถใช้ควบคุมได้กับ Smart Devices ที่หลากหลาย

รูปที่ 1 เครื่องหมายการค้าของ Smart Switch ชื่อ SONOFF

ทั้งนี้หากสามารถเพิ่มรูปแบบการควบคุมสั่งงานอุปกรณ์ด้วยการใช้เสียงพูดของมนุษย์ได้อีกทางเลือกหนึ่งด้วยก็จะเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งานมากขึ้นไม่น้อย

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้มีโครงการพัฒนาคลาวด์แพลตฟอร์มที่มีชื่อว่า NETPIE ขึ้นเพื่อให้บริการในการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ในเครือข่ายในรูปแบบ IoT ซึ่งเป็นเรื่องที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย[1] เป็นการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์แบบไร้สายโดยสั่งการผ่านเว็บบราวเซอร์ซึ่งต้องมีการป้อนที่อยู่ของเว็บไซต์ ซึ่งทำให้การควบคุมสั่งงานแต่ละครั้งไม่ค่อยสะดวกและต้องใช้เวลามาก แต่ถ้าสามารถควบคุมผ่านแอพพลิเคชันก็เป็นการลดเวลาและเพิ่มความสะดวกมากขึ้น

งานวิจัย[2] เป็นการพัฒนาระบบควบคุมแบบไร้สายที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ หรือ IEEE 802.15.1 Standards ซึ่งยังมีข้อจำกัดเรื่องระยะทางโดยผู้ควบคุมต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมและต้องปราศจากสิ่งกีดขวางระหว่างผู้ควบคุมกับอุปกรณ์เป้าหมาย

งานวิจัย[3] เป็นระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบอร์ดอาดูอิโน แบบไร้สายที่ทำการรับส่งสัญญาณผ่านโมดูลซิกบี ร่วมกับรีเลย์ในการควบคุมการเปิดหรือปิดไฟ และทำการเปรียบเทียบการทำงานกับระบบควบคุมแบบใช้สาย แต่อย่างไรก็ตาม โปรโตคอลซิกบีนั้นยังไม่ได้รับความนิยมมากเพียงพอจึงยังไม่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากนักต่างจากโปรโตคอล wifi หรือ IEEE 802.11 standards ซึ่ง ได้รับความนิยมมากกว่าและอาจกล่าวได้ว่าเกือบทุกบ้านมีการใช้งานกันอยู่แล้วทั้งสิ้น

3. การออกแบบและการพัฒนาระบบ

3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านโทรศัพท์มือถือมีภาพรวมการทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ภาพรวมการทำงานของระบบ

เริ่มต้นการทำงานโดยผู้ใช้งานที่มีความต้องการสั่งเปิดหรือปิดหรือตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ทำการเปิดแอพพลิเคชั่นควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ แอพพลิเคชั่นจะทำการเชื่อมต่อกับ NetPIE Server เพื่อสร้างการเชื่อมต่อกับ Node MCU ที่เชื่อมต่ออยู่กับอุปกรณ์ภายในบ้าน และร้องขอให้มีการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดแล้วนำค่าที่ได้มาแสดงให้ผู้ใช้งานทราบผ่านหน้าจอของแอพพลิเคชั่น ซึ่งตัวอย่างหน้าจอแสดงสถานะเปิดหรือปิดการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 หน้าจอแสดงสถานะเปิดหรือปิดการใช้งาน

เมื่อผู้ใช้งานต้องการสั่งเปิดหรือหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถเลือกสั่งงานวิธีใดวิธีหนึ่งจาก 2 วิธี คือ สั่งงานด้วยการกดปุ่มเปิดหรือปิดบนหน้าจอของแอพพลิเคชั่น หรือสั่งงานด้วยเสียง โดย

ผู้ใช้งานต้องกดปุ่มเลือกคำสั่งเสียงและพูดคำสั่งที่ต้องการให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน ซึ่งคำสั่งเสียงดังกล่าวผู้ใช้สามารถตั้งค่าคำสั่งได้ด้วยตนเองโดยการพิมพ์ข้อความคำสั่ง เช่น ปิดปั๊มน้ำ, เปิดพัดลม, ปิดไฟหน้าบ้าน เป็นต้น โดยหน้าจอแสดงการตั้งค่าเสียงคำสั่งของแอพพลิเคชั่นแสดงดังรูป 4

รูปที่ 4 หน้าจอตั้งค่าข้อความเสียงคำสั่งในแอพพลิเคชั่น

หลังจากที่แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือได้รับคำสั่งแล้วจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของเสียงที่ผู้ใช้งานพูดสั่งงาน เมื่อแอพพลิเคชั่นตรวจสอบว่าถูกต้องและตรงกับคำสั่งเสียงที่ได้มีการตั้งค่าไว้แล้วนั้น แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือจะทำการติดต่อกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ NETPIE เพื่อส่งคำสั่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เมื่อ NETPIE ได้รับคำสั่งแล้วจะส่งคำสั่งไปยัง Node MCU ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบไร้สายภายในบ้านและสั่งให้ ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ ในขณะเดียวกันก็จะส่งค่าสถานะล่าสุดของแต่ละอุปกรณ์กลับมาที่แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อแสดงสถานะปัจจุบันของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านดังกล่าว

3.2 การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

3.2.1.ส่วนของฮาร์ดแวร์

1) บอร์ด ESP8266 หรือ NODE MCU เป็นโหนดชนิดหนึ่งของ Arduino

2) โทรศัพท์มือถือที่รองรับระบบปฏิบัติการ Android รุ่น 6.4

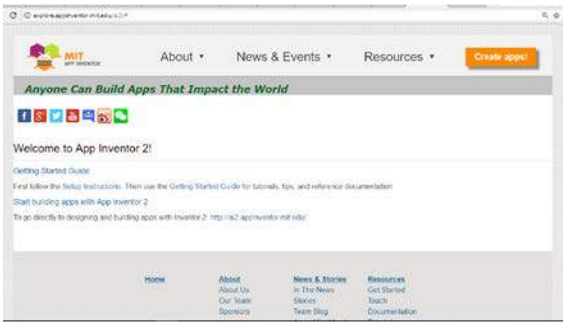
3.2.2 ส่วนของซอฟต์แวร์

1) ภาษาซี ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมควบคุมและกำหนดคำสั่งเปิดหรือปิดการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านให้กับบอร์ด ESP8266

2) MIT App Inventor 2 online ใช้สำหรับพัฒนาแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ โดยไม่ต้องเขียน Source code เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด/ปิดไฟ ซึ่งโปรแกรมนี้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบหน้าจอติดต่อผู้ใช้งาน (User interface) และส่วนบล็อกคำสั่งของแอพพลิเคชันที่เป็นลักษณะการลากวางต่อกับแบบจิ๊กซอว์

3) NETPIE เป็นส่วนการกำหนดรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Node MCU และแอพพลิเคชั่นที่ทำงานบนโทรศัพท์มือถือ

4) ระบบปฏิบัติการ Android รุ่น 6.4



รูปที่ 5 เว็บไซต์ http://explore.appinventor.mit.edu/ai2/#

4. ผลการทดสอบ

จากการพัฒนาทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ ได้ทำการทดสอบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ โคมไฟ ปั๊มน้ำ และพัดลมดูดอากาศ และได้แบ่งรูปแบบการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ เปิดการใช้งาน ปิดการใช้งาน และแสดงสถานะการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด จากผลการทดลองพบว่าการสั่งงานด้วยการกดปุ่มเปิดหรือปิด และแสดงสถานะการใช้งานบนหน้าจอของแอพพลิเคชั่นพบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานและแสดงสถานะได้ถูกต้องตามที่ผู้ใช้งานสั่งผ่านหน้าจอแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ ส่วนการสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดด้วยเสียง โดยผู้ใช้งานต้องกดปุ่มเลือกคำสั่งเสียงและพูดคำสั่งที่ต้องการให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานนั้น เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดทำงานถูกต้อง โดยความยาวเฉลี่ยของคำสั่งที่บันทึกเพื่อสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้า 4.5 คำ เช่น "เปิดเครื่องปั๊มน้ำ" "ปิดหลอดไฟ" "เปิดพัดลมดูดอากาศ" เป็นต้น

การทดสอบประสิทธิภาพทางเวลาของการสั่งให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน พบว่าเวลาเฉลี่ยที่เครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำตามคำสั่งจากแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือมีความล่าช้า 4.50 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างแอพพลิเคชั่นกับ NETPIE

Server และคุณภาพสัญญาณที่เชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สายภายในบ้านกับบอร์ด ESP8266 จะส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการควบคุมสั่งงานด้วย

5.สรุป

ผลการดำเนินงานของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านโทรศัพท์มือถือที่มีการทำงานร่วมกันของทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ระบบนี้สามารถสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านระยะไกลโดยมีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายแบบไร้สายและแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือเพื่อการควบคุมสั่งงานการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่าย โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งงานด้วยการกดปุ่มบนหน้าจอแอพพลิเคชั่นหรือสั่งงานด้วยเสียงตนเองผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ ที่มีการเชื่อมต่อสัญญาณโทรศัพท์มือถือของตนเองกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็จะสามารถสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกลได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ประธาน เนียมน้อย, จิตติ คงแก้ว และ จตุรงค์ มะโนปลื้ม (2555).ระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์.ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[2] ปรีชา สมสอน โสวัตร์ บุญยศ และ ประสิทธิ์ นครราช(2554). การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบลูทูธด้วยโทรศัพท์ เคลื่อนที่.The 5th UBU Conference Proceeding | 4-5 August 2011,pp 164-167

[3] อนุพงศ์ แก้วเขียว,(2558).ระบบควบคุมไฟฟ้าในโรงแรมขนาดเล็กแบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้ซิกบี ร่วมกับบอร์ดรีเลย.วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[4] NETPIE.Retrieved : June 3,2016. from: https://netpie.io

[5] Google Play. Retrieved: June 3,2016 from: http://play.google.com

.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

โรงเรือนปลูกผักสวนครัวด้วยแสงแอลอีดีผ่านระบบเครือข่าย

The Vegetable Greenhouse with LED via network system.

ทินวัฒน์ มาเมือง[1] จิรวัฒน์ จ้อยบุญมี[2] และจักรพนธ์ อบมา[3]
[1,2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-283700-2 ต่อ 3310 E-mail: Jagraphon.ob@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นี้นำเสนอโรงเรือนปลูกผักสวนครัวด้วยแสงแอลอีดี แสดงผลผ่านระบบเครือข่าย ควบคุมความเข้มของแสง การรดน้ำ ให้เพียงพอกับปริมาณที่พืชต้องการพร้อมบันทึกข้อมูลแสดงผลทางหน้าเว็บบราวเซอร์ มีโรงเรือนขนาด 50x80x100 เซนติเมตร ควบคุมอุปกรณ์โมดูลและเซนเซอร์ภายในโรงเพาะปลูกใช้บอร์ด Arduino Mega 2560 ประมวลผลหลักบอร์ด NodeMCU ทำหน้าที่ส่งข้อมูลทางเครือข่าย ใช้บอร์ด Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับบันทึกข้อมูลและประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ ไปแสดงผลบนหน้าเว็บบราวเซอร์

การทดสอบการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรก เป็นการทดสอบการวัดเซนเซอร์ของเครื่องกับเครื่องมือวัดค่า และเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างจากการคำนวณกับค่าความสว่างของหลอดไฟแอลอีดี การเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดค่าแสงของเครื่องกับเครื่องวัดแสง รุ่น ETP 307 มีค่าความผิดพลาด 7% ส่วนที่สอง เป็นส่วนของการทดลองการปลูกพืชภายในเครื่องเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบธรรมชาติ ในการทดลองการปลูกพืชได้ทำการปลูกผักด้วยกัน 2 ชนิด คือ ผักกาดหอมและผักบุ้งจีน โดยใช้เวลาในการทดลองปลูก 4 สัปดาห์ ในการปลูกพืชภายในเครื่องจะให้แสงสว่างที่ 1,800 ลักซ์ เป็นเวลา 15 ชั่วโมงต่อวัน จากผลการทดลอง ผักบุ้งจีนและผักกาดหอมที่ปลูกภายในเครื่องจะโตเร็วกว่าการปลูกตามธรรมชาติถึง 2 เท่า

คำสำคัญ: โรงเรือนปลูกผักสวนครัว, แอลอีดี, ระบบเครือข่าย

Abstract

This paper presents the vegetable greenhouse with LED via network system. The light intensity and the water system can be controlled and monitored on web page. The greenhouse is built with 50 centimeters of the height, 80 centimeters of the width and 100 centimeters of the length. The Arduino Mega 2560 is programmed to control the devices and the sensor modules. NodeMCU is used to submit data to the network system. The Ra spberry Pi 3 is operated to be the server for recording and processing data that can be monitored on the web page.

The experiment is divided to be two parts. The first experiment is the comparison results between the measurement result of the modules and the standard instrument. The comparison of the light sensor with lux meter (ETP 307) is 7% error. The second ~~part~~ experiment is the comparison to grow the vegetables in the proposed greenhouse and the normal planting.The vegetables consist of two types that are lettuce and morning glory. The green house is controlled to provide 1,800 lux of the light for 15 hours per day. The time to experiment for planting is 4 weeks. The lettuce and morning glory can be grown faster than the normal planting is 2 times.

Keywords : Vegetable Greenhouse, LED , Network system

1. บทนำ

การเพาะปลูกพืชผลทางเกษตรกรรมจะมีค่าของตัวแปรของธรรมชาติที่ใช้ใน การสังเคราะห์แสงของพืช ได้แก่ ความเข้มของแสง ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ออกซิเจน น้ำ ธาตุอาหาร เกษตรกรไม่สามารถควบคุมสิ่งที่เกิดจากธรรมชาติได้ นอกจากนี้ความต้องการของเกษตรกรในการปลูกพืชนอกฤดูกาล ในสภาวะอากาศที่เกิดความแปรปรวนจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้แสงแดดตามธรรมชาติ ค่าความ เข้มแสง ความยาวของคลื่นแสงไม่แน่นอนขึ้นและส่งผลเสียหายต่อพืชที่เกษตรกรเพาะปลูกได้ นักวิจัยบางกลุ่มได้นำแสงเทียมโดยใช้ LED [1] เข้ามาพัฒนาการปลูกพืช เพื่อให้สามารถสังเคราะห์แสงได้โดยไม่ต้องใช้แสงจากธรรมชาติ สามารถออกแบบความสว่างของแสง ความถี่ของแสงและสีตามที่ต้องการได้ มีแสงสว่างมากและประหยัดพลังงาน สามารถนำแสงจาก LED นี้ไปใช้งานการเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้หลายเท่าตัวในระบบปิด [2]

ปี 2552 ปัญญา มัฆะศร [3] ได้ทำวิจัยเรื่อง เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุมการ

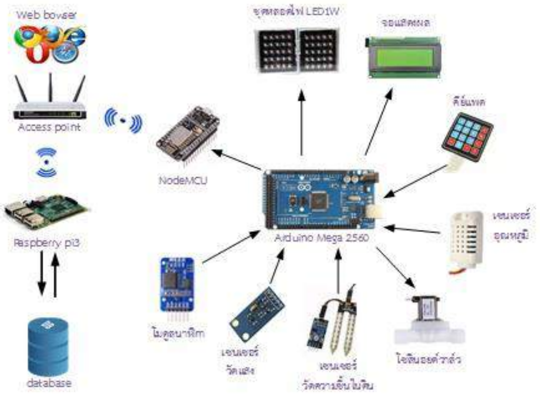
เปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติออกแบบวงจรควบคุม LED ควบคุม 2 ชุด โดยใช้แสงสีแดงและสีน้ำเงินความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร และ 660 นาโนเมตร โดยนำไปใช้กับต้นพลูด่างทำให้ใบของพลูด่างเจริญเติบโต ปี 2560 [4] ชานนท์ ลาภจิตร ได้วิจัยผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบอะควาโพนิค โดยงานวิจัยที่กล่าวมายังไม่มีระบบควบคุมการทำงาน การเก็บข้อมูลของแสง อุณหภูมิ ความชื้น และแสดงผล

ผู้วิจัยมีแนวคิดทำโรงเรือนขนาดเล็กหรือเครื่องต้นแบบในการปลูกผักด้วยแสงจาก LED ที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้เร็วขึ้นที่สามารถปลูกในพื้นที่ไม่มาก แสงน้อยหรือไม่มีแสงเลย สามารถปลูกผักได้และสามารถกระตุ้นให้พืชมีการเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล ลงในฐานข้อมูล เป็นแนวทางในการปลูกพืชผักโดยใช้จากหลอดไฟ LED และที่สามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตในทางเกษตรได้ต่อไป

2. การศึกษาและออกแบบระบบ

2.1 การออกแบบระบบการทำงาน

การออกแบบระบบของโรงเรือนปลูกผักสวนครัวเร่งการเจริญเติบโตด้วยแสงแอลอีดีแสดงผลผ่านระบบเครือข่าย เพื่อให้สามารถใช้แป้น ตั้งค่าควบคุมระบบต่างจากผู้ใช้งาน เช่น ตั้งค่าวันที่และเวลาปัจจุบัน การตั้งค่าระยะเวลาการให้แสง การตั้งค่าระดับความเข้มของแสง และการตั้งค่าระยะเวลาการให้น้ำ โดยมีเซนเซอร์คอยตรวจวัดความเข้มแสงจากหลอด LED เซนเซอร์วัดความชื้นในดินปลูกพืช เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ แล้วนำไปประมวลผลโดยใช้ Arduino Mega 2560 เพื่อควบคุมการให้แสงจากหลอด LED ควบคุมการให้น้ำกับต้นพืช พร้อมแสดงข้อมูลออกทางจอ LCD 20x4 และส่งข้อมูลผ่านบอร์ด NodeMCU แบบไร้สายไปยัง Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูล ในการจัดเก็บการข้อมูล พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Apache, MySQL, Python , PhpMyadmin ดังรูปที่ 1



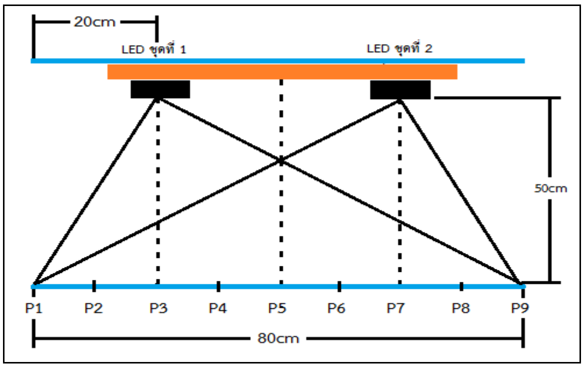
รูปที่ 1 ภาพรวมระบบการทำงาน

การแสดงผลหน้าเว็บหลักของเครื่องดังรูปที่ 2 โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ สถานะทำงานของเครื่อง ประกอบด้วยความเข้มแสง สถานะหลอดไฟ LED ON/OFF อุณหภูมิภายในโรงเพราะปลูก ความชื้นของดินปลูกและสถานะทำงานของ Springer ON/OFF ส่วนที่ 2 แสดงตารางการตั้งค่าที่ได้ตั้งไว้ ประกอบไปด้วย แสงมาตรฐาน เวลาการเปิด-ปิดไฟ ความชื่นมาตรฐาน และช่วงเวลาการรดให้น้ำ ส่วนที่ 3 คือ Show log เมื่อคลิกที่ปุ่ม Show log จะแสดงตารางข้อมูลที่บันทึกไว้ที่ฐานข้อมูล ส่วนที่ 4 คือ ส่วนแสดงหน้าเว็บย่อย ประกอบไปด้วย หน้าเว็บหลัก หน้าเว็บข้อมูลผัก หน้าเว็บโปรไฟล์และหน้าออกจากระบบ

รูปที่ 2 ส่วนการแสดงผลผ่านเว็ปบราวเซอร์

2.1 การออกแบบชุดให้แสงสว่าง LED

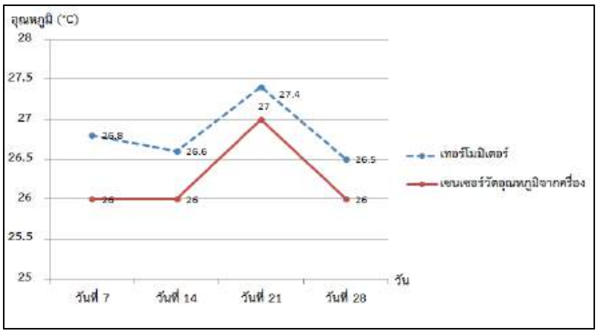
เนื่องจากหลอด LED High Power กำลังงาน 1 Watt แต่ละสีใช้แรงดันที่แต่ต่างกัน ในที่นี้จะใช้หลอด LED ขนาด 1 W สีแดง และ สีน้ำเงิน ในอัตราส่วน 3 : 2 โดยใช้ชุดละ 20 หลอด จำนวน 2 ชุด มีระยะห่าง 40 ซม. จากฐานยาว 80 ซม. โดยออกแบบช่วงระยะการตกกระทบจาก P1 ถึง P9 ช่องละ 10 ซม. เพื่อให้แสงตกกระทบทั่วถึงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบแสงที่ตกกระทบในโรงเรือน

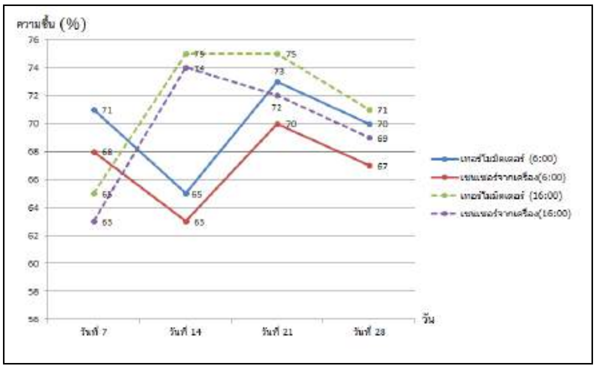
3. ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ กับ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ออกแบบไว้ โดยได้ทำการเปรียบเทียบและเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 4 มีค่าความผิดพลาด 0.2 % มีความใกล้เคียง



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ออกแบบไว้

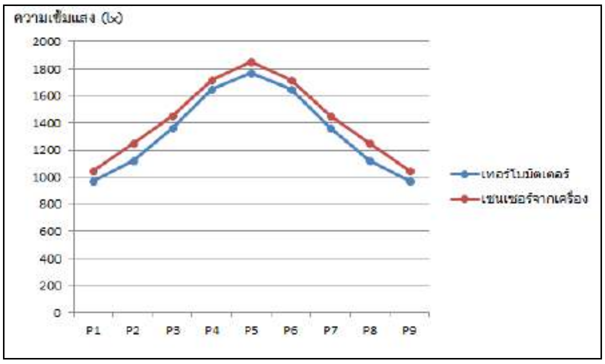
ส่วนที่สองเป็นการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์วัดความชื้น กับเซนเซอร์วัดความชื้นที่ออกแบบไว้ โดยได้ทำการเปรียบเทียบและเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 5 เก็บข้อมูลช่วง 6.00 น. มีค่าความผิดพลาด 4 % และเก็บข้อมูลช่วง 16.00 น. มีค่าความผิดพลาด 2 %



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์วัดความชื้นกับเซนเซอร์วัดความชื้นที่ออกแบบไว้

ส่วนที่สามเป็นการทดสอบการวัดแสง โดยใช้เครื่องมือวัดค่าที่ใช้งานทั่วไปและตัวรับรู้วัดแสง นำมาเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างจากการคำนวณ ค่าความสว่างของหลอดไฟ LED ที่ได้ออกแบบไว้วัดเป็นจุดตั้งแต่ตำแหน่งวัด P1 ถึง P9 ระยะห่างระหว่างจุด 10 ซม.

การวัดค่าแสงของเครื่องกับเครื่องวัดแสง รุ่น ETP 307 กับการออกแบบค่าความสว่างของแสง มีค่าความผิดพลาด 7% และการวัดค่าจากเซ็นเซอร์วัดแสงกับการออกแบบค่าความสว่างของแสง มีค่าความผิดพลาดถึง 12% รูปที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการวัดของเซ็นเซอร์รับแสงและเครื่องวัดแสง มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 7% โดยรวมสามารถควบคุมความสว่าง 3 ระดับ คือ 500 Lux , 1000 Lux แสงสว่างได้สูงสุดที่ 1800 Lux

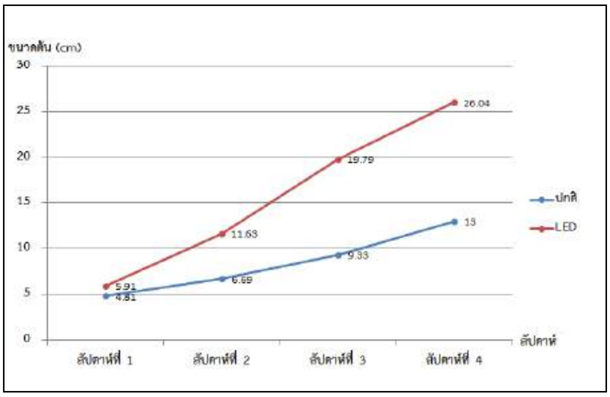


รูปที่ 6 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการวัดของเซ็นเซอร์รับแสงและเครื่องวัดแสง

สุดท้ายเป็นส่วนของการทดสอบการปลูกพืชภายในเครื่องเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบธรรมชาติในรูปที่ 8 การทดลองการปลูกพืชได้ทำการปลูกผักด้วยกัน 2 ชนิด คือ ผักกาดหอมและผักบุ้งจีน ในการปลูกพืชภายในเครื่องจะให้แสงอยู่ที่ระดับ 1,800 ลักซ์ กำหนดระยะเวลาให้แสงที่ 15 ชั่วโมงต่อวัน ใช้ระยะในการเพาะปลูก 4 สัปดาห์ โดยปลูกแบบธรรมชาติคู่กันโดยให้น้ำในเวลาเดียวกันคือ 6.00 น.และ 16.00 น.

รูปที่ 7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการปลูกโดยใช้เครื่องและการปลูกแบบธรรมชาติ

จากผลการทดลองการปลูกผักบุ้งจีนภายในเครื่องจะโตเร็วกว่าการปลูกแบบธรรมชาติ 2 เท่า และจากผลการทดลองผักกาดหอมในเครื่องความสูงของลำต้นผักกาดหอมจะโตเร็วกว่าการปลูกแบบธรรมชาติ 2 เท่า และมีขนาดใบที่ยาวกว่า 2 เท่า จะเห็นได้จากการเปรียบเทียบในรูปที่ 8 โดยวัดจากขนาดต้นและใบมาเฉลี่ย โดยช่วงการปลูกในเวลา 4 สัปดาห์เท่ากัน



รูปที่ 7 วัดจากขนาดต้นและใบมาเฉลี่ย โดยช่วงการปลูกในเวลา 4 สัปดาห์

4. สรุป

การออกแบบระบบโรงเรือนปลูกผักสวนครัวด้วยแสง LED นั้น พืชจะได้รับแสงที่สม่ำเสมอและสามารถกำหนดเวลาให้แสง ให้น้ำ ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความชื้นได้ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด โดยมีค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ ไม่เกิน 10 % โดยผลการทดสอบทั้งชุดอุปกรณ์ใส่ข้อมูลตามที่ต้องการเพื่อควบคุมความชื้นในดิน อุณหภูมิ แสง ในระบบปิดแสดงผลผ่านระบบเครือข่าย โดยสามารถเฝ้าระวังระบบเพื่อควบคุมเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่นที่สนับสนุนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี, “ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช”วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 ,2560 , หน้า. 158-176.

[2] Artiwan Shotipruk, Peter B. Kaufman and Henry Y. Wang, “ Conceptual Design of LED-Based Hydroponic Photobioreactor for High-Density Plant Cultivation” Biotechnol. Prog, Vol 25 , No.6 ,1999 , PP. 1058-1064.

[3] ปัญญา มัฆะศร, “เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุมการเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ ” การประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 5 พลังงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ.โรงแรมอุบลอินเตอร์เนชั่นแนล จ.อุบลราชธานี , หน้าที่. 321-328, กรกฎาคม 2552.

[4] ชานนท์ ลาภจิตร, “ผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบอะควาโพนิค,” วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ . ปีที่ 4. ฉบับที่ 2, 2560, หน้า. 26-32.

การตรวจสอบการเกิดอัคคีภัยจากพฤติกรรมการใช้กระแสไฟฟ้า

Fire investigation from electric current used behaviors

กระดาษทราย สันตะวงศ์ ชินวัฒน์ เอกกลาง ประจวบ อินระวงศ์ วุฒิชัย สง่างาม[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 อีเมล์ wutichai@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการตรวจสอบการเกิดอัคคีภัยโดยทำการตรวจสอบบันทึกพฤติกรรมการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้า โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดุยโน่ ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อตัวตรวจวัดและคอมพิวเตอร์ฐานข้อมูล

โดยมีหลักการทำงานคือบอร์ดอาดุยโน่ จะอ่านค่ากระแสและค่าอุณหภูมิจากตัวตรวจวัด แล้วจัดเก็บค่าปริมาณกระแสที่ใช้งานทุกๆ 10 นาที ในสภาวะปกติ และทุกๆ 1 วินาที ในสภาวะผิดปกติ เข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จากการทดสอบกับภาระทางไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศ ระบบสามารถอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากตัวตรวจวัดในสภาวะปกติไม่เกิน 5 แอมป์ และสามารถอ่านกระแสในสภาวะผิดปกติเมื่อกระแสมากกว่า 5 แอมป์ โดยค่าที่วัดได้จากตัวตรวจวัดมีความถูกต้อง 98.30 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: อาดุยโน่ , อัคคีภัย, ฐานข้อมูล

Abstract

This paper presents the fire investigation by monitoring the behavior of electricity uses. Arduino microcontroller board was used to connect between sensors and computer database system. In principle, currents and temperatures was read by the microcontroller from sensors and record current values every 10 minutes in normal conditions and every 1 second in abnormal cases. These data was sent to database server via internet network. From the test with the electrical load in normal condition, air conditioner, the system could read current from sensor up to 5 A. In abnormal case, it could detect current when the current over 5 A. The measured value from the detector was 98.30 percent accuracy.

Keywords: arduino , fire, database

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนามากขึ้น ซึ่งก็เป็นผลมาจากการที่มนุษย์นำเอาเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยเข้ามาใช้ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือใช้สอยนั้นก็มีความทันสมัยมากขึ้น ซึ่งก็รวมไปถึงการตรวจสอบย้อนหลังเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆหรือภัยพิบัติไปแล้ว

ที่ผ่านมาในอดีตการจดบันทึกข้อมูลค่าต่างๆ จะต้องใช้มนุษย์เป็นผู้ที่คอยจดบันทึกข้อมูลเป็นระยะๆและระหว่างการจัดเก็บเอกสารที่จดบันทึกข้อมูล ข้อมูลอาจสูญหาย หรืออาจไม่ต่อเนื่องทำให้การตรวจสอบไม่สมบูรณ์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการออกแบบเครื่องบันทึกการใช้กระแสไฟฟ้าและอุณหภูมิ เพื่อจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบย้อนหลังในกรณีเกิดอัคคีภัย โดยที่ค่ากระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่วัดได้จะถูกจัดเก็บไว้ที่เซิฟเวอร์ฐานข้อมูล โดยผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์อาดุยโน่ที่มีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บอร์ดอาดุยโน่

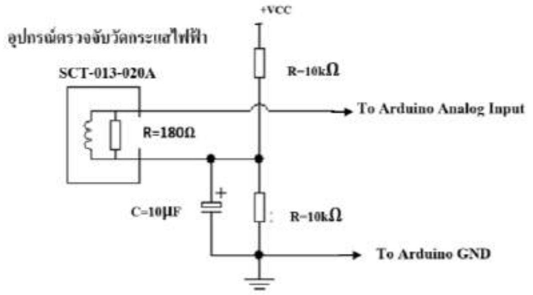
บอร์ดอาดุยโน่ เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล เอวีอาร์ (AVR) ซึ่งเป็นบอร์ดที่มีราคาไม่แพง และผู้ใช้งานสามารถกำหนดชุดคำสั่งด้วยภาษาซี ที่สามารถควบคุมขาอินพุทหรือเอาท์พุท ในโครงงานนี้เลือกใช้บอร์ดอาดุยโน่ ยูโน (UNO) พร้อมด้วยบอร์ด บอร์ดอีเทอร์เน็ต เพื่อใช้เชื่อมต่อมกับเครือข่ายอินเตอร์เนต

2.2 ตัวตรวจวัด

2.2.1 ตัวตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้า

วงจรตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยใช้ตัวตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้า รุ่น SCT-013-020A พิกัดการตรวจจับวัดกระแสโหลดสูงสุด 20 แอมป์ ทำการคล้องกับวงจรไฟฟ้า ซึ่งตัวตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้าให้สัญญาณออกมาเป็นกระแสไม่สามารถนำไปต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดุยโน่ ได้โดยตรง จึงต้องแปลงให้เป็นแรงดัน

ก่อน โดยทำการต่อความต้านทานเข้ากับตัวตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้าแล้วให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ วัดแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน

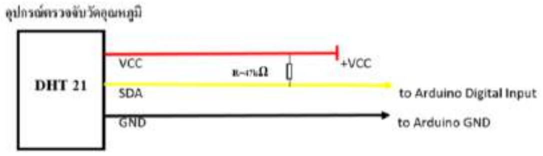


รูปที่ 1 วงจรตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้า

ค่าที่ได้จากตัวตรวจวัดกระแสไฟฟ้านั้นจะสามารถอ่านค่ากระแสอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 20 แอมป์ แต่ขนาดแรงดันที่ส่งเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ จะมีขนาด 0 ถึง 1 โวลต์

2.2.2 ตัวตรวจจับวัดอุณหภูมิ

วงจรตรวจจับวัดอุณหภูมิที่ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับวัดอุณหภูมิ รุ่น DHT 21 ทำการวัดอุณหภูมิ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับวัดอุณหภูมิเชื่อมต่อด้วยสัญญาณเพียงเส้นเดียวแบบสองทิศทาง ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง - 40 ถึง 80 องศาเซลเซียส โดยใช้ขาเชื่อมต่อ 3 ขา ได้แก่ VCC GND และ SDA ในการอ่านข้อมูลค่าอุณหภูมิแต่ละครั้งจะอ่านข้อมูล 16 บิต



รูปที่ 2 วงจรตรวจจับวัดอุณหภูมิ

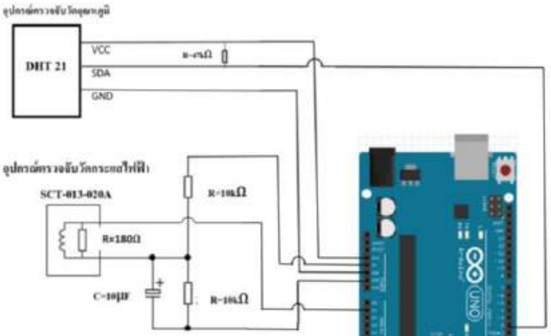
2.2.3 ฐานข้อมูล MySQL

MySQL เป็นโปรแกรมระบบสำหรับจัดการฐานข้อมูล โดยทำหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่น เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ซึ่งตัวโปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูลโอเพนทซอร์ท (Open Source) จึงนิยมนำมาใช้งานจำนวนมาก โดยที่ MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ ซึ่งฐานข้อมูลแบบนี้ จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้นแต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการโดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล MySQL ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลภายในระบบฐานข้อมูลสามารถช่วยแก้ปัญหาของการประมวลผลด้วยระบบไฟล์ได้

โครงสร้างฐานข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจะมีคุณลักษณะเรียงลำดับดังแสดงในตารางที่ 1

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
ID	int	ลำดับที่
current	double	ค่ากระแสไฟฟ้า
temp	double	ค่าอุณหภูมิ
data	timestamp	วันที่และเวลา

ID คือลำดับที่
current คือค่ากระแสไฟฟ้า
temp คือค่าอุณหภูมิ
data คือวันที่และเวลา



รูปที่ 3 วงจรรวมโครงการ

3. การออกแบบการวัดค่า

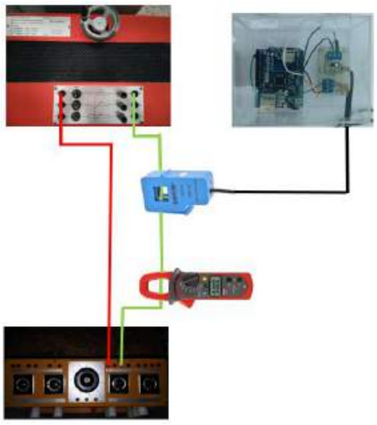
วงจรรวมของการวัดค่าแสดงในรูปที่ 3 โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับวัดอุณหภูมิ รุ่น DHT 21 ทำการวัดอุณหภูมิจะอ่านค่าออกมาในรูปแบบดิจิทัลส่งข้อมูลให้กับบอร์ดอาดุยโน่ โดยขาที่เชื่อมต่อมี 3 ขา ได้แก่ ขา VCC ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ของบอร์ดอาดุยโน่ ขา SDA ต่อเข้ากับอินพุตดิจิทัล 2 ของบอร์ดอาดุยโน่ ขา GND ต่อเข้ากับขา GND

ของบอร์ดอาดุยโน่ และอุปกรณ์ตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้า รุ่น SCT-013-020A ทำการวัดกระแสไฟฟ้าจะอ่านค่าออกมาในรูปแบบอนาล็อกส่งข้อมูลให้กับบอร์ดอาดุยโน่ โดยขาที่เชื่อมต่อมี 3 ขา ได้แก่ ขา VCC ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 5 โวลต์ของบอร์ดอาดุยโน่ ขาสัญญาณต่อเข้ากับอินพุตอนาล็อก A1 ของบอร์ดอาดุยโน่ ขา GND ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ดอาดุยโน่ จากนั้นบอร์ดอาดุยโน่จะทำการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปเก็บบันทึกยังฐานข้อมูล

3. การทดสอบตัวตรวจวัด

3.1 การทดสอบตัวตรวจวัดกระแสไฟฟ้า

ในการทดสอบตัวตรวจวัดกระแสไฟฟ้า จะใช้กับภาระโหลดที่ปรับค่าดังรูปที่ 4 โดยให้แรงดันคงที่ที่ 230 โวล์ท และทำการปรับลดตัวต้านเพื่อให้กระแสไฟฟ้าตามที่ต้องการคือ เริ่มต้นที่ 2 แอมป์ จนถึง 14 แอมป์ เพิ่มทีละ 2 แอมป์



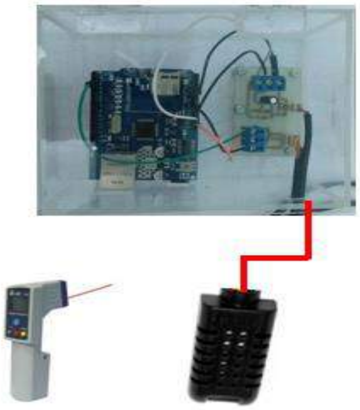
รูปที่ 4 วงจรทดสอบตัวตรวจวัดกระแสไฟฟ้า

จากการทดสอบ ค่าความเที่ยงตรงของตัววัดกระแสไฟฟ้าขณะจ่ายโหลดความต้านทาน พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง 1.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ เครื่องมือวัดแคมป์มิเตอร์ รุ่น UT204A

3.2 การทดสอบตัวตรวจวัดอุณหภูมิ

ในการทดสอบตัววัดอุณหภูมินั้นค่าที่วัดในแต่ละครั้งจะใช้ตัววัดอ้างอิงคือ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด รุ่น AZ-8868 ทำการวัดควบคู่เพื่อเปรียบเทียบ

การทดสอบโดยการติดตั้งตามรูปที่ 5 เพื่อหาค่าความผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิ โดยติดตั้งไว้ภายในกล่องแล้วใช้ไดร์เป่าผมเป่าเข้าไปในกล่องเพื่อให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ 35 องศาเซลเซียล ถึง 80 องศาเซเลเซียส แล้วทำการอ่านค่าอุณหภูมิจากเครื่องวัดอ้างอิงและเครื่องวัดที่ใช้



รูปที่ 5 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิ

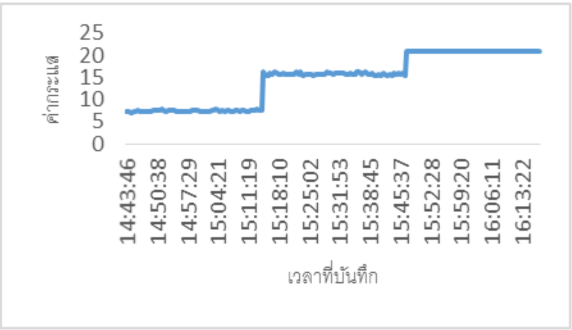
จากการทดสอบพบว่ามีเครื่องวัดอุณหภูมิที่นำมาใช้มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.38 เปอร์เซ็นต์

4. การทดสอบใช้งานจริง

การทดสอบโดยการนำเครื่องบันทึกกระแสและอุณหภูมิไปติดตั้งกับตู้จ่ายไฟย่อยของตึก 18 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่มีการใช้โหลดส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศ โดยทำการติดตั้งเพื่อส่งค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าอุณหภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปบันทึกยังฐานข้อมูล โดยมีค่ากระแสไฟฟ้าและอุณหภูมิที่เก็บบันทึกดังนี้

4.1 การวัดและบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

การบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าโดยเครื่องบันทึกกระแสและอุณหภูมิ โดยจะแบ่งช่วงการวัดกระแสไฟฟ้าเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 จะเปิดเครื่องปรับอากาศจำนวน 1 เครื่อง ช่วงที่ 2 จะเปิดเครื่องปรับอากาศจำนวน 2 เครื่อง และช่วงที่ 3 จะเปิดเครื่องปรับอากาศจำนวน 3 เครื่อง แสดงในรูปที่ 6

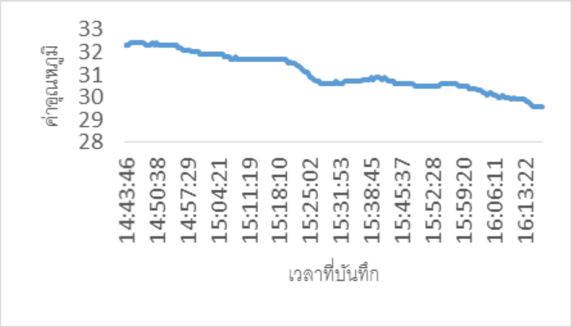


รูปที่ 6 กราฟแสดงการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ **6** กราฟแสดงการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า แบ่งช่วงการวัดกระแสไฟฟ้าเป็น **3** ช่วง จะเห็นได้ว่าในช่วงที่ **1** ค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดเฉลี่ยได้ **7** แอมแปร์ และในช่วงที่ **2** ค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดเฉลี่ยได้ **15** แอมแปร์ และในช่วง **3** นั้นจะเป็นค่า **21** ซึ่งค่า **21** นั้นคือค่าที่ถูกกำหนดไว้บันทึกเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน **20** แอมแปร์

4.2 การวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ

การบันทึกค่าอุณหภูมิโดยเครื่องบันทึกกระแสและอุณหภูมิ โดยจะทำการวัดอุณหภูมิภายในตู้จ่ายไฟย่อยจากเวลา 14:43:46 ถึง 16:17:17 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาทีแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟแสดงการบันทึกค่าอุณหภูมิ

จากรูปที่ 7 กราฟแสดงการบันทึกค่าอุณหภูมิ จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดนั้นค่าค่อยๆลดลงเนื่องตู้จ่ายไฟย่อยติดตั้งอยู่ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ ซึ่งระยะเวลาที่บันทึกเฉลี่ย **29.5** วินาที

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบการวัดและส่งค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าอุณหภูมิผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจัดเก็บเข้าเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ จะเห็นว่าการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั่นสามารถส่งค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าอุณหภูมิจากอุปกรณ์ตรวจจับวัดกระแสไฟฟ้ากับอุปกรณ์ตรวจจับวัดอุณหภูมิเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลได้ โดยค่าที่ตรวจวัดมีความแม่นยำในการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดถึง 98.30 เปอร์เซ็นต์

บรรณานุกรม

[1] บอร์ด Arduino UNO R3,บอร์ดอีเทอร์เน็ต, ค้นหาข้อมูลจาก : www.myarduino.net, [ออนไลน์], สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2560

[2] ครูประภาส สุวรรณเพชร. การเรียนรู้ Arduino เบื้องต้น. วิทยานิพนธ์. วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ, 2559.

[3] เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า,เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ, ค้นหาข้อมูลจาก : www.arduinoall.com, [ออนไลน์], สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2560

[4] การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ,ค้นหาข้อมูลจาก : www.9arduino.com, [ออนไลน์], สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2560

หลอดไฟ LED สำหรับแปลงปลูกไม้ดอกพืชวันสั้นโดยใช้เทคนิคการปรับความส่องสว่างของแสงสีแดง

LED Bulbs for Short day Flowerer Plants Using the Red Light luminosity Adjustment Technique

มานัส สุนันท์[1] นิพนธ์ เลิศมโนกุล[1] และสนิทนาถ เลิศมโนกุล[1]
[1]ครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โทรศัพท์ : 0-5392-1444 ต่อ 2110, 2111
E-mail: manas_su@hotmail.com, nipon_rmutl@hotmail.com, snitnard@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างหลอดไฟ LED สำหรับแปลงปลูกไม้ดอกพืชวันสั้นจำนวน 5 หลอด โดยใช้เพาเวอร์ LED สีแดงร่วมกับสีขาว แต่ละหลอดมีจำนวน LED สีขาว 6 ดวงที่กระแส 300 mA และ LED สีแดงทั้ง 4 ดวงของแต่ละหลอดมีค่ากระแส 100, 150, 200, 250, 300 mA ตามลำดับ เพื่อปรับค่าความส่องสว่างของแสงสีแดง หลอดไฟ LED มีความสูง 16 ซม. กว้าง 15.5 ซม. ประกอบร่วมกับวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายและขั้วหลอด E27 เพื่อให้สะดวกใช้งานร่วมกับไฟฟ้า 220 Vac

ผลการทดสอบเมื่อติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้น 100 ซม. พื้นที่ขนาด 100 ×100 ซม. วัดค่าความเข้มแสงได้มากกว่า 40 lx ใช้กำลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 11 W มีค่าความเข้มแสงมากกว่าหลอดตะเกียบขนาด 14 W และเมื่อเปิดใช้งานหลอดไฟ LED นาน 180 นาที มีการแผ่ความร้อนที่ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกพืชวันสั้น และพบว่าหลอดไฟ LED ที่ปรับกระแสของ LED สีแดงที่ 150 mA มีค่าความส่องสว่างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและทำให้เกิดตาดอกของไม้ดอกพืชวันสั้นมากที่สุด ทำให้ช่วยลดต้นทุนและเวลาในการผลิตของเกษตรกรลงได้
คำสำคัญ : ความเข้มแสง, ค่าความส่องสว่าง, แอลอีดี

Abstract

This paper presents the created 5 LED bulbs for short day flowerer plants. The LED bulbs has 6 white power LEDs at 300 mA, and 4 red power LEDs with current at 100, 150, 200, 250 and 300 mA respectively, for adjusting red light illuminates. The LED bulbs have 16 cm high and 15.5 cm wide with E27 head for compatible to use with 220 Vac, including switching power supply.

Form experiment, installed height away from ground 100 cm, the light intensity has a more 40 lx per square meter with 11 W power, which higher than 14 W compact fluorescent bulb. Power on the LED bulbs for 180 minutes, the heat radiation do not affect the growth of short day flowerer plants. It was found that LED bulb with red LEDs at 150 mA is the best choice that affect on the growth and flowering of the short day flowerer plants, which can reduce cost and times for growers.
Keywords : Light intensity, Illuminates, Light Emitting Diode (LED)

1. บทนำ

การปลูกไม้ดอกที่เป็นพืชวันสั้น (Short day plants) เช่น เบญจมาศ ดอกดาวกระจาย [1] ซึ่งในช่วงสร้างการเจริญเติบโตทางลำต้นของไม้ดอกพืชวันสั้นจะต้องได้รับช่วงแสง (Light Duration) นานกว่าช่วงวันวิกฤติ (Critical day length) ที่มีเวลาประมาณ 12-14 ชั่วโมง โดยถ้าช่วงแสงสั้นกว่าช่วงวันวิกฤติไม้ดอกพืชวันสั้นจะเริ่มเกิดตาดอกและติดดอกทั้งที่ลำต้นยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ ทำให้ได้ดอกที่มีคุณภาพไม่ดี เกษตรกรจะให้แสงสว่างเพิ่มเติมโดยใช้หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact fluorescent bulbs) หรือหลอดตะเกียบขนาด 11-18 วัตต์ โดยให้มีความเข้มแสง (Light intensity) ที่พื้นแปลงปลูกประมาณ 40-100 ลักซ์ (Lux : lx) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของความเข้มแสง ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 การให้แสงในช่วงกลางคืนสำหรับการปลูกดอกดาวกระจาย

การให้แสงสว่างเพิ่มเติมในการปลูกบนเนื้อที่ 1 ไร่เมื่อใช้หลอดตะเกียบขนาด 14 W ติดตั้งที่ระยะห่างระหว่างแถว 150 ซม. และแต่ละหลอดห่างกัน 200 ซม. ใช้หลอดจำนวน 494 หลอด (26 แถว×19 หลอด) เปิดนาน 3 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้าวันละประมาณ 21 หน่วย ดังนั้นถ้าหากในระหว่างการให้แสงสว่างเพิ่มเติมแล้วสามารถจัดคุณภาพแสงให้กับพืชด้วยแสงจาก LED ที่มีสเปกตรัมใกล้เคียงกับหลอดใส้ [3] จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของลำต้นให้มีความสูงเร็วขึ้น จึงใช้จำนวนวันน้อยลงได้

2. การปลูกดอกดาวกระจาย

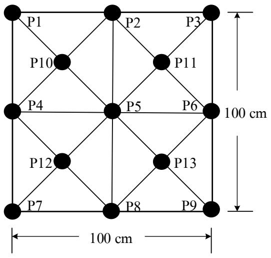
ดอกดาวกระจายเป็นไม้ดอกพืชวันสั้น โดยในช่วงการสร้างลำต้นจะมีความต้องการช่วงแสงในวันหนึ่งๆ นานกว่าช่วงวันวิกฤติ ดังนั้นในช่วงนี้เกษตรกรจึงให้แสงสว่างเพิ่มเติมแก่ดอกดาวกระจายเพื่อให้เกิดการสร้างลำต้นให้สมบูรณ์ก่อน และจากที่พืชสามารถดูดกลืนแสงได้ดีในช่วงแสงสีน้ำเงินที่ความยาวคลื่นประมาณ 420 - 460 นาโนเมตร และ

ในช่วงแสงสีแดงที่ความยาวคลื่นประมาณ 630 – 660 นาโนเมตร ที่จะช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดและการสร้างลำต้นของพืช [2]

จากการเก็บข้อมูลจากหมู่บ้านหนองเขียว ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรปลูกดอกดาวกระจายเป็นแปลงปลูกและให้แสงแก่ดอกดาวกระจายในช่วงการเจริญเติบโตของลำต้นโดยใช้หลอดตะเกียบขนาด 14 W ติดตั้งให้หลอดไฟสูงจากพื้นดิน 100 - 120 ซม. ให้แสงในช่วงเวลา 18.00 - 21.00 น. รวมทั้งวันดอกดาวกระจายต้องได้รับแสงไม่น้อยกว่า 14 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 28 - 30 วัน หรือให้ได้ความสูงของลำต้นประมาณ 50-80 ซม. ทำให้มีต้นทุนในการผลิตและใช้ระยะเวลาในการให้แสงสว่างเพิ่มเติมแก่ดอกดาวกระจายค่อนข้างนาน

3. การวัดความเข้มแสง

การวัดความเข้มแสงเฉลี่ยแบบพื้นที่สำหรับการติดตั้งหลอดในแปลงปลูกดอกดาวกระจาย โดยที่หลอดไฟถูกติดตั้งเป็นแถวเดียว (Single Row of Individual Luminaires) กลางแปลงปลูก และระยะห่างของการติดตั้งหลอดไฟฟ้ามีลักษณะที่แน่นอนซ้ำๆ กัน สามารถวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 2 และนำผลมาคำนวณหาความเข้มแสงเฉลี่ยตามสมการที่ (1)



รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดเพื่อหาความเข้มแสงของหลอดไฟ

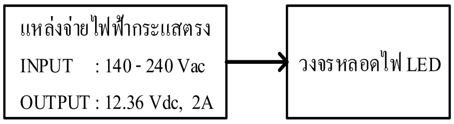
$$LI_{av} = \frac{P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9+P10+P11+P12+P13}{13} \quad (1)$$

เมื่อ LI_{av} ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของหลอดไฟ

P1,..., P13 ค่าความเข้มแสงที่วัดในแต่ละจุด

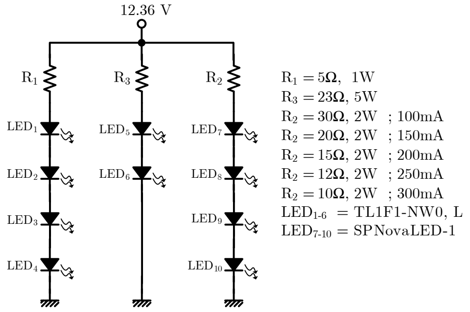
4. การสร้างหลอดไฟ LED

แผนผังของหลอดไฟ LED ที่สร้างขึ้น แสดงในรูปที่ 3

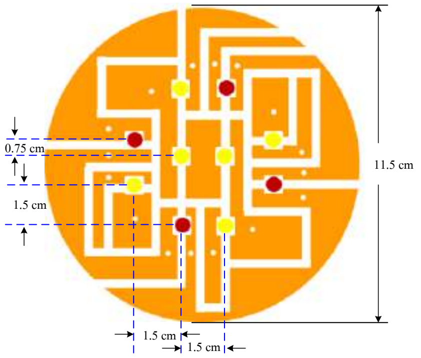


รูปที่ 3 แผนผังของหลอดไฟ LED

เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตชิ่งที่รองรับค่าแรงดันอินพุต 140 ถึง 240 Vac มีแรงดันเอาต์พุต 12.36 Vdc, 2 A และต่อวงจรตามรูปที่ 4 ใช้ LED สีขาวเบอร์ TL1F1-NW0, L มีแรงดันตกคร่อมรวมทั้ง 4 ดวงเท่ากับ 10.84 V ที่กระแส 300 mA และ LED สีแดงเบอร์ SPNovaLED-1 มีแรงดันตกคร่อมรวมทั้ง 4 ดวงเท่ากับ 9.4 V และออกแบบการวางบนแผ่น PCB ดังรูปที่ 5 ตามลำดับ และกำหนดให้หลอดไฟ LED ที่มีกระแสของ LED สีแดงที่ 100, 150, 200, 250, 300 mA เป็นหลอดที่ 1 - 5 ตามลำดับ หลอดที่ 6 เป็นสีแดงอย่างเดียว



รูปที่ 4 วงจรของหลอดไฟ LED



รูปที่ 5 ตำแหน่งการวางหลอดแอลอีดี

รูปที่ 6 ขนาดของโครงสร้างของหลอดไฟ LED

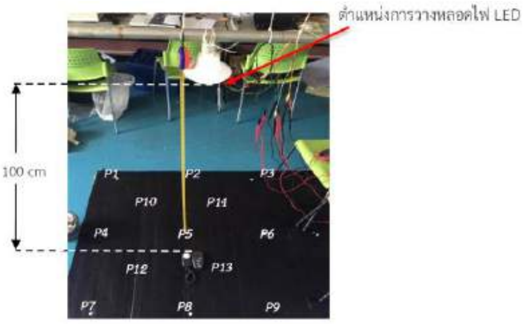
จากรูปที่ 6 เป็นหลอดไฟ LED ที่ประกอบสำเร็จ โดยเลือกใช้ PCB แบบ 2 หน้าแล้วเชื่อมด้วยโลหะกลวงเพื่อช่วยระบายความร้อนภายในตัวหลอด ประกอบร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตชิ่งพร้อมกับฝาครอบกันน้ำค้างและน้ำฝน

5. ผลการทดสอบ

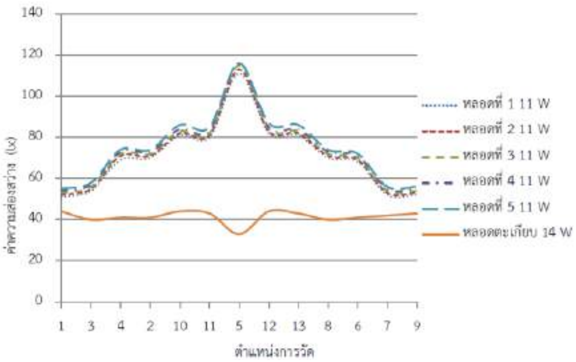
การทดสอบความเข้มแสงของหลอดไฟ LED ทั้ง 5 หลอดในระยะพื้นที่ 100×100 ซม. เมื่อติดตั้งที่ระดับความสูง 100 ซม. โดยทำการวัดค่าความเข้มแสงด้วยมิเตอร์วัดความความเข้มแสง TENMARS TM-202 จำนวน 13 จุดตามตำแหน่งในรูปที่ 2 พบว่าหลอดไฟ LED ทั้ง 5 หลอดนั้นมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยมากกว่า 40 lx ซึ่งมากกว่าค่าความเข้มแสง

เฉลี่ยของหลอดตะเกียบขนาด 14 W และใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 50 mA ดังรูปที่ 7 เมื่อนำมาคำนวณหากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้เท่ากับ 11 W

รูปที่ 7 การวัดหาค่ากระแสที่ใช้ของหลอดไฟ LED



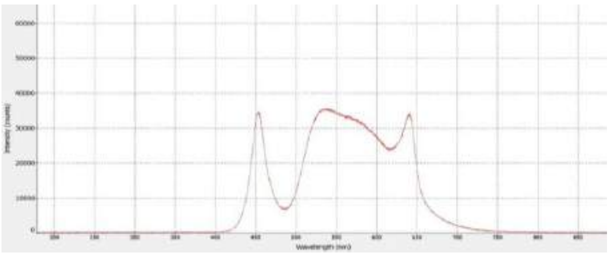
รูปที่ 8 การจัดเตรียมเพื่อวัดค่าความเข้มแสงและการติดตั้งหลอดไฟ LED



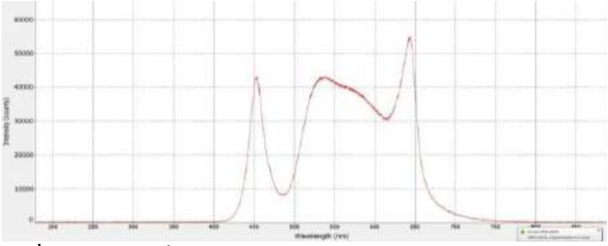
รูปที่ 9 ค่าความเข้มแสงของหลอดไฟ LED และหลอดตะเกียบ 14 W

รูปที่ 8 เป็นการทดสอบความสามารถในการส่องสว่างและอุณหภูมิของการแผ่ความร้อนเมื่อเปิดใช้งานต่อเนื่องเป็นเวลามากกว่า 180 นาที พบว่าทั้ง 5 หลอด นั้นค่าความเข้มแสงจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเปิดใช้งานประมาณ 1-5 lx ทั้งนี้ค่าความเข้มแสงในทุกๆ ตำแหน่งการวัดยังคงมีค่ามากกว่า 40 lx ดังรูปที่ 9 และจากการวัดอุณหภูมิที่ระยะห่าง 5 และ 20 ซม. จากด้านหน้าหลอดไฟ LED เปรียบเทียบกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีความสูงกว่าประมาณ 1 °C ดังนั้นหลอดไฟ LED ทั้ง 5 หลอดสามารถใช้งานได้ดีตามระยะเวลาและมีการแผ่ความร้อนไม่สูงมาก

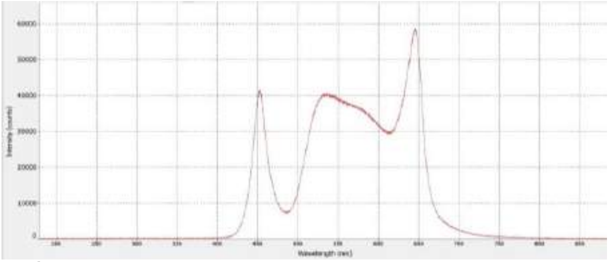
ผลการทดสอบวัดสเปกตรัมของแสงเมื่อปรับค่าความส่องสว่าง โดยใช้ Ocean optics spectrometer usb4000 ในการวัดและทดสอบได้ปรับให้มีกระแสของ LED สีขาวที่ 300 mA และปรับกระแสของ LED สีแดงที่ 100, 200 และ 300 mA ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 10 - 12 ตามลำดับ



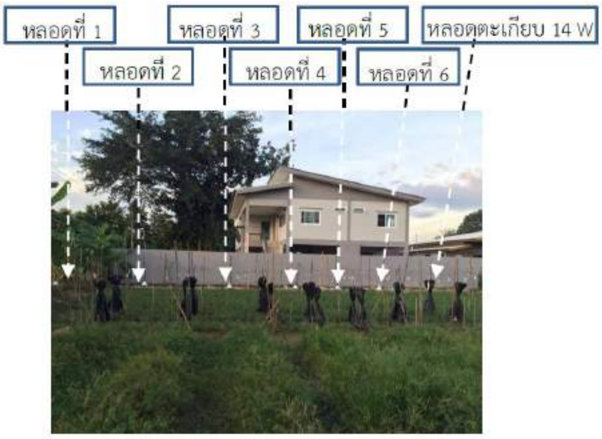
รูปที่ 10 สเปกตรัมที่กระแสของ LED สีขาว 300 mA และสีแดง 100 mA



รูปที่ 11 สเปกตรัมที่กระแสของ LED สีขาว 300 mA และสีแดง 200 mA



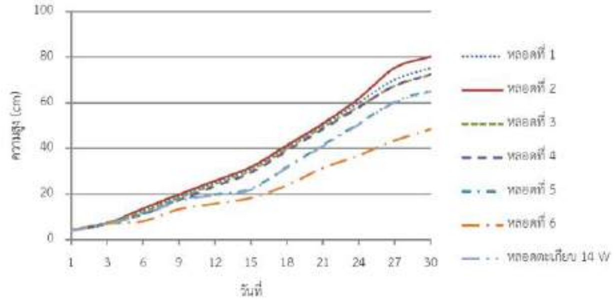
รูปที่ 12 สเปกตรัมที่กระแสของ LED สีขาว 300 mA และสีแดง 300 mA



รูปที่ 13 การติดตั้งหลอดไฟ LED ในแปลงปลูกดอกดาวกระจาย

รูปที่ 14 การให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟ LED ในแปลงปลูก

รูปที่ 13 และ 14 เป็นการทดสอบหลอดไฟ LED บนแปลงปลูกของเกษตรกรที่หมู่บ้านหนองเขียว ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของลำต้น โดยมีการให้แสงในช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยทำการวัดความสูงของการเจริญเติบโตของลำต้นดอกดาวกระจายทุกๆ 3 วัน และแสดงความสูงได้ดังรูปที่ 15 - 18 ตามลำดับ



รูปที่ 15 ความความสูงของดอกดาวกระจายที่ให้แสงระยะเวลา 30 วัน

รูปที่ 16 การติดตั้งหลอด LED ให้กับแปลงปลูก

รูปที่ 17 ความสูงของดอกดาวกระจายในวันที่ 15

รูปที่ 18 ความสูงของดอกดาวกระจายและเริ่มออกดอก

6. สรุป

หลอดไฟ LED ที่สร้างขึ้นนี้มีต้นทุนประมาณ 450 บาท สามารถนำไปใช้แทนหลอดตะเกียบที่เกษตรกรใช้อยู่ โดยที่หลอดไฟ LED ให้ค่าความเข้มแสงเพียงพอที่ดอกดาวกระจายต้องการ ซึ่งมีค่าความเข้มแสงทุกจุดการวัดสูงกว่าค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของหลอดตะเกียบขนาด 14 W โดยใช้กำลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า 3 W ต่อหลอด หรือใช้ไฟฟ้าวันละประมาณ 16.3 หน่วย สำหรับพื้นที่ปลูก 1 ไร่ ลดลงจากการใช้หลอดตะเกียบขนาด 14 W ประมาณ 4.7 หน่วยต่อวัน ประกอบกับที่หลอดไฟ LED มีการจัดคุณภาพแสงที่พืชต้องการเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของลำต้นได้เร็วขึ้นทำให้ลดจำนวนวันในการให้แสงเพิ่มเติมลง 3-6 วัน ทำให้ช่วยลดต้นทุนและเวลาในการผลิตของเกษตรกรลงได้ และหลอดไฟ LED มีการแผ่ความร้อนไม่สูงมาก ทำให้สามารถใช้งานที่ระดับความสูงใกล้กับต้นดอกดาวกระจาย เพื่อให้ได้ความเข้มแสงที่เพียงพอได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายประสิทธิ์ คำแล เกษตรกรปลูกดอกดาวกระจายและเบญจมาศหมู่บ้านหนองเขียว ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้รายละเอียดและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร “การปลูกเบญจมาศ ,” http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book%20PDF/flower/f010.pdf.

[2] ภิญโญ พานิชพันธ์ “การสังเคราะห์ด้วยแสง,” http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/photosynthesis/

[3] มานัส สุนันท์ และนิพนธ์ เลิศมโนกุล “การเปรียบเทียบความเข้มแสงในการให้แสงสว่างสำหรับการปลูกเบญจมาศ” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 (EENET 2013)

ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนผ่าน Smart Phone

Classroom Attendance System

นุชนาถ สัตย์วินิจ [1] และ วันชัย อนุไวยา [2]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิ ทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
E-mail: nutchanart.saj@dpu.ac.th [1], tor19314@hotmail.com [2]

บทคัดย่อ

โครงงานระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน เป็นระบบที่ช่วยในการจัดการข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา โดยระบบจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ อาจารย์และนักศึกษา โดยใช้งานผ่านรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันและ แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์

การทำงานในส่วนของอาจารย์ ผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลรายวิชา กลุ่มเรียน และรายชื่อนักศึกษาได้ เพิ่มรายชื่อนักศึกษาจากไฟล์ Excel ตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนประจำวัน ตรวจสอบข้อมูล การเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มเรียน และการทำงานในส่วนของนักศึกษา ผู้ใช้สามารถเข้าร่วมกลุ่มเรียนด้วยตัวเองได้ ตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของตัวเองได้ เช็คชื่อด้วย QR Code เช็คชื่อด้วย Tag NFC มีแจ้งเตือนเมื่อนักศึกษาขาดเรียนจนใกล้หมดสิทธิ์สอบ หรือหมดสิทธิ์สอบ

โครงงานได้มีการทดสอบการใช้งานของระบบโดยการทดสอบการใช้งานของระบบผลออกมาว่าระบบทุกระบบสามารถใช้งานได้ตามขอบเขตที่วางไว้ โดยระบบจะรองรับการใช้งานบนเบราว์เซอร์ Google Chrome, Mozilla Firefox และแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.1 ขึ้นไป

Abstract

Classroom Attendance System is system for help manage information about class attendance. This system has 2 parts, teacher and students. This system supports for use on web application and application on android mobile.

The first part for teachers. User can manage information about the subject, such as add class sections, add the students name list and import name list from Excel file, check daily class attendance and all section class attendance. The second part for students. User can join a class section by themselves. They can check attendance by scan QR Code or Tag NFC, check them attendance records. And the system has warning status when student be not eligible for the exam.

The system has tested. The result is that it can work in the scope. The system supports for use on Google chrome, Mozilla Firefox and Android version 4.1 or higher.

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาด้วยใบรายชื่อยังมีข้อเสียเกิดขึ้นอยู่ ยกตัวอย่างเช่น การจะต้องเสียเวลาในการเรียกชื่อนักศึกษาเพื่อตรวจสอบว่าเข้าชั้นเรียนหรือไม่และบันทึกลงในใบรายชื่อที่ละคนจนกว่าจะครบทั้งห้องก็ต้องใช้เวลา ทำให้เสียเวลาในการเรียนการสอนไปอย่างน้อย 10 – 15 นาทีหรือมากกว่านั้น กรณีที่มีการเรียนการสอนต่อเนื่อง อาจารย์จำต้องทำการเผื่อเวลาในการปล่อยนักศึกษาเพื่อไปเรียนวิชาถัดไปอีกประมาณ 5 นาที เมื่อรวมกับเวลาในการเช็คชื่อและการปล่อยนักศึกษา ทำให้เวลาในการเรียนการสอนลดลงส่งผลให้การเรียนการสอนต้องเร่งรีบขึ้น

NFC [1] เป็นเทคโนโลยีในการสื่อสารไร้สายในระยะประมาณ 4 เซนติเมตรโดยมีความรวดเร็วในการเชื่อมต่อและเทคโนโลยีนี้ได้ถูกนำเข้ามาใช้ในโทรศัพท์มือถือ Android บางรุ่นแล้ว โดย NFC สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูลขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลหรือคำสั่งการทำงานต่างๆ ของโทรศัพท์มือถือ เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับแอปพลิเคชันทำให้เราสามารถเก็บข้อมูลได้

QR Code [3] เป็นบาร์โค้ด 2 มิติชนิดหนึ่ง ที่เป็นการแปลงข้อมูลให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมสี่ดำหลายขนาดแตกต่างกันไป มีพื้นหลังสีขาว สามารถบรรจุข้อมูลไว้ได้หลายประเภท เช่น ตัวอักษร ตัวเลข เว็บไซต์ URL เป็นต้น อีกทั้ง Smart Phone ส่วนใหญ่ยังมีแอปพลิเคชันที่สามารถอ่าน QR Code ได้ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆได้

เพื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการเช็คชื่อเพื่อให้ทั้ง อาจารย์และนักศึกษามีเวลาในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น แล้วยังมีระบบรายงานผลทั้งบนแอปพลิเคชันบน Android และหน้าเว็บไซต์ที่คำนวณวันที่ขาดและวันที่มาสายของนักศึกษามาให้เรียบร้อยแล้วและนักศึกษาสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนของตัวเองได้โดยไม่จำเป็นต้องรอสอบถามจากอาจารย์ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนและนำข้อมูลการเข้าชั้นเรียนไปใช้ต่อไป

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Android การเขียนและอ่าน Tag NFC

การเขียนและอ่าน Tag NFC เพื่อใช้งานสำหรับการเช็คชื่อนั้น โทรศัพท์แอนดรอยด์นั้นๆ ต้องรองรับการใช้งานระบบ NFC ด้วย ขั้นตอนการเริ่มสร้างฟังก์ชั่นการเขียนและอ่าน Tag NFC มีดังนี้

1. เปิดไฟล์ AndroidManifest.xml เพิ่ม Permission เข้าไป เพื่อเปิดการใช้งานระบบ NFC

```xml
<uses-permission android:name="android.permission.NFC" />
<uses-feature android:name="android.hardware.nfc" android:required="true" />


<intent-filter>
    <action android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED" />
    <category android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
    <data android:mimeType="text/plain" />
</intent-filter>
<meta-data
    android:name="android.nfc.action.TECH_DISCOVERED"
    android:resource="@xml/nfc_tech_filter" />
```

รูปที่ 1 ตัวอย่างการเพิ่ม Permission

2. สร้างไฟล์ MainActivity.java

```java
NfcAdapter nfcAdapter;
nfcAdapter = NfcAdapter.getDefaultAdapter(this);
if (nfcAdapter == null) {
    // Stop here, we definitely need NFC
    Toast.makeText(this, "This device doesn't support NFC.", Toast.LENGTH_LONG).show();
    finish();
}
readFromIntent(getIntent());
```

รูปที่ 2 ตัวอย่างการสร้างตัวแปร NFC

เริ่มด้วยการประกาศตัวแปร NFC และตรวจสอบว่าอุปกรณ์รองรับ NFC หรือไม่ และเมื่อมีการอ่าน Tag NFC จะเรียกใช้เมธอด readFromIntent

3. Code การอ่าน Tag NFC

```java
private void readFromIntent(Intent intent) {
    String action = intent.getAction();
    if (NfcAdapter.ACTION_TAG_DISCOVERED.equals(action)
            || NfcAdapter.ACTION_TECH_DISCOVERED.equals(action)
            || NfcAdapter.ACTION_NDEF_DISCOVERED.equals(action)) {
        Parcelable[] rawMsgs = intent.getParcelableArrayExtra(NfcAdapter.EXTRA_NDEF_MESSAGES);
        NdefMessage[] msgs = null;
        if (rawMsgs != null) {
            msgs = new NdefMessage[rawMsgs.length];
            for (int i = 0; i < rawMsgs.length; i++) {
                msgs[i] = (NdefMessage) rawMsgs[i];
            }
        }
        buildTagViews(msgs);
    }
}
private void buildTagViews(NdefMessage[] msgs) {
    if (msgs == null || msgs.length == 0) return;

    String text = "";
      String tagId = new String(msgs[0].getRecords()[0].getType());
    byte[] payload = msgs[0].getRecords()[0].getPayload();
    String textEncoding = ((payload[0] & 128) == 0) ? "UTF-8" : "UTF-16"; // Get the Text Enco
    int languageCodeLength = payload[0] & 0063; // Get the Language Code, e.g. "en"
    // String languageCode = new String(payload, 1, languageCodeLength, "US-ASCII");

    try {
        // Get the Text
        text = new String(payload, languageCodeLength + 1, payload.length - languageCodeLength
    } catch (UnsupportedEncodingException e) {
        Log.e("UnsupportedEncoding", e.toString());
    }

    tvNFCContent.setText("NFC Content: " + text);
}
```

รูปที่ 3 Code การอ่าน Tag NFC

เมื่อมีการเรียกใช้เมธอด readFromIntent จะทำการอ่านข้อมูลจาก Tag NFC และตรวจสอบว่ามีข้อมูลจาก Tag NFC หรือเป็น Tag NFC ที่สามารถอ่านได้หรือไม่ แล้วนำไปแปลงเป็นข้อความและนำไปแสดงในเมธอด buildTagViews

4. Code การเขียน Tag NFC

```java
private void write(String text, Tag tag) throws IOException, FormatException {
    NdefRecord[] records = { createRecord(text) };
    NdefMessage message = new NdefMessage(records);
    // Get an instance of Ndef for the tag.
    Ndef ndef = Ndef.get(tag);
    // Enable I/O
    ndef.connect();
    // Write the message
    ndef.writeNdefMessage(message);
    // Close the connection
    ndef.close();
}
private NdefRecord createRecord(String text) throws UnsupportedEncodingException {
    String lang       = "en";
    byte[] textBytes  = text.getBytes();
    byte[] langBytes  = lang.getBytes("US-ASCII");
    int    langLength = langBytes.length;
    int    textLength = textBytes.length;
    byte[] payload    = new byte[1 + langLength + textLength];

    // set status byte (see NDEF spec for actual bits)
    payload[0] = (byte) langLength;

    // copy langbytes and textbytes into payload
    System.arraycopy(langBytes, 0, payload, 1,              langLength);
    System.arraycopy(textBytes, 0, payload, 1 + langLength, textLength);

    NdefRecord recordNFC = new NdefRecord(NdefRecord.TNF_WELL_KNOWN,  NdefRecord.RTD_TEXT,  new

    return recordNFC;
}
```

รูปที่ 4 Code การเขียน Tag NFC

เมื่อมีมีการเขียน Tag NFC จะทำการเรียกใช้เมธอด write ภายในเมธอด write จะทำการเรียกใช้ เมธอด createRecord เพื่อใช้ในการแปลงความข้อความให้เป็นข้อมูลที่สามารถเขียนลง Tag NFC ได้และคืนค่าให้ เมธอด write ในการเขียนลง Tag NFC

2.2 PHPMailer

PHPMailer เป็น Class ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อส่งอีเมลล์ โดยสามารถส่งเมลล์ได้โดยไม่เข้าไปอยู่ใน Junk แล้วยังสามารถแทรกไฟล์ไปกับอีเมลได้ด้วย

ตัวอย่างการเขียนโค้ดส่งเมลล์ด้วย PHPMailer

```php
<?php
date_default_timezone_set('Asia/Bangkok');
require 'PHPMailer/PHPMailerAutoload.php';

$mail = new PHPMailer;
$mail->isSMTP();
$mail->SMTPDebug = 0;
$mail->Debugoutput = 'html';
$mail->Host = "smtp.gmail.com";
$mail->Port = 587;
$mail->SMTPSecure = 'tls';
$mail->SMTPAuth = true;
$mail->Username = "your@gmail.com";//เมลที่ใช้ส่ง
$mail->Password = "yourpassword";//รหัสผ่านเมลที่ใช้ส่ง
$mail->setFrom('your@gmail.com', 'Name');//ข้อมูลเมลที่ใช้ส่ง
$mail->addAddress('test@gmail.com', 'Name');//เมลที่จะส่งไป
$mail->Subject = 'test email';//หัวข้อของเมลล์
$mail->msgHTML("Test email by SmartAtCheck");//เนื้อหาภายในเมล


if (!$mail->send()) {//เมื่อส่งเมลล้มเหลวจะแสดง Error ขึ้นมา
    echo "Mailer Error: " . $mail->ErrorInfo;
} else {//เมื่อส่งเมลถูกต้องจะขึ้นว่า Message sent!
    echo "Message sent!";
}
?>
```

รูปที่ 5 ตัวอย่างการเขียนโค้ดส่งเมลล์ด้วย PHPMailer

โหลด library ของ PHPMailer และทำการเรียกใช้แล้วทำการแก้ไขข้อมูลดังต่อไปนี้

1. Username เป็นเมลของเซิร์ฟเวอร์หรือเมลที่ใช้ในการส่ง
2. Password เป็นรหัสผ่านของเมลที่ใช้ส่ง
3. setFrom เป็นเมลและชื่อเมลที่จะแสดงในเมล
4. addAddress เป็นเมลปลายทางที่จะส่งไป

5. Subject เป็นหัวข้อของเมล
6. msgHTML เป็นเนื้อหาภายในเมลล์

2.3 การส่ง SMS ผ่าน SMS Gateway

SMS Gateway คือ ผู้ให้บริการส่งข้อความ (SMS) ผ่านเว็บไซต์ โดยผู้ใช้งานสามารถส่งข้อความได้โดยผ่านช่องทาง API ที่ทางเว็บไซต์ได้เตรียมไว้ให้ ทำให้คุณสามารถเขียนโปรแกรมติดต่อได้อย่างง่ายดาย เพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยที่ผู้ให้บริการจะคิดค่าบริการต่อการส่ง 1 SMS อยู่ที่ไม่เกิน 1 บาท โดยที่หลายๆเจ้าเปิดให้เราสามารถใช้โค้ดจากเว็บของเราส่งค่าบางอย่างเข้าไปยังเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ ด้วยวิธีการ GET หรือ POST ไปยัง URL ที่ผู้ให้บริการระบุ อาจจะมีโค้ดตัวอย่างเป็นฟังก์ชั่นให้เอามาใช้กันได้เลย บางผู้ให้บริการก็ให้แค่รูปแบบ URL มา

ตัวอย่างการใช้งาน Code API

1. โหลด API การส่งข้อความจากเว็บไซต์ของผู้ให้บริการ SMS Gateway
2. ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ในการส่ง SMS

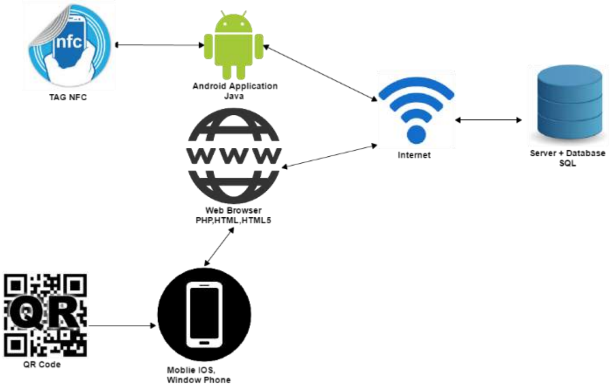
```
$sms = new thsms();

$sms->username   = 'username';
$sms->password   = 'password';

$a = $sms->getCredit();
var_dump( $a);

$b = $sms->send( '0000', '0898765432', 'ทดสอบ');
var_dump( $b);
```

รูปที่ 6 ภาพแสดงตัวอย่างการเขียนโค้ดที่ใช้ในการส่ง SMS

จากรูปที่ 6 เริ่มต้นเรียกใช้คลาส thsms ซึ่งเป็น API จากทางผู้ให้บริการและทำการระบุ username และ password ที่สมัครจากทางผู้ให้บริการ SMS Gateway จากนั้นเรียกใช้ฟังก์ชั่น getCredit ในการเช็คจำนวนครั้งที่เราสามารถส่ง SMS ได้ และเรียกใช้ฟังก์ชั่น send ในการส่ง SMS จากในภาพตัวอย่าง ‘0000’ คือชื่อผู้ส่งที่จะแสดงใน SMS ซึ่งทางผู้ให้บริการ SMS Gateway จะมีชื่อที่เรียกใช้ได้หรือในบางผู้ให้บริการสามารถระบุชื่อผู้ส่งเองได้ ถัดมาคือหมายเลขที่ต้องการส่งข้อความ และข้อความที่ต้องการส่งตามลำดับ

3. ภาพรวมของระบบ

ผู้ใช้งานจะแบ่งออกเป็นอาจารย์และนักศึกษาโดยสามารถใช้งานได้ผ่านหน้าเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยภาษา HTML,HTML5,PHP และแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ที่พัฒนาด้วยภาษา JAVA



รูปที่ 7 ภาพรวมของระบบ

1. ผู้ใช้งานประเภทอาจารย์ใช้ในการ
    1.1 จัดการข้อมูลรายวิชาและรายชื่อนักศึกษา
    1.2 สร้าง Tag NFC และ QR Code เพื่อให้นักศึกษาใช้เช็คชื่อ
2. ผู้ใช้งานประเภทนักศึกษาใช้ในการ
    2.1 เข้าร่วมรายวิชา โดยใช้รหัสเข้าร่วมรายวิชาที่ได้จากอาจารย์
    2.2 นักศึกษาที่ใช้ Android จะทำเช็คชื่อเข้าชั้นเรียนด้วย การอ่าน Tag NFC
    2.3 นักศึกษาที่ใช้ Smart Phone อื่นๆ จะทำการเช็คชื่อด้วย QR Code
    1.3.4 ตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียน และรับการแจ้งเตือนเมื่อตนเองขาดเรียนจนใกล้หมดสิทธิ์สอบ

ใช้ MySQL ในการจัดการกับฐานข้อมูลและใช้ HTML และ PHP ในการติดต่อกับฐานข้อมูล

4. ผลการทดสอบระบบ

4.1 ส่วนในการเพิ่มข้อมูล

รูปที่ 8 หน้าจอสำหรับเพิ่มรายวิชา

อาจารย์จำเป็นต้องเพิ่มรายวิชา กลุ่มเรียนก่อน เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าร่วมรายวิชาและเช็คชื่อได้

รูปที่ 9 หน้าจอสำหรับจัดการกลุ่มเรียนและรายวิชา

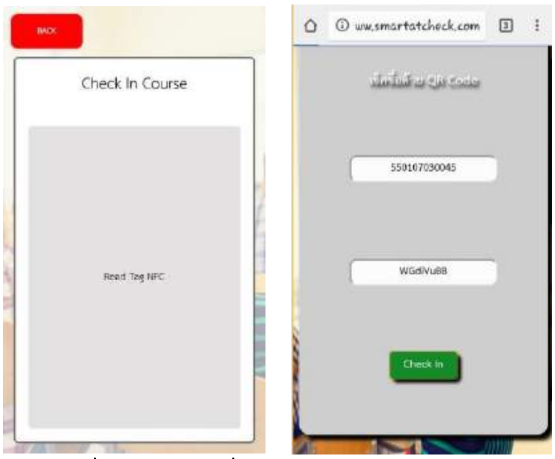
หน้าหลักสำหรับจัดการและดูข้อมูลของรายวิชา กลุ่มเรียน และรายชื่อนักศึกษา รวมถึงสามารถเข้าไปดูรายชื่อคนที่เช็คชื่อประจำวันได้ด้วย

4.2 ส่วนในการดูข้อมูลการเข้าชั้นเรียน

รูปที่ 9 หน้าจอสำหรับให้นักศึกษาดูข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของตัวเอง

หน้าจอสำหรับให้นักศึกษาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ด้วยตัวเองรวมถึงสามารถเข้าร่วมรายวิชาได้จากหน้านี้

4.3 ส่วนของการเช็คชื่อ



รูปที่ 10 หน้าจอเช็คชื่อด้วย Tag NFC และ QR Code

ตัวอย่างหน้าจอที่ใช้สำหรับเช็คชื่อเข้าชั้นเรียนโดยการอ่าน Tag NFC หรือ QR Code สำหรับและทำการตรวจสอบและบันทึกข้อมูล

รูปที่ 11 หน้าจอแจ้งเตือนหมดสิทธิ์สอบ

ตัวอย่างหน้าจอการแจ้งเตือนสำหรับนักศึกษาที่ขาดเรียนจนใกล้หมดสิทธิ์สอบ หรือหมดสิทธิ์สอบ

5. สรุป

ระบบนี้แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ส่วน คือ อาจารย์, นักศึกษา ผลการดำเนินงานเป็นไปตามแผนงานที่ได้วางไว้ ผลการดำเนินงานเป็นที่น่าพอใจ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเว็บไซต์ได้จากคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตผ่านบราวเซอร์ต่างๆโดยที่อยู่ที่ใช้เข้าถึงได้คือ www.smartatcheck.com

เอกสารอ้างอิง

[1] NFC Tools สืบค้นจาก: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wakdev.wdnfc&hl=th [1 กุมภาพันธ์ 2560]

[2] NFC Easy Connect สืบค้นจาก: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sony.easyconnect&hl=th [1 กุมภาพันธ์ 2560]

[3] QR Code สืบค้นจาก: https://www.marketingoops.com/news/tech-update/what-is-qr-code/ [1 กุมภาพันธ์ 2560]

[4] NFC สืบค้นจาก: https://tech.mthai.com/mobile-tablet/24218.html [1 กุมภาพันธ์ 2560]

[5] QR Reader สืบค้นจาก: https://play.google.com/store/apps/details?id=me.scan.android.client&hl=th [1 กุมภาพันธ์ 2560]

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)

Management System and Reporting of Patients with RFID Technology Through the Internet of Thing(IoT).

ยศินทร์ ชิวปรีชา , กมล บุญล้อม, อธิคม ศิริ, เสกสรรค์ วินยางค์กูล
ศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ถนน พหลโยธิน อ. เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776395 ต่อ 111 E-mail: **yasin.chi@crru.ac.th**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้นมีการเข้าและออกเป็นจำนวนมากและในห้องพักฟื้นแผนกอุบัติเหตุนั้นผู้ป่วยจะทำการเข้าและออกในแต่ละวันอยู่ตลอดเวลาทำให้การเก็บข้อมูลรูปแบบเดิมโดยการจดบันทึกเป็นไปด้วยความยากลำบากดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) เป็นระบบที่ช่วยแก้ปัญหาของการเก็บข้อมูลผู้ป่วยและสามารถแสดงข้อมูลของผู้ป่วยโดยใช้เทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์โดยระบบจะประกอบไปด้วยเว็บแอปพลิเคชันที่มีไว้จัดการข้อมูลของผู้ป่วยและข้อมูลการรักษา เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี และ Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีเอาไว้สำหรับสวมใส่ให้กับผู้ป่วยโดยจะทำการแจ้งข้อมูลผู้ป่วยผ่านทางหน้าจอมอนิเตอร์ที่ติดตั้งไว้กับเตียงผู้ป่วย ด้วย Raspberry PI จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์และระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยพบว่าสามารถแจ้งข้อมูลผู้ป่วยที่มีความถูกต้องในระหว่างการรักษา โดยทำการทดลองระยะในการอ่านของเครื่องอ่าน Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีจากการทดลองพบว่าระยะในการอ่านที่ดีที่สุดคือ 3.75 เซนติเมตรส่วนการทดลองความถูกต้องของข้อมูลคิดเป็น 98 เปอร์เซ็นต์และมีการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.32 สามารถประยุกต์ใช้งานการแจ้งข้อมูลในด้านอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: การจัดการข้อมูล, ระบบแจ้งข้อมูล, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

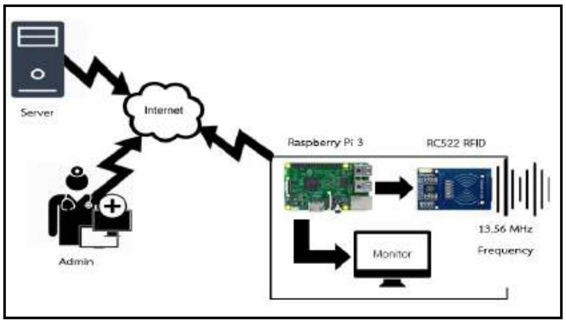
Abstract

Currently, patients in the hospital are in and out a lot, and in the recovery room accident, then the patient will perform in and out each day, constantly makes data storage format by taking note of possible with great difficulty, so researchers thought of management and notification of creditors. Patient information with RFID over the Internet of things (IoT) is a system that solves the problem of storing patient information and patient information can be displayed by using RFID technology, introduced by the system consists of the Web application that manages the patient's data and information. Transmission treatment RFID reader and Tag wristband RFID for wear, with the patient by patient information via the monitor that is installed with the patient's bed. Raspberry with PI performance trials of the device, and data management and inform the patients found that can inform patients during treatment. By experimenting with a range of wristband Tag reader RFID trial found that the reading distance is best 3.75 cm section of experimental accuracy of information representing 98 percent and has been surveys of satisfied users the system user satisfaction level average 4.32. applications with other information in the future.

Keywords: Data Management, information system, Internet of Thing

1. บทนำ

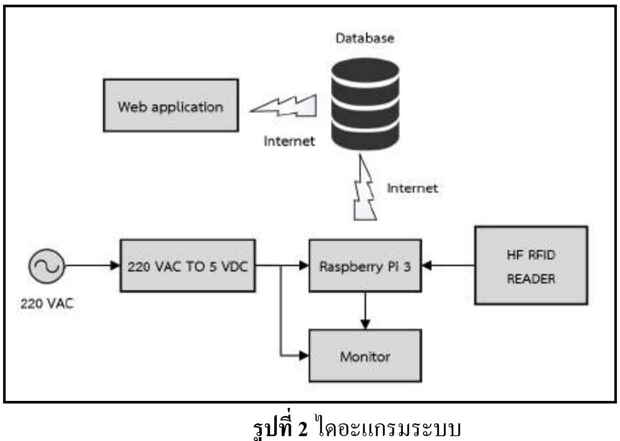
ปัจจุบันปัญหาการจัดการข้อมูลของผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้นยังเป็นรูปแบบการจดบันทึกประจำวันลงสมุดบันทึก และในการเข้าออกของผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาซึ่งจะทำให้



รูปที่ 1 ระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วย

เกิดความยุ่งยากและความผิดพลาดในการจัดการข้อมูลผู้ป่วย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือย้ายตำแหน่งเตียงของผู้ป่วยก็จะยิ่งทำให้เกิดโอกาสที่ข้อมูลจะเกิดความผิดพลาดมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจาก โดยปกติทั่วไปพยาบาลจะทำการเปลี่ยนผลัดเข้าเวรประจำวันและจะทำการดูบันทึกจากสมุดบันทึกประจำวันหากมีการเปลี่ยนที่อยู่หรือตำแหน่งของเตียงผู้ป่วยจะทำให้เกิดความสับสนและผิดพลาดได้ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงทำการออกแบบระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1 รูปแบบการทำงานของระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) เริ่มจากเมื่อพยาบาลทำหน้าที่เก็บข้อมูลของผู้ป่วย เช่น ประวัติของผู้ป่วย อายุ เพศ ชื่อ นามสกุล แพทย์ผู้ทำการรักษา อาหารที่ต้องทานยารักษาโรคประจำตัว อุณหภูมิประจำวัน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้มีความจำเป็นต่อผู้ป่วยที่เข้ามาทำการรักษามาก จึงมีความสำคัญและสามารถต้องเรียกดูได้ตลอดเวลา จากนั้นพยาบาลจะทำการกรอกข้อมูลประจำวันที่ได้บันทึกลงในโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชั่นและจะถูกบันทึกลงระบบฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) และองค์ประกอบของระบบที่ฝั่งเตียงผู้ป่วยจะมีอุปกรณ์ แสดงข้อมูล เป็นหน้าจอมอนิเตอร์สำหรับแสดงข้อมูลผู้ป่วยและเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี RC522 วงจรอ่าน ติดตั้งไว้ที่ด้านข้างเตียงของผู้ป่วย และในตัวผู้ป่วยจะถูกติดตั้ง Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดี บนข้อมือของผู้ป่วย และเมื่อแพทย์หรือพยาบาลต้องการทราบข้อมูลประจำวันและประวัติของผู้ป่วยก็สามารถนำ Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดี ทำการอ่านกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี RC522 ระบบจะแสดงข้อมูลของผู้ป่วยแสดงขึ้นบนจอมอนิเตอร์ ขนาด 7นิ้ว

2. ทฤษฎีและหลักการทำงาน



รูปที่ 2 ไดอะแกรมระบบ

เมื่อทำการเริ่มโปรแกรมระบบจะทำการรับ ID โดยใช้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีอ่าน ID จาก Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีแล้วทำการส่ง ID ไปที่ระบบฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์เพื่อมาทำการตรวจสอบหาข้อมูลของผู้ป่วยถ้ามีข้อมูลจะทำการแสดงข้อมูลของผู้ป่วยผ่านทางจอมอนิเตอร์ ถ้าไม่มีจะทำการแสดงข้อความ ID ยังไม่ได้ถูกลงทะเบียนผ่านทางจอมอนิเตอร์และจบการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 แผนผังการทำงานระบบ

หลักการทำงานของระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) ดังแสดงในรูปที่ 2 การทำงานของระบบประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆในการทำงานดังนี้ ทำการอ่าน Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี RC522 โดยใช้เทคโนโลยี RFID ทำงานที่ย่านความถี่ HF 13.56 MHz จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงานและสายอากาศของป้าย ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังป้ายผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเมื่อไมโครชิพได้รับพลังงานก็จะทำงานตามที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยเครื่องอ่านจะรับรู้ได้จากสนามแม่เหล็กที่ส่งมาจากป้าย จากหลักการทำงานแบบคู่ควบเหนี่ยวนำ [1] และทำการส่งข้อมูลไปยัง Raspberry Pi 3 ด้วยการเชื่อมต่อแบบ (SPI Interface) ซึ่งเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่าน (Python IDE) เมื่อ Raspberry Pi 3 ได้รับ ID จากเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะทำการส่ง ID ไปยังระบบฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์เพื่อตรวจสอบหาข้อมูลของผู้ป่วยและนำข้อมูลของผู้ป่วยมาแสดงผ่านทางจอมอนิเตอร์โดยส่งผ่านทางอินเทอร์เน็ตที่ย่านความถี่ 2.4 GHz (Wi-Fi) รับส่งข้อมูลโปรโตคอลแบบ TCP/IP สามารถสั่งงานควบคุมใช้งาน

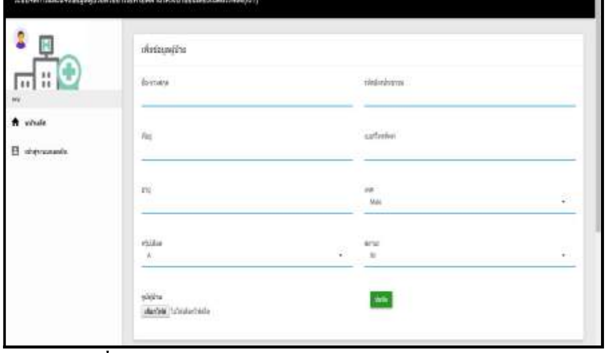
อุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [2] โดยระบบฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์ได้ใช้ MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์ [3] ซึ่งมีการจัดการข้อมูลผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชั่นโดยใช้ Laravel PHP Framework มาทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นโดยใช้หลักการทำงานแบบ Model-View-Controller (MVC) เป็นสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (software architecture) ที่มีการแบ่งแยกระบบออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้ ส่วนที่ทำงานติดต่อกับ Database จัดการข้อมูลเข้า-ออก เพื่อนำไปประมวลผล (Data model) ส่วนของการแสดงผลทาง Web browser อยู่ในรูปแบบของ HTML ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาจาก Model มาแสดงผล และส่วนของการประมวลผลหลักติดต่อกับ Web browser (user action) เพื่อส่งต่อให้ Model หรือ View ทำงานต่อไป [4]

3. วิธีการทดลองและกระบวนการทำงานของระบบ

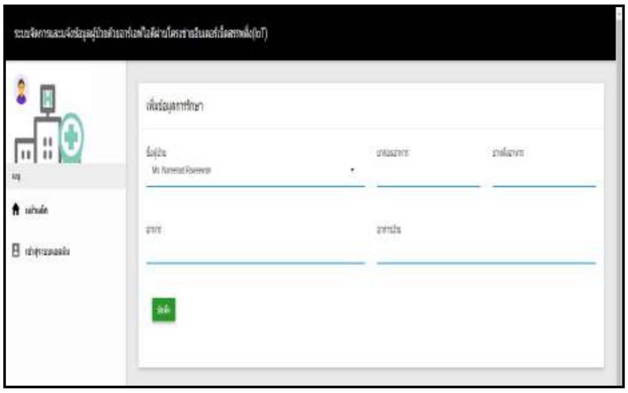
กระบวนการทำงานของระบบเริ่มต้นจากการติดตั้งอุปกรณ์ทำการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณเตียงของผู้ป่วย ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์บริเวณเตียงผู้ป่วย

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่เตียงผู้ป่วยเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่พยาบาลจะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลการรักษาผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นเพื่อบันทึกลงบนระบบฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่6



รูปที่ 5 หน้าเว็บแอปพลิเคชั่นส่วนบันทึกข้อมูลของผู้ป่วย



รูปที่ 6 หน้าเว็บไซต์ส่วนบันทึกข้อมูลการรักษาของผู้ป่วย

หลังจากทำการบันทึกข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลการรักษาเรียบร้อยแล้ว ผู้ป่วยที่มี Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีทำการสแกนที่เครื่องอ่าน เครื่องอ่านจะทำหน้าที่ส่ง ID ที่ได้จาก Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีของผู้ป่วยไปยังระบบฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบ ID ให้ตรงกับผู้ป่วยแล้วทำการแจ้งข้อมูลของผู้ป่วยและข้อมูลการรักษา ในช่วงเวลาที่แพทย์ทำการตรวจหรือมาทำการรักษาผู้ป่วย แพทย์จะสามารถตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 หน้าจอมอนิเตอร์แจ้งข้อมูลของผู้ป่วยและข้อมูลการรักษา

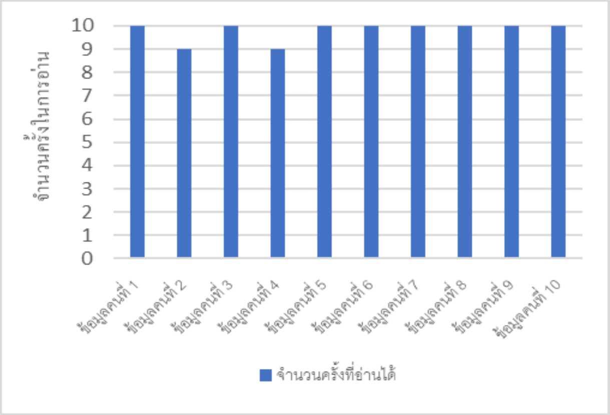
4. ผลการทดลอง

วิธีการทดลองของระแบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง(IoT) ทำการทดลองระยะในการอ่านค่า ID จาก Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี RC522 10 ครั้ง โดยวัดในระยะ 1 – 4.5 เซนติเมตร จากการทดลองระยะในการอ่านของเครื่องพอว่าได้ค่าเฉลี่ย ได้จากสมการที่ 1 และได้ค่าเฉลี่ยจากการทดลองเท่ากับ 3.75 เซนติเมตร เป็นระยะที่ดีที่สุดในการอ่าน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดลองระยะที่อ่านได้

การทดลอง (ครั้งที่)	**ระยะที่อ่านได้ (เซนติเมตร)**
1	3.5
2	3.8
3	3.7
4	3.8
5	3.9
6	3.6
7	3.9
8	3.7
9	3.8
10	3.8

จากการทดลองความถูกต้องของข้อมูลแต่ละครั้งในการอ่านค่า ID จาก Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดี โดยมีข้อมูลของผู้ป่วยอยู่ 10 คนและทำการอ่านค่าคนละ 10 ครั้งรวมเป็น 100 ครั้งซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูล 98 เปอร์เซ็นต์และมีค่าความผิดพลาดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 จำนวนการทดลองความถูกต้องของข้อมูล

จากการทำการทดสอบให้นักศึกษาพยาบาลจากวิทยาลัยเชียงราย 40 คนและเจ้าหน้าที่ของศูนย์สุขภาพ 10 คนทำการให้ใช้งานระบบ พบว่าระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งของ(IoT) อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.32 ดังแสดงในตารางที่ 2

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ} = \frac{E}{S} x100 \qquad (1)$$

S = จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

E = ระยะที่อ่านได้รวม

ตารางที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ					
รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5 มากที่สุด	**4 มาก**	**3 ปานกลาง**	**2 น้อย**	**1 น้อยที่สุด**
1.ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	16	14	20	-	-
2.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	20	26	4	-	-
3.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรตัวอักษรบนจอภาพ	21	25	4	-	-
4.ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	20	24	6	-	-
5.ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	27	21	2	-	-
6.ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	17	30	3	-	-
7.ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	22	16	12	-	-
8.การกำหนดรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ	28	17	5	-	-
9.การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบในแต่ละระดับ	22	24	4	-	-
10.การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	19	28	3	-	-
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.32					
แปลผล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก					

5. สรุป

จากการทดลองระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง(IoT) ในระยะการอ่านของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี 3.75 เซนติเมตร สามารถได้ระยะการอ่าน Tag สายรัดข้อมืออาร์เอฟไอดีที่ดีที่สุดจากการทดสอบและเหมาะสมต่อการติดตั้ง และจากการทดลองความถูกต้องของข้อมูลผู้ป่วยในการอ่านค่าซึ่งมีความถูกต้องของข้อมูลคิดเป็น 98 เปอร์เซ็นต์ ระบบจัดการและแจ้งข้อมูลผู้ป่วยด้วยอาร์เอฟไอดีผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง(IoT) นี้จะช่วยอำนวยความสะดวกและเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานระบบทั้ง แพทย์และพยาบาล จะช่วยลดความยุ่งยากในการจัดการเอกสารข้อมูลของผู้ป่วยจากการสำรวจการทดลองการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย นี้สำเร็จลุล่วงได้ ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รหัสโครงการ 663807 ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] วิไลลักษณ์. การทำงานของระบบ RFID. http://rfid-datacom.blogspot.com/2008/09/rfid_2832.html. (10 กุมภาพันธ์ 2561)

[2] NECTEC ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. เทคโนโลยี IoT . https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html. (10 กุมพาพันธ์ 2561)

ระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)

A Data Recording system for Medical Durable Articles Using Long Length RFID Technology through Internet of thing (IoT).

นัทธพงศ์ ยาวิชัย ,กมล บุญล้อม, อธิคม ศิริ, เสกสรรค์ วินยางค์กูล
ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ถนน พหลโยธิน อ. เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776395 ต่อ 111 E-mail: nutapong20916@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาการสูญหายและการติดตามครุภัณฑ์ในโรงพยาบาลเกิดความล่าช้าในการตามหาครุภัณฑ์เพื่อใช้งานในเวลาเร่งด่วน ระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการสูญหายของครุภัณฑ์ทางการแพทย์ เพื่อลดระยะเวลาในการติดตามครุภัณฑ์ทางการแพทย์ ในบทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยระบบประกอบด้วยเว็บไซต์ในการจัดการข้อมูลครุภัณฑ์ เครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี บัตรอาร์เอฟไอดีสำหรับติดกับครุภัณฑ์ทางการแพทย์ จากการออกแบบและทดลองระบบพบว่าสามารถช่วยลดการสูญหายและลดเวลาในการตามหาครุภัณฑ์ทางการแพทย์ โดยทำการทดลองระยะในการอ่านของเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีและทดลองหาอัตราเร็วในการอ่านบัตร จากการทดลองพบว่าระยะในการอ่านของเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีในระยะความสูง 2 เมตร และอัตราเร็วในการเข็นผ่านเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีไม่ควรเกิน 0.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการอ่านบัตรและมีความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: อาร์เอฟไอดี, ระบบติดตาม, ครุภัณฑ์ทางการแพทย์

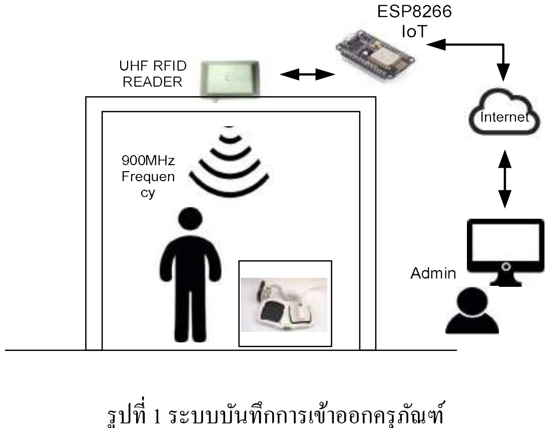
Abstract

A Data Recording system for Medical Durable Articles Using Long Length RFID Technology through Internet of thing (IoT) is designed to solve the problem of the loss of medical supplies. To reduce the time to track medical supplies. This article introduces the use of Internet technology (IoT) to use with RFID technology. The system consists of a web site to manage the data. RFID Card Reader RFID tags for attaching to medical supplies. The design and experimental system was found to help reduce the loss and reduce the time needed to find medical supplies. The RFID reader reads the readout period and reads the card reading speed. The experiments showed that the reading distance of the RFID card reader and the passing speed should not exceed 0.8 meters per second. The accuracy of card reading and data recording is 100 percent.

Keywords: RFID, Tracking system, Medical device

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการสูญหายและการติดตามครุภัณฑ์ในโรงพยาบาลในประเทศไทยเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เช่น ความต้องการใช้งานครุภัณฑ์ในเวลาเร่งด่วนแต่ต้องทำการค้นหาเนื่องจากมีการนำครุภัณฑ์ทางการแพทย์ไปใช้งานแล้วไม่นำกลับมาเก็บที่ตำแหน่งเดิมทำให้เกิดปัญหาการสูญหายของครุภัณฑ์และความล่าช้าในการติดตามนำมาใช้งาน การแก้ปัญหาในเบื้องต้นได้มีการนำครุภัณฑ์มารวมไว้ที่ห้องเก็บและมีการจดบันทึกการใช้งานทางสมุดบันทึกซึ่งใช้แรงงานคนและระบบที่ยังไม่ดีพอทำให้ยังเกิดปัญหาการสูญหายของครุภัณฑ์

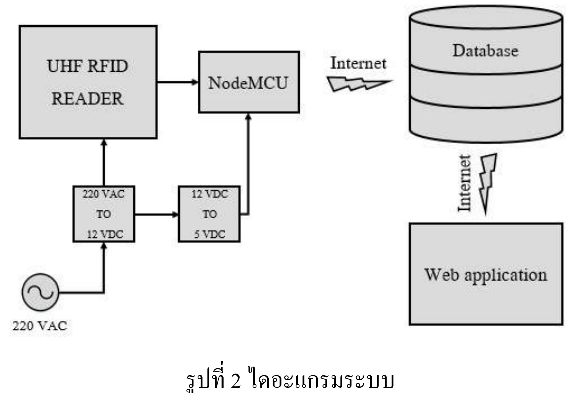


รูปที่ 1 ระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์

งานวิจัยเกี่ยวกับระบบจัดการและระบบควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในปัจจุบันมีมากขึ้น เช่น การแสดงตัวตนและระบุตำแหน่งรถไฟฟ้าโดยใช้อาร์เอฟไอดี [1] การประยุกต์ใช้ อาร์เอฟไอดีกับการควบคุมยานพาหนะเข้า-ออก กรณีศึกษาโรงเรียนจ่าอากาศ [2] การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในงานห้องสมุด [3] การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสำหรับติดตามข้อมูลสุนัขจรจัดในมหาวิทยาลัย [4] ซึ่งมีงานวิจัยได้พูดถึงข้อดีข้อจำกัดของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีข้อได้เปรียบและเหมาะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีบาร์โค้ด เช่นระบบบัตรแท็คอาร์เอฟไอดีสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้แต่ระบบบาร์โค้ดไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้จึงทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่าระบบบาร์โค้ด และระบบอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้ สามารถอ่านที่ข้อมูลได้ไกลได้พร้อมกันหลายข้อมูลมากกว่าระบบบาร์โค้ด ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) เพื่อทำการแก้ปัญหาดังกล่าวและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบด้วยการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีระยะไกลมาทำการติดตั้งและทำการเก็บข้อมูลการนำครุภัณฑ์เข้าและออกจากห้องเก็บครุภัณฑ์และทำการเชื่อมต่อระบบผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) และส่งข้อมูลไปเก็บยังเซิฟเวอร์เพื่อทำการบันทึกเวลาการเข้าและออกของครุภัณฑ์ทำให้สามารถบอกถึงตำแหน่งที่อยู่ของครุภัณฑ์ แผนก เวลาเข้าออก ทำให้ง่ายต่อการติดตามและป้องกันการสูญหายของครุภัณฑ์

2. ทฤษฎีและหลักการทำงาน



รูปที่ 2 ไดอะแกรมระบบ

หลักการทำงานของระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) จากรูปที่ 2 การทำงานของระบบประกอบไปด้วยส่วนการทำงานดังนี้ อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีแบบระยะไกลใช้ความถี่สูงในการสื่อสารที่ความถี่ย่าน 900 เมกะเฮิรตซ์ ระยะการอ่าน 2 – 5 เมตรโดยอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีจะเชื่อมต่อผ่านสายมาตรฐาน RS232 ส่งข้อมูลแบบ UART ให้กับบอร์ดไมโครคอนโทนเลอร์ (Arduino Uno) และส่งข้อมูลแบบ TTL ให้กลับบอร์ดไมโคร-คอนโทนเลอร์ (NodeMCU) ที่มีโมดูลไวไฟ(ESP8266) ที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตที่ย่านความถี่ 2.4GHz (WiFi)ซึ่งเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรม (Arduino IDE) เมื่อได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีจะทำการส่งข้อมูลผ่านโพรโทคอลทีซีพี (TCP) ไปยัง ไปยังเซิฟเวอร์ที่มีระบบจัดการฐานข้อมูล(MySQL) และเว็บเซิฟเวอร์ ซึ่งมีระบบจัดการข้อมูลผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Laravel PHP Framework มาพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นในรูปแบบของสถาปัตยกรรมซอฟแวร์ (MVC) ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ส่วนของการติดต่อกับระบบฐานข้อมูล (Data model) ส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User interface) และส่วนของการประมวนผลหลัก (Control Logic) และสามารถตรวจสอบเวลาเข้าออกและสถานที่ของครุภัณฑ์ผ่านทางหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น

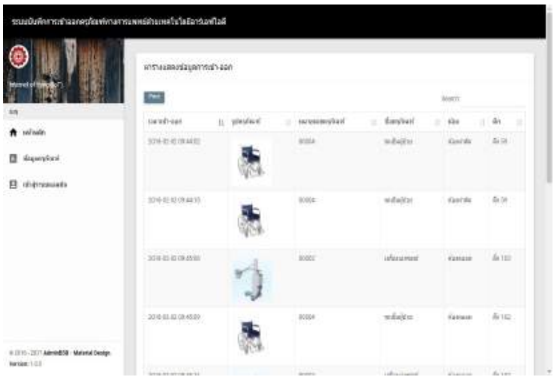
3. วิธีการดำเนินงานและการทดลอง

วิธีการดำเนินงานสามารถอธิบายการทำงานของระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)

รูปที่ 3 อุปกรณ์ระบบบันทึกเวลาเข้าออก

จากรูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของสิ่งประดิษฐ์จะเริ่มจาก นำTag RFID ย่าน UHF ที่ความถี่ 900MHz ทำการติดตั้งที่ครุภัณฑ์ในตำแหน่งด้านนอกเพื่อให้สามารถอ่านข้อมูลของครุภัณฑ์ได้ง่าย จากนั้นทำการนำครุภัณฑ์ทำการลงทะเบียนในระบบโดยโปรแกรมในระบบจะเป็นเว็บแอพพลิเคชั่น และมีฐานข้อมูลในระบบและทำการลงทะเบียนเพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล

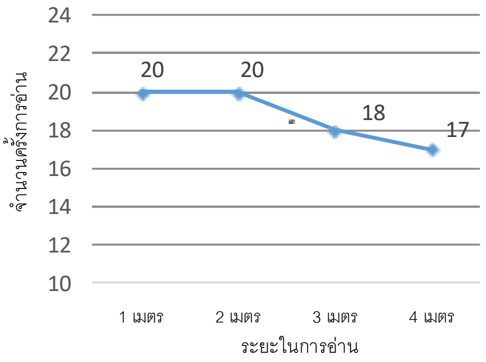
เพื่อให้ระบบสามารถรู้จำครุภัณฑ์ได้ เมื่อทำการลงทะเบียนครุภัณฑ์ในฐานข้อมูลเสร็จสิ้นและเริ่มการใช้งานระบบ โดยระบบจะติดตั้งอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีไว้ที่ตำแหน่งด้านบนของประตูทางเข้าออกของห้องเก็บครุภัณฑ์ และจะทำการส่งคลื่นความที่ย่าน 900MHz ตลอดเวลาเพื่อรอรับการอ่านข้อมูลจาก แท็กสติกเกอร์ในช่วงเวลาของการอ่านในทุก 200 มิลลิวินาที เมื่อมีการนำครุภัณฑ์เข้าออกผ่านจากประตูห้องครุภัณฑ์ระบบจะได้รับไอดีของครุภัณฑ์และทำการบันทึกค่าเวลาที่ครุภัณฑ์ชนิดนี้เข้าออก เมื่อทำการอ่านค่าไอดีของครุภัณฑ์ระบบจะส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ไปยังเซิฟเวอร์โดยบอร์ดไมโครคอนโทนเลอร์มีโมดูลไวไฟ (ESP8266) ทำการส่งข้อมูลและทำหน้าที่สั่งการ อุปกรณ์อ่านอาร์เอฟไอดี (UHF RFID READER) เพื่อควบคุมการอ่านข้อมูลของ อุปกรณ์อาร์เอฟไอดี ระบบสามารถบอกตำแหน่งล่าสุดที่ครุภัณฑ์อยู่ เมื่อมีการติดตั้งตัวอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีในแผนกต่างๆที่ครุภัณฑ์จะต้องนำไปใช้ซึ่งจะเอาค่าเวลาสุดท้ายที่ทำการอ่านได้และบอกแผนกที่ครุภัณฑ์อยู่ได้เพื่อง่ายต่อการติดตามผ่านหน้าเว็บไซต์ดังรูปที่ 4



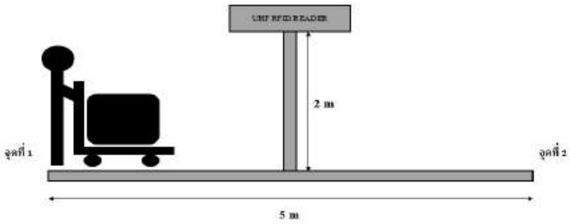
รูปที่ 4 เว็บแอพพลิเคชั่นระบบบันทึกข้อมูลครุภัณฑ์

ในการทดลองทำการติดตั้งอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีในระยะความสูงที่แตกต่างกัน การทดลองทำการติดตั้งอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีในระยะความสูงที่แตกต่างกัน โดยทำการทดลอง 20 ครั้งแล้วเปลี่ยนหาค่าระยะความสูงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอ่านของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีในระยะ 1 – 4 เมตรที่กำหนดซึ่งค่าระยะความสูงที่เหมาะสมสามารถดูได้ตามรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 ในการทดลองทำการติดตั้งอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีในการหาระยะความสูงที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งคือระยะ 1- 2 เมตรได้นำระยะความสูงในการอ่านมาทำการทดลองหาค่าความเร็วในการเข็นครุภัณฑ์ที่ติดแท็กสติกเกอร์ผ่านเครื่องอ่านบัตรโดยกำหนดระยะในการทดลองจากจุดแรกถึงจุดที่สองระยะทาง 5 เมตร และนำเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีไว้ในระยะ 2.5 เมตร ดังรูปที่ 6 ซึ่งหาความเร็วจากเวลาที่ทำการบันทึกดังตารางที่ 1 โดยใช้สมการที่ 1



รูปที่ 5 การทดลองระยะความสูงในการอ่านบัตร



รูปที่ 6 การทดลองหาความเร็ว

ตารางที่ 1 บันทึกเวลาการเข็นจากจุดแรกไปจุดที่สอง

	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)	การอ่าน (ครั้ง)
ช้ามาก	**8.33**	**0.6**	**20**
ช้า	**6.51**	**0.7**	**20**
ปกติ	**4.98**	**1**	**19**
เร็ว	**3.41**	**1.4**	**17**
เร็วมาก	**2.08**	**2.4**	**9**

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

เมื่อ

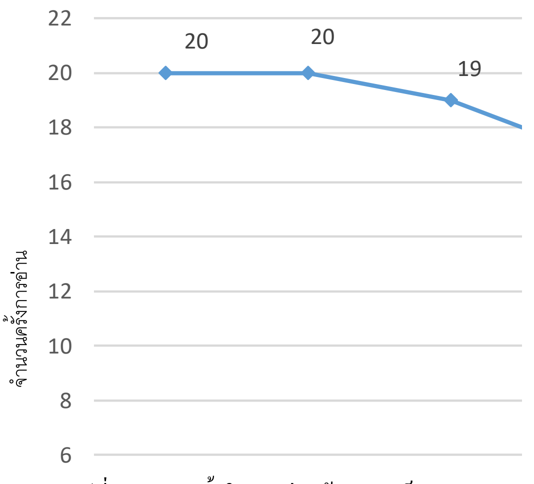
v คือ อัตราเร็ว หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

s คือ ระยะทาง หน่วยเป็น เมตร

t คือ เวลา หน่วยเป็น วินาที

4. ผลการทดลอง

วิธีการทดลองของระบบระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) ทดลองระยะทางในการอ่านบัตรของเครื่องอ่าน 20 ครั้ง ในระยะความสูงที่กำหนด 1 - 4 เมตร แสดงระยะในการอ่านบัตรที่ดีที่สุดและเหมาะสมสำหรับการติดตั้ง คือ 2 เมตร ผู้ทดลองได้นำระยะในการอ่านบัตรมาทำการทดลองความเร็วในการเข็นครุภัณฑ์ที่ติดแท็กสติกเกอร์ผ่านเครื่องอ่านบัตร โดยกำหนดระยะในการทดลอง 5 เมตร นำเครื่องอาร์เอฟไอดีไว้ในระยะ 2.5 เมตร ทำการทดสอบการเข็นผ่าน 20 รอบ ทำการจับเวลาในการเดินในระยะ 5 เมตร อัตราเร็วในการเข็นที่ได้ความเร็วในการเข็นช้ามาก 0.6 เมตรต่อวินาที ช้า 0.8 เมตรต่อวินาที ปกติ 1.0 เมตรต่อวินาที เร็ว 1.4 เมตรต่อวินาที เร็วมาก 2.4 เมตรต่อวินาที และจำนวนครั้งในการอ่านด้วยอัตราเร็วต่างๆดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 จำนวนครั้งในการอ่านด้วยอัตราเร็ว

จากรูปที่ 7 อัตราเร็วที่สามาตรอ่านได้ดีคือ การเข็นช้ามาก 0.6 และเข็นช้า 0.8 เมตรต่อวินาทีสามารถอ่านได้ 20 ครั้ง คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เข็นปกติ 1.0 เมตรต่อวินาที มีค่าผิดพลาด 1 ครั้ง คิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ เข็นเร็ว 1.4 เมตรต่อวินาทีวินาที มีค่าผิดพลาด 3 ครั้ง คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ เข่นเร็วมาก 2.4 เมตรต่อวินาที มีค่าผิดพลาด 11 ครั้ง คิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ ของการอ่าน

5. สรุปผลการทดลอง

ระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) ความถูกต้องในการบันทึกข้อมูลขึ้นอยู่กับการอ่านค่าของเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีซึ่งสามารถอ้างอิงได้จากการทดลองระยะการอ่านของเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี และการทดลองหาค่าความเร็วในการเข็นครุภัณฑ์ที่ติดแท็กสติกเกอร์ผ่านเครื่องอ่านบัตร จึงมีระยะความสูง 2 เมตร เป็นระยะการอ่านบัตรที่ดีที่สุดจากการทดสอบและเหมาะสมต่อการติดตั้ง และอัตราเร็วในการเข็น 0.6 และ 0.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่าระยะความสูงในการติดตั้งเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีที่เหมาะสมควรไม่เกิน 2 เมตรและอัตราเร็วในการเข็นครุภัณฑ์ผ่านเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีที่เหมาะสมควรไม่เกิน 0.8 เมตรต่อวินาที จึงทำให้มีค่าความแม่นยำในการอ่านบัตรและมีความถูกต้องในการบันทึกข้อมูล

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องระบบบันทึกการเข้าออกครุภัณฑ์ทางการแพทย์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี แบบระยะทางไกลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) นี้สำเร็จลุล่วงได้ ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รหัสโครงการ 663807 ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์.การแสดงตัวตนและระบุตำแหน่งรถไฟฟ้าโดยใช้ RFID. สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา

[2] เรืออากาศเอก รุ่งกิจ กมลกลาง. (2552). การประยุกต์ใช้ RFID กับการควบคุมยานพาหนะเข้า-ออก กรณีกรณีศึกษาโรงเรียนจ่าอากาศ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (บริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ) โครงการร่วมระหว่างคณะบริหารธุรกิจและสานักการศึกษาระบบสารสนเทศ สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์. กรุงเทพมหานคร

[3] สิรยาภรณ์ ผาลาวรรณ , สุรพล ฤทธิ์รวมทรัพย์. (2558). การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี RFID ในงานห้องสมุด. โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน). นครปฐม

[4] นพพล ชูศรี, ภัทรหทัย ณ ลำพูน. การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสำหรับติดตามข้อมูลสุนัขจรจัดในมหาวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)

An Oxygen Alarm System Inside the Hospital use Technology Internet of Things (IoT).

นรินทร ไชยชมภู, ภูริทัต โกเสนตอ , กมล บุญล้อม, อธิคม ศิริ, ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์, กฤตกรณ์ ศรีวันนา, ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง, เสกสรรค์ วินยางค์กูล
ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ถนน พหลโยธิน อ. เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776395 ต่อ 111 E-mail: jame3363@gmail.com, besdre007@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในโรงพยาบาล จะมีท่อส่งออกซิเจนซึ่งออกซิเจนจะถูกส่งไปยังห้องผู้ป่วยในแต่ละแผนก ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเดิมของโรงพยาบาลพบว่าการตรวจสอบแรงดันและความชื้นในท่อออกซิเจนมีผลต่อผู้ป่วยและเครื่องมือแพทย์อาจจะเกิด ตะกรัน หรือเกิดสนิม ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการผุพังและสร้างความเสียหายต่อครุภัณฑ์ทางการแพทย์ได้ ทางผู้วิจัยจึงได้สร้างระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)ซึ่งประกอบด้วย สวิตช์ความดันอากาศแบบดิจิตอล (Digital Pressure Switch) เป็นตัววัดแรงดันของออกซิเจนในท่อออกซิเจนทำการส่งค่าเอาต์พุตเป็นค่าลอจิก เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ (Humidity Sensor) เป็นโพรบที่อยู่ในท่อ เป็นตัววัดความชื้นให้ค่าเอาต์พุตเป็น อนาล็อก และใช้ เซ็นเซอร์ปรับปรุงคุณภาพแรงดัน (Pressure Regulator) ซึ่งเป็นตัวปรับการปล่อยแรงดันออกซิเจนเพื่อปรับแรงดันออกซิเจนให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยถูกเชื่อมต่อเข้ากับ ESP8266 ที่ พอร์ต Digital I/O เพื่อวัดค่าเพรสเชอร์ว่าอยู่ในระดับที่สูงหรือต่ำ และ Analog I/O ซึ่งวัดค่า Humidity สูงหรือต่ำ เมื่อทำการวัดค่าแล้วจะส่งข้อมูลไปยัง Serverโดยผ่าน TCP/IP Protocol ที่พอร์ต 80 และแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ที่อัปเดตสถานะแบบตลอดเวลา จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของระบบแจ้งเตือน สามารถบอกได้ว่ามีความเร็วในการแจ้งเตือนผ่านเว็บเบราว์เซอร์ มีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 วินาที มีระยะในการแจ้งเตือนสูงสุดเท่ากับ 12 เมตร ซึ่งสามารถนำไปประยุคใช้งานกับการแจ้งเตือนในระบบอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: สวิตช์ความดันอากาศแบบดิจิตอล, เซ็นเซอร์ปรับปรุงคุณภาพแรงดัน, เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ

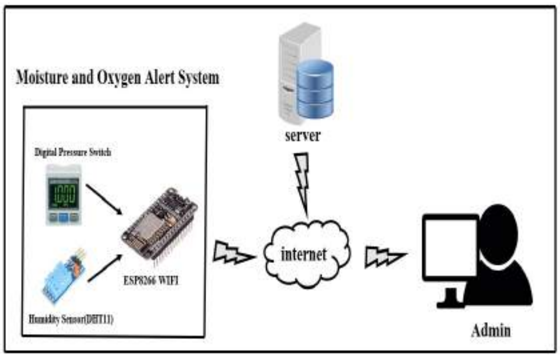
Abstract

In the hospital there will be an oxygen pipeline where the oxygen will be sent to the patient's room in each department the problems arising from the hospital's original system found that the pressure and humidity monitoring in the oxygen pipe affects the patient and the medical devices may have a slag or rust that causes damage to the medical device the researcher has created a humidity and oxygen pressure alert system within the hospital by using the technology Internet of thing (IOT), which consists of a digital pressure gauge is used to measure the oxygen pressure in an oxygen pipe , dempster sending the output as a logic sensor to measure humidity in the air,the probe in the duct is a humidifier, providing an analogue pressure, regulator output which regulates the oxygen pressure release. It is connected to the ESP8266 at the digital I / O port for high and low pressure readings and Analog I / O which measure high or low humidity. When measured, it sends data to the server via the TCP / IP protocol at port 80 and display the status of the notification via the server's updated real-time status. From performance results of the notification system Can be told that the speed of notification through the web server. The average is 3.59 seconds with a maximum notification distance of 12 meters, which can be used to alert other systems in the future.

Keywords: Digital Pressure Switch, Humidity Sensor, Pressure Regulator

1. บทนำ

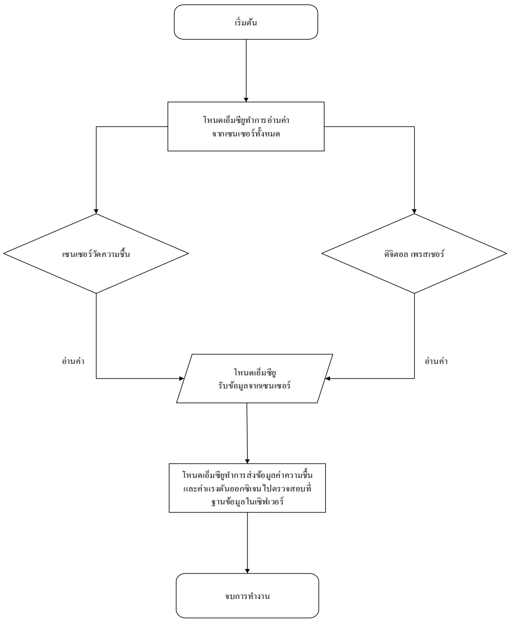
ปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นในในโรงพยาบาล จะมีท่อส่งออกซิเจนซึ่งออกซิเจนจะถูกส่งไปยังห้องผู้ป่วยในแต่ละแผนก ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเดิมของโรงพยาบาลพบว่าการตรวจสอบแรงดันและความชื้นในท่อออกซิเจนมีผลต่อผู้ป่วยและเครื่องมือแพทย์อาจจะเกิดตะกรัน หรือเกิดสนิม ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการผุพังและสร้างความเสียหายต่อครุภัณฑ์ทางการแพทย์ได้ ซึ่งในกรณีหากมีความชื้นมากอาจก่อให้เกิดปัญหาโรคปอดบวมกับตัวผู้ป่วยและหากมีแรงดันที่น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนกับผู้ป่วยได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยสร้างระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) เพื่อแก้ปัญหาในกรณีหากพบว่ามีแรงดันที่น้อยหรือมีความชื้นที่สูง



รูปที่ 1 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

โดยระบบประกอบไปด้วย ตัววัดแรงดันของออกซิเจนในท่อออกซิเจนทำการส่งค่าเอาต์พุตเป็นค่าลอจิก เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ เป็นโพรบที่อยู่ในท่อ เป็นตัววัดความชื้นให้ค่าเอาต์พุตเป็นเซ็นเซอร์ปรับปรุงคุณภาพแรงดัน (Pressure Regulator) ซึ่งเป็นตัวปรับการปล่อยแรงดันออกซิเจนเพื่อปรับแรงดันออกซิเจนให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยถูกเชื่อมต่อเข้ากับ ESP8266 ที่ พอร์ต Digital I/O เพื่อวัดค่าเพรสเชอร์ว่าอยู่ในระดับที่สูงหรือต่ำ และ Analog I/O ซึ่งวัดค่า Humidity สูงหรือต่ำ เมื่อทำการวัดค่าแล้วจะส่งข้อมูลไปยัง Serverโดยผ่าน TCP/IP Protocol ที่พอร์ต 81 และแสดงผลการแจ้งเตือนผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์

2. ทฤษฎีและหลักการทำงาน

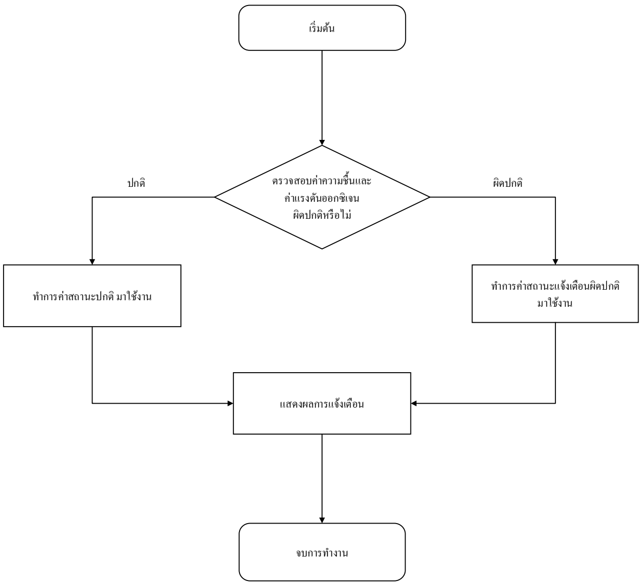


รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของ ESP8266

จากรูปที่ 2 ESP8266 ทำการอ่านค่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ (Humidity Sensor) และดิจิตอล เพรสเชอร์เพื่อทำการตรวจสอบความผิดปกติ ดังนี้

1. เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ (Humidity Sensor) [2] ซึ่งเป็นความชื้นสัมพัทธ์ เพื่ออ่านค่าความชื้น จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยัง ESP8266

2. สวิตช์ความดันอากาศแบบดิจิตอล (Digital Pressure Switch) [3] ทำหน้าที่วัดแรงดันออกซิเจน ซึ่งได้ค่าเอาต์พุตเป็นค่าลอจิก จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยัง ESP8266 เมื่อ ESP8266 รับค่าจากเซ็นเซอร์ทั้งสองเสร็จ ESP8266 ทำการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์(Server)ผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [4]

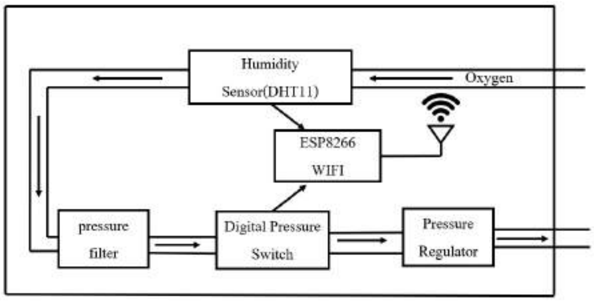


รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของเซิร์ฟเวอร์(Server)

จากรูปที่ 3 แผนผังการทำงานของของเซิร์ฟเวอร์เริ่มต้นจากการรับข้อมูลจากโมดูล (ESP8266) มาเก็บไว้ในฐานข้อมูล [4] โดยเครื่องมือที่ทำการติดตั้งด้วยคือ Laravel และ Xampp ใช้จำลองเป็น Server และใช้ภาษา MySQL [5] ทำเป็นระบบฐานข้อมูล จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลว่าค่าความชื้นและค่าแรงดันออกซิเจนผิดปกติหรือไม่ถ้าเกิดการผิดปกติเซิร์ฟเวอร์ทำการแจ้งเตือนสถานะที่หน้าเว็บเบราว์เซอร์

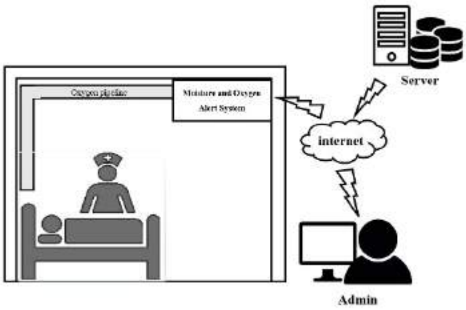
3. กระบวนการทำงานของระบบ

วิธีการดำเนินงานสามารถอธิบายการทำงานของระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง(IoT)



รูปที่ 4 ไดอะแกรมฮาร์ดแวร์ของระบบ

จากรูปที่ 4 การทำงานของฮาร์ดแวร์ระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาล ดังนี้ปล่อยออกซิเจนผ่านท่อวัดความชื้น โดยใช้เซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ DHT11 (Humidity Sensor) เพื่ออ่านค่าความชื้นในออกซิเจนและใช้โมดูล ESP8266 เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์เมื่อออกซิเจนไหลผ่านท่อวัดความชื้นจะเข้าสู่ Pressure Filter ซึ่งทำหน้าที่ดักความชื้นหรือน้ำในออกซิเจนหลังจากนั้นออกซิเจนไหลผ่านสวิตช์ความดันอากาศแบบดิจิตอล (Digital Pressure Switch) ทำหน้าที่วัดแรงดันออกซิเจนโดยใช้ ESP8266 เป็นตัวกลางในการประมวลผลและส่งค่าข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์และทำการควบคุมแรงดัน (Pressure Regulator) เพื่อควบคุมแรงดันออกซิเจนให้อยู่ในค่าปกติ

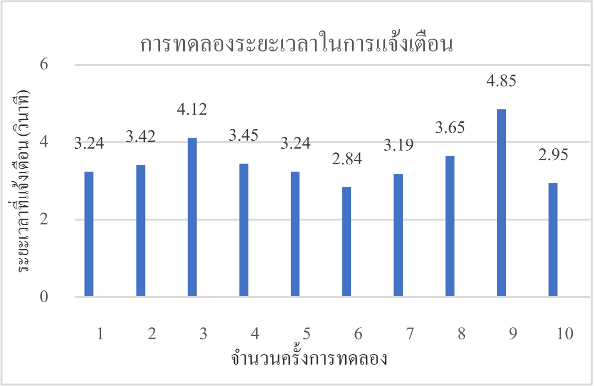


รูปที่ 5 ไดอะแกรมซอร์ฟแวร์ของระบบ

จากรูปที่ 5 ทำการติดตั้งอุปกรณ์กับท่อออกซิเจนในห้องที่มีการใช้ออกซิเจนของโรงพยาบาล เพื่อที่จะอ่านค่าความชื้นและแรงดันออกซิเจนของแต่ละห้องได้ง่ายต่อการตรวจสอบและแจ้งเตือนจากนั้นทำการลงทะเบียน ห้อง อาคาร และอุปกรณ์ในระบบ โดยโปรแกรมในระบบจะเป็น Web server ที่เขียนด้วย Web Programming และมีฐานข้อมูลในระบบแล้วทำการลงทะเบียนเพื่อเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลให้ระบบสามารถรู้อาคารและห้องได้ เมื่อทำการลงทะเบียนอุปกรณ์ในฐานข้อมูลเสร็จสิ้นและเริ่มการใช้งานระบบ เซ็นเซอร์วัดความชื้น (DHT11) และสวิตช์แรงดันออกซิเจน (Pressure Switch) ทำการอ่านค่าโดยใช้โมดูล ESP8266 รับค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์จารนั้นทำการส่งค่าความชื้นและแรงดันออกซิเจนผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการตรวจสอบค่าความชื้นและแรงดันออกซิเจนปกติของความชื้นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 61%Rh ถึง 100%Rh และค่าแรงดันออกซิเจนปกติอยู่ในช่วง 2.00 Bar ถึง 3.00 Bar ถ้าค่าความชื้นและค่าแรงดันออกซิเจนอยู่ต่ำกว่าค่าปกติ เซิร์ฟเวอร์จะส่งการแจ้งเตือนผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่งไปยังหน้า เว็บเบราว์เซอร์ของ Admin

4. วิธีการทดลองและผลการทดลอง

วิธีการทดลองของระบบระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง (IoT) โดยการทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจน จำนวน 10 ครั้งโดยมีคาบความดันของระบบออกซิเจน 2-3 kn และความชื้น 61-100 % Rh จากผลการทดสอบเพื่อทำการลดแรงดันให้ต่ำกว่า 2 Bar และความชื้นที่น้อยกว่า 61 % Rh จะได้ผลการแจ้งเตือน



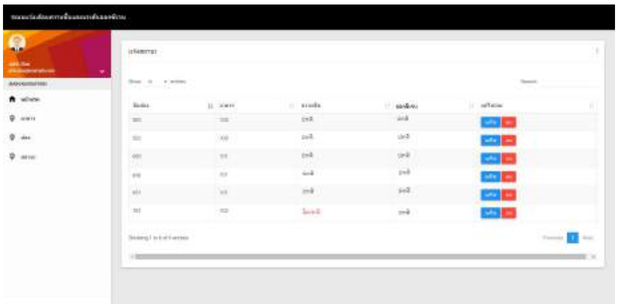
รูปที่ 6 การทดลองระยะเวลาในการแจ้งเตือน

จากรูปที่ 6 แสดงระยะเวลาในการแจ้งเตือนในแต่ละรอบ ผู้ทดลองได้นำระยะในการแจ้งเตือนในแต่ละครั้งมาทดลองความเร็วในการแจ้งเตือนไปยังหน้าเว็บไซต์ ทำการทดสอบ 10 รอบ โดยการจับเวลา

ตารางที่ 1 แสดงความสามารถในการส่งข้อมูลผิลพลาดในระยะทางต่างๆ

ระยะ (เมตร)	ข้อผิดพลาดของการส่งข้อมูล
2	ไม่ผิดพลาด
4	ไม่ผิดพลาด
6	ไม่ผิดพลาด
8	ไม่ผิดพลาด
10	ไม่ผิดพลาด
12	ไม่ผิดพลาด
14	ผิดพลาด
16	ผิดพลาด
18	ผิดพลาด
20	ผิดพลาด

จากตารางที่ 1 ได้ทำการลดลองระยะทางจากตัวระบบวัดความชื้นและแรงดันออกซิเจนส่งข้อมูลเข้าเซิร์ฟเวอร์ ระยะการส่งข้อมูลโดยไม่ผิดพลาดคือระยะ 1 - 12 เมตร จะเห็นได้ว่าในระยะที่มากกว่า 12 เมตร จะมีค่าความผิดพลาดในการส่งข้อมูล เนื่องจากใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเป็นตัวกลางในการปล่อย Wi-Fi ซึ่งมีระยะในการทำงาน 12 เมตร



รูปที่ 7 หน้าเว็บไซต์แจ้งเตือนระบบ

จากรูปที่ 7 คือหน้าเว็บไซต์แสดงผลข้อมูลที่ถูกส่งมาจากระบบ ถ้าระบบมีความผิดพลาดจะแจ้งเตือนเป็นสถานะอักษรสีแดง

รูปที่ 8 เครื่องวัดความชื้นและแรงดันออกซิเจน

จากที่รูปที่ 8 เป็นเครื่องวัดความชื้นและแรงดันออกซิเจนซึ่งจะต้องนำไปติดไว้ในแต่ละห้องที่มีท่อส่งออกซิเจนภายในอาคารโรงพยาบาลอย่างน้อย ห้องละ 1 เครื่อง

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตสรรพสิ่ง(IoT) ทดลองระยะเวลาการแจ้งเตือน 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 วินาที และระยะทางในการส่งข้อมูลโดยไม่ผิดพลาดจะอยู่ในช่วง 1-12 เมตร เป็นระยะที่ดีที่สุดจากการทดสอบและเหมาะสมต่อการติดตั้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องระบบแจ้งเตือนความชื้นและแรงดันออกซิเจนภายในโรงพยาบาลโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)สำเร็จลุล่วงได้ ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รหัสโครงการ 668366 ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

[1] การเก็บข้อมูลจาก NodeMCU Esp8266 ลงใน ฐานข้อมูล Database MySQL (Arduino to database). แหล่งที่มา:https://www.9arduino.com/article/46/การเก็บข้อมูล (5 กุมพภาพันธ์ 2560).

[2] Data sheet เกี่ยวกับ สวิตช์ความดันอากาศแบบดิจิตอล. SMC Global Contract Manufacturing แหล่งที่มา: http://www.smcthai.co.th/catalogue/zise30a-a.pdf (5 กุมภาพันธ์ 2560).

[3] DevBun. Internet Of Things (IoT) คืออะไร แหล่งที่มา : blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554 (5 กุมพภาพันธ์ 2560).

[4] ปิยะดนัย วิเคียน. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล. แหล่งที่มา:https://krupiyadanai.wordpress.com/2015/05/21/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยว/. (7 กุมภาพันธ์ 2560).

[5] Mindphp. xampp คือ. http://mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2637-xampp-คืออะไร.html. (7 กุมภาพันธ์ 2560).

การตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์โดยระบบคลาวด์

Real-Time Power Monitoring and Data Collection Based on Cloud System

พัฒน์พงษ์ อ่อนตา[1] รวิท ลิ้มตระกูล[1] ปกรณ์ เสรีเผ่าวงษ์[1] สุวรรณี ปันยศ[1] ณรงค์ เมตไตรพันธ์[1]
[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120 โทรศัพท์ 053-723979 E-mail: mettripun_n@hotmail.com, psereepulvong@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส โดยทำการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 4 สาย ที่พิกัดแรงดัน 230 V ความถี่ 50 Hz ซึ่งสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าโดยใช้เซ็นเซอร์ SCT-013 และเซ็นเซอร์ Single Phase Voltage เป็นตัวรับค่าแล้วส่งไปยังบอร์ดอาดูอิโน่เพื่อประมวลผล และส่งค่าพลังงานที่วัดได้ให้บอร์ด ราสเบอรี่ พาย ผ่านทางสาย USB Cable แล้วเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องและส่งต่อให้กับระบบคลาวด์เพื่อเก็บข้อมูล แล้วจากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงผลแบบเรียลไทม์มาในรูปแบบกราฟผ่านหน้าเว็บไซต์ ผลการทดสอบการทำงานของตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์โดยระบบคลาวด์ พบว่าเครื่องมือที่นำเสนอสามารถวัด รวมทั้งคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าได้แก่แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าได้ในระบบไฟฟ้า 3 เฟสได้ตามที่มีการกำหนดไว้ โดยมีความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 98.87 ในการวัดแรงดันไฟฟ้าและความแม่นยำอยู่ที่เฉลี่ยร้อยละ 94.61 ในการวัดกระแสไฟฟ้า

คำสำคัญ: Smart Grid, Internet of Thing, Real-Time Power Monitoring, Cloud System

Abstract

In this paper, we presents the design and development of a power meter that measures the electrical energy of a 3-phase, 4-wire system at 230 V, 50 Hz. The current and voltage consumption can be measured by SCT-013 and single phase voltage sensors. The measured data will be sent to Arduino board for processing. The processed data will be store into Rasberry Pi memory via USB cable and then it will later be sent to the cloud system. The data in the cloud system can be real-time represent in form of a line graph on a website. The experimental results showed that the proposed technique can measure the voltage and current consumption in the 3-phase electric power system at an accuracy of 98% and 94% respectively.

1. บทนำ

ปัจจุบันในศตวรรษที่ 20 นี้ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างก้าวหน้าหลากหลายซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเทคโนโลยีต่างๆต้องมีพลังงานเพื่อใช้เป็นตัวขับเคลื่อนการใช้งาน นั้นก็คือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีมากขึ้นเรื่อยๆตามเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นอย่างไม่จำกัด พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันในปัจจุบัน ได้มาจากการผลิตของโรงไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าถ่านหิน และยังมีการผลิตในรูปแบบอื่นๆ อนึ่งประเทศไทยพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้ผลิตมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจากเขื่อนและโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งจากที่กล่าวข้างต้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งสองมีทรัพยากรที่จำกัด และในภาคเหนือพึ่งพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าถ่านหินมากที่สุด[1] และมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีมากขึ้นเรื่อยๆอย่างไม่จำกัด

ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลการใช้งานไฟฟ้าสามเฟสร่วมกับระบบคลาวด์ที่นำเสนอนี้ ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูล กระแสและแรงดันไฟฟ้าให้กับชุดบอร์ดอาดูอิโน่ เพื่อนำไป หาค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไป โดยที่ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจะถูกส่งไปยังบอร์ดราสเบอรี่ พาย ที่ใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการเก็บข้อมูลและแสดงผลค่าที่ได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นโดยสามารถเปิดได้ทุกเบราว์เซอร์ โดยเครื่องมือที่นำเสนอนี้จะบันทึกค่าพลังงานด้วยหน่วยบันทึกข้อมูลภายในเครื่องฯ โดยจะทำการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในทุกๆ 5 วินาที และสามารถเรียกดูค่าพลังงานไฟฟ้าในภายหลังได้ ซึ่งผู้ใช้อาจนำค่าการใช้งานไฟฟ้าดังกล่าวไปวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมหรือแต่ละเฟสได้ โดยระบบจะถูกนำไปทดลองใช้สำรวจ และเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ณ ชั้น 4 อาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ในเบื้องต้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

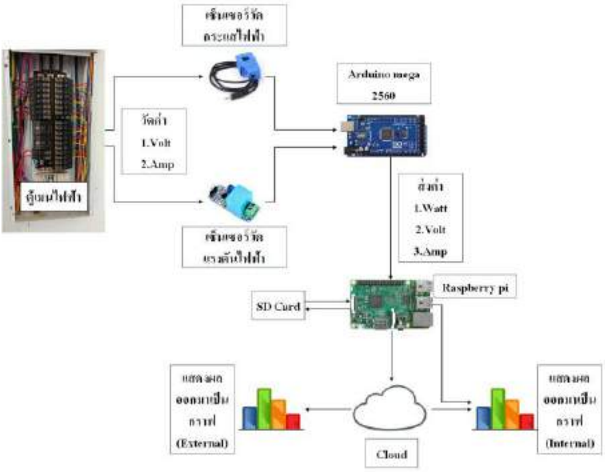
2.1 กรณีศึกษาการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแผงโซล่าเซลล์โดยสมาร์ทมิเตอร์[4] สร้างอุปกรณ์วัดค่ากระแส แรงดัน และจากแผงโซล่าเซลล์ เพื่อเป็นต้นแบบและขยายผลในการพัฒนาสาธิตการใช้โซล่าเซลล์เพื่อนำเทคโนโลยีระบบสื่อสาร ไร้สาย (Wireless) ในการส่งผ่านข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดวัดค่าพารามิเตอร์เซลล์ แสงอาทิตย์โดยส่งผ่านสัญญาณไร้สาย จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เป็นตัว ประมวลผลค่าของแรงดัน กระแส ที่รับเข้ามา แล้วส่งข้อมูลออกไปยัง Module X-Bee ซึ่งเป็นโมดูลที่ ส่งสัญญาณไร้สาย (Wireless) โดยจะติดอยู่กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในภาคส่งและในภาครับ ก็จะมี ModuleX-Bee เช่นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้รับ - ส่งข้อมูลระหว่างภาคส่งกับภาครับได้โดยส่งสัญญาณด้วยความถี่ 2.4 GHz ส่งข้อมูลในระยะไม่เกิน 100 เมตร และในด้านภาครับ Module X-Bee จะต่ออยู่กับบอร์ด Arduino Uno ซึ่งเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงระหว่างโมดูลกับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้แสดงผล

2.2 ระบบวัดและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย[5] โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อทำการศึกษา, สร้างเครื่องมือวัด และจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย เครื่องมือวัดนี้มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและส่งแบบไร้สาย 2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูลแบบไร้สาย และแสดงผล เครื่องมือนี้มีหลักการทำงานคือ ทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าแล้วส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับข้อมูลแบบไร้สาย จากนั้นนำข้อมูลไปหาค่าพลังงานแล้วแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ ข้อดีที่ได้จากเครื่องมือวัดนี้คือ ไม่ต้องมีการจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากเครื่องมือวัดนี้จะส่งข้อมูลและเก็บค่าที่ได้จากคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดทำเครื่องมือนี้คือ เครื่องมือนี้สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 255 วัตต์

2.3 ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร[6] เป็นการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร (Home Automation) ขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมตรวจสอบ และวางแผนการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้โดยง่ายโดยระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารจะถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะ หรือ สั่ง เปิด - ปิด หรือ ต้องโปรแกรมการเปิด - ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าตามความต้องการได้ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่น โดยผู้จัดทำจะออกแบบระบบให้ประกอบไปด้วย Master, Slave และ Web Server โดยผู้ใช้จะเข้ามาสั่งการควบคุมระบบผ่านทางทาง Web Application ที่ถูกติดตั้งอยู่บน Web server (Raspberry Pi) ซึ่ง Web server จะส่งต่อคา สั่งต่าง ๆ ไปให้ Master ที่จะทำหน้าที่ส่งต่อสัญญาณผ่านทาง WirelessNetwork ไปที่ Slave ที่จะถูกติดตั้งอยู่ที่สวิตซ์หรือปลั๊กของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำตามคำสั่งต่าง ๆ ที่ผู้ใช้สั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ซึ่งหากเป็นอุปกรณ์บางอย่างที่ต้องควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล เช่น เครื่องปรับอากาศ ก็จะมี Module พิเศษที่สามารถส่งสัญญาณแทนรีโมทได้ นี้จะช่วยให้ใช้สามารถควบคุมการใช้ไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือนได้อย่างง่ายดายและช่วยลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองได้อย่างมาก

2.4 ระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์[7] โครงงานระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและ ออกแบบการควบคุมการเปิด - ปิดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกต่อการ ดำรงชีวิตโดยผู้จัดทำได้ออกแบบการจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าในรูปแบบของหลอดไฟ 3 สถานีล่ะ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าการแจ้งสถานะ การทำงานตั้งเวลาในการควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าผ่านทาง Web Page ระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์นี้มีส่วนประกอบทั้งหมด 2 ส่วนคือ ส่วน ของ Software โดยส่วนของ ARM9[2] เป็นส่วนควบคุมการทำงานของ แบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยรับค่า สั่งในการควบคุมการทำงานมาจาก Access Point ผ่านมายัง Wireless USB ส่วน Software จะใช้ภาษาระดับสูงในการเขียนโปรแกรมควบคุมการ ทำงานของ ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยตัวโปรแกรมจะเก็บไว้ที่ Server เมื่อผู้ใช้จะทำการเข้าใช้ระบบ ระบบจะมีส่วนรักษาความปลอดภัยของระบบโดยให้ทำการ Login เมื่อ Login เสร็จเรียบร้อยจะเข้าสู่หน้า Web Page ที่ใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งการควบคุมการทำงานจะรับ ข้อมูลจาก ผู้ใช้ระบบควบคุมผ่านหน้า Web Page เมื่อรับข้อมูลแล้วระบบจะส่งค่า สั่งข้อมูลให้กับ Access Point คำสั่ง ตัวรับสัญญาณ Wireless USB แล้วก็จะทำการส่งคำสั่งข้อมูลผ่านไปยัง ARM9 เพื่อควบคุมการทำงานของ Relay ที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติ ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถเปิด - ปิดได้

3. วิธีการออกแบบและสร้างระบบที่นำเสนอ



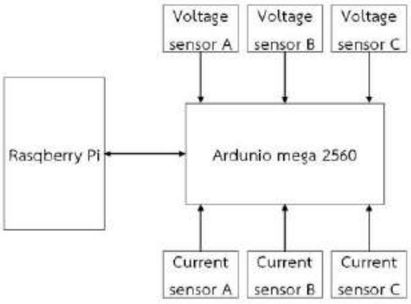
รูปที่ 1 ผังการออกแบบระบบที่นำเสนอ

3.1 ผังการออกแบบระบบที่นำเสนอ

รูปที่ 1 แสดงถึงผังการออกแบบโครงร่างของชุดอุปกรณ์การวัดและการส่งข้อมูลโดยการประกอบวงจรวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าเข้ากับอาดูอิโน่ ชุดวงจรจะใช้เซ็นเซอร์วัดกระแสขนาด 100A ลงไปเพื่อเป็นตัววัดกระแสไฟฟ้าแรงสูงร่วมกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันฟ้าขนาด 220 V เพื่อนำไปคำนวณหาค่าต่างๆ ได้แก่ค่ากำลังไฟฟ้า แรงดัน และกระแสไฟฟ้า แล้วส่งไปยังราสเบอรี่ พาย[3] ที่ใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการเก็บข้อมูลและแสดงผลค่าที่ได้ โดยการแสดงผลจะออกมาในรูปแบบของกราฟ เก็บข้อมูลที่วัดได้ลงฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ และการเขียนโปรแกรม อาดูอิโน่ IDE เพื่อควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์และการส่งของมูลแบบไร้สาย การเขียนโปรแกรมบน Python IDE จะเป็นการทำงานบนราสเบอรี่พาย ที่จะทำการแสดงผลและเก็บข้อมูล ส่วนการแสดงผลจะพัฒนาด้วยภาษา PHP เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชั่นสามารถเปิดได้ทุกเบราว์เซอร์ รวมถึงสามารถการเก็บข้อมูลให้มีความถูกต้องเที่ยงตรงมากที่สุด

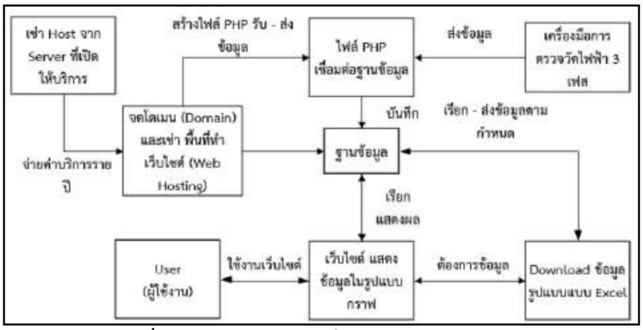
3.2 การออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Sensor อาดูอิโน่และราสเบอรี่ พาย

การทำงานจะเริ่มจากเลือก Mode จากการกด Keypad ส่วนของการทำงานจะถูกควบคุมโดยอาดูอิโน่จะสั่งการตาม Mode ที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นเซ็นเซอร์จะส่งค่าของการวัดต่างๆ และการทำงานไปยังอาดูอิโน่เพื่อแสดงผล Mode ที่หน้าจอ LCD หลังจากนั้น และค่าจากการวัดต่างๆ จะถูกส่งต่อไปยังราสเบอรี่ พาย เพื่อทำการเก็บค่าลงฐานข้อมูล พร้อมทั้งนำค่าที่ได้รับมาแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ โดยบล็อกไดอะแกรมการออกแบบแสดงไว้ใน รูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบบล็อกไดอะแกรมฮาร์ดแวร์เบื้องต้น

3.3 การออกแบบการบันทึกข้อมูลบนระบบคลาวด์



รูปที่ 3 การออกแบบการเชื่อมต่อระบบคลาวด์

จากรูปที่ 3 เป็นการออกแบบการเชื่อมต่อระบบคลาวด์เบื้องต้นโดยเช่าระบบจากผู้ให้บริการ จากนั้นทำการสร้างฐานข้อมูลสำหรับบันทึกไฟล์จากเครื่องมือวัด โดยเครื่องมือวัดจะส่งข้อมูลผ่านทาง ไฟล์ PHP ที่ทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลดังกล่าวไว้ ข้อมูลในฐานข้อมูลจะถูกเรียกออกมาแสดงผลโดยเว็บแอพพลิเคชั่น และผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลออกมาเป็น Excel ได้

4. ผลการทดลอง

4.1 การออกแบบการทดลอง

จากรูปที่ 4 เป็นการแสดงหลักการหาค่าจากเซ็นเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าเบื้องต้น โดยในการวัดจะใช้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต่างๆกันที่ 300 600 900 1200 1500 และ 1800 วัตต์ตามลำดับ และแต่ละกำลังไฟฟ้าที่ทดลองเราจะวัด 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง

รูปที่ 4 ภาพแสดงผังการหาค่าจากเซ็นเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าเบื้องต้น

4.2 ผลการทดลอง

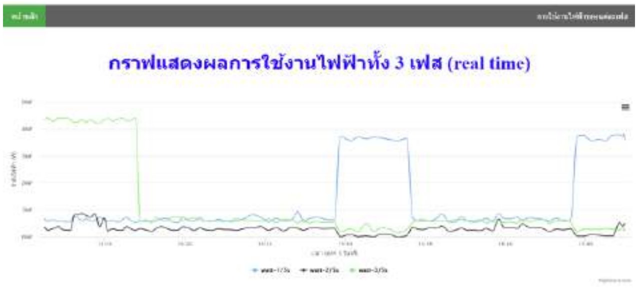
ตารางที่ 1 สรุปค่าความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า

ลำดับเฟส	อุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าและค่าความแม่นยำเฉลี่ย (ร้อยละ)	
	Clamp meter VC3266L+	3 Phase meter
1	99.81	98.72
2	99.76	98.70
3	99.71	99.20
รวมเฉลี่ย	99.76	98.87

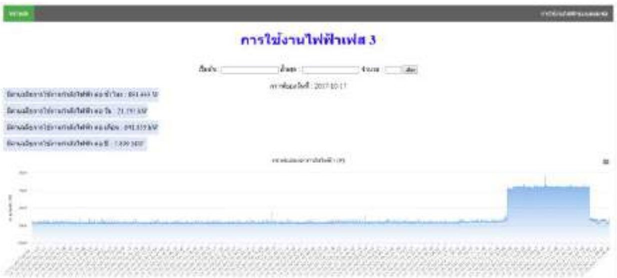
ตารางที่ 2 สรุปค่าความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า

ลำดับเฟส	อุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าและค่าความแม่นยำ
	3 Phase meter
1	94.83
2	94.53
3	94.47
รวมเฉลี่ย	94.61

ค่ากระแสอ้างอิง Clamp meter VC3266L+



รูปที่ 5 ภาพหน้าการใช้งานไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส แบบเรียลไทม์



รูปที่ 6 ภาพหน้าการใช้งานไฟฟ้าเฉพาะเฟสที่ 3 แบบเรียลไทม์

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 -2 และ รูปที่ 5-6 พบว่าตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์โดยระบบคลาวด์สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้แม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 98.87 และในส่วนของการวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 94.61 ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบที่มีช่วงการวัดที่สูงเกินไปนำมาวัดในช่วงต่ำ จากค่าความผิดพลลาดของอุปกรณ์เดิมจากโรงงานผลิตคือร้อยละ 2 เมื่อนำไปเทียบเครื่องมือวัดที่มาตรฐานกล่าวได้ว่ามีความถูกต้องน้อยกว่าอุปกรณ์มาตรฐานจากโรงงาน

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ระบบการตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลการใช้งานไฟฟ้าสามเฟสร่วมกับระบบคลาวด์ ระบบฯจะวัดแรงดันไฟฟ้าได้แม่นยำร้อยละ 98.87 และในส่วนของการวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่าความแม่นยำร้อยละ 94.61 เมื่อนำไปเทียบเครื่องมือวัดที่มาตรฐาน ระบบที่นำเสนอยังมีความถูกต้องน้อยกว่า จึงเหมาะสำหรับใช้ในงานที่ไม่ต้องการความละเอียดและความถูกต้องสูง แต่ต้องการดูผลลัพธ์แบบฉับพลันทันใดเวลาไหนก็ได้ เช่น เครื่องวัดไฟฟ้าที่ติดตั้งกับตู้ควบคุมไฟฟ้าและงานที่ต้องการมอนิเตอร์ค่าไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกจัดเก็บเอาไว้สามารถนำไปวิเคราะห์หาช่วงเวลาการใช้งานไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นในการใช้บริหารการพลังงานไฟฟ้าในอาคารดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กฟผ. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, รู้จักกับโรงไฟฟ้าแม่เมาะ,2 ธันวาคม 2557, http://www.balanceenergythai.com/รู้จักกับโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

[2] เอกชัย มะการม, เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino สำนักพิมพ์ อีทีที ปี พ.ศ. 2552 หน้า 1-3 ISBN 974-63822-5-0

[3] ThaiEasyElec, การพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi, 27 กันยายน 2558, http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article

[4] นางสาวทิพย์สุดา อินทจักร์ นายอนุสรณ์ สิงห์แก้วกรณีศึกษาการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากแผงโซล่าเซลล์โดยสมาร์ทมิเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย 2557

[5] นายสุรปรีชา ทวีกาล นายสรุพงศ์ สมฤทธิ์, ระบบวัดและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2548

[6] นายภาวิช วัฒนวาณิชกร นายวิรุจ เกตุบำรุง ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2557

[7] นายประธาน เนียมน้อย นายจิตติ คงแก้ว นายจตุรงค์ มะโนปลื้ม, ระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2555

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบนับเม็ดยาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

Tablet counting system using image processing technique

อนันตชัย สุวรรณาคม[1] ธนบรรณ ตะทวี[2] เกวลี ถาวรศักดิ์[1]

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 055-963534 E-mail: anantachain@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบนับเม็ดยาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ด้วยกระบวนการ multiple thresholding บนคุณลักษณะของเนื้อสี (hue) ในการเลือกเม็ดยาที่สนใจออกจากพื้นหลัง การทดสอบใช้ตัวอย่างเม็ดยาทั้งหมด 6 รูปแบบซึ่งมี 3 รูปร่างคือ วงกลม วงรี และสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวนรูปแบบละ 2 ขนาดที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อทดสอบเม็ดยาที่มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ ระบบรายงานผลการเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของเม็ดยาทดสอบกับข้อมูลเม็ดยาชนิดเดียวกันที่ป้อนไว้เป็นฐานข้อมูลก่อนหน้าอยู่ระหว่าง 92.11-96.61 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลการนับได้อย่างถูกต้อง ในทางตรงกันข้ามเมื่อทดสอบระบบด้วยเม็ดยาที่แตกหักนั้นให้ผลความสมบูรณ์อยู่ที่ 71.64 - 85.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำค่าที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ถึงความสมบูรณ์ของเม็ดยาแต่ละรูปแบบใช้สำหรับการตัดสินใจเพื่อตรวจนับพบว่าระบบไม่นับเม็ดยาที่มีค่าความสมบูรณ์ที่น้อยกว่าค่าดังกล่าว อย่างไรนั้นระบบนี้จำเป็นต้องควบคุมสภาวะแสงและระยะห่างระหว่างกล้องและเม็ดยาให้มีความใกล้เคียงกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าสีและขนาดของเม็ดยาตามลำดับ

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การตรวจนับเม็ดยา, การตรวจจับบนพื้นฐานคุณลักษณะของสี

Abstract

This research presented the development of tablet counting system using image processing technique. The tablets were separated from the background by using a multiple-thresholding process based upon hue feature. The experiment, six type of tablets were used including with two sizes of three shapes: circles, ovals, and squares. The result was found that the complete physical tablet was tested, the system reported the results of comparison with the same tablet data according to the previously entered data at 92.11-96.61% with the accurate counting. On the contrary, the system was tested with a broken tablet, the result showed 71.64 – 85.33%. This value was used for making a decision in the tablet counting. The system did not count the tablet that has a physical completeness lower than a benchmark. However, this system needs to control the light conditions and the distance between the camera and the tablet to be similar to reduce the color-reading errors, and size of tablets, respectively.

Keywords: image processing, medicine tablet detection, detection based on color feature

1. บทนำ

การตรวจนับเม็ดยาเป็นขั้นตอนหนึ่งในการควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยา การตรวจนับเม็ดยามีหลายวิธีเช่น การใช้หลักการสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้การเคลื่อนที่แบบจานหมุนลำเลียงเม็ดยา เป็นต้น [1] นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเม็ดยายังมีความสำคัญเช่น การตรวจสอบคุณลักษณะของรูปร่าง ขนาดและสี

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่นิยมใช้ในการตรวจจับและตัดสินใจแทนมนุษย์ดังที่เห็นในการตรวจจับการทำผิดกฎจราจรหรือแม้แต่การตรวจจับหาใบหน้า รวมไปถึงการใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ [2] ซึ่งให้ความแม่นยำและรวดเร็วแก่ผู้ใช้

ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเม็ดยาและตรวจนับจำนวน โดยสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบจำนวนและคุณภาพได้ในเวลาเดียวกัน ระบบนี้ยังมีความคล่องตัวในการทดสอบรูปแบบของเม็ดยาที่หลากหลาย ทำให้ลดเวลาสำหรับการพัฒนาซอฟแวร์ใหม่ เพื่อให้เหมาะกับเม็ดยาชนิดหนึ่งๆ ทำให้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถนำไปใช้กับกระบวนการผลิตได้ และช่วยยกระดับการควบคุมคุณภาพ

ของการผลิตตลอดจนการบรรจุยาให้มีคุณภาพ และยังเป็นการประหยัดค่าจ้างแรงงานคน [3]

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การประมวลผลภาพสำหรับการนับจำนวนและตรวจสอบคุณภาพของเม็ดยา โดยมีขั้นตอนในการวิจัยรวม 3 ขั้นตอนหลักคือ 1. การนำเข้าภาพเม็ดยาที่ต้องการตรวจสอบ 2. การแยกคุณลักษณะที่สำคัญประกอบด้วย รูปร่าง ขนาด และคุณลักษณะทางสีจากภาพถ่ายเม็ดยาที่นำเข้ามา 3. นำคุณลักษณะดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางรูปร่าง สี ขนาดของเม็ดยา เพื่อใช้ตัดสินใจและประเมินคุณภาพทางกายภาพของเม็ดยานั้นๆ ซึ่งเมื่อระบบได้ทำการตรวจสอบและพบว่าเม็ดยาเม็ดนั้นมีคุณภาพทางกายภาพสูงกว่าที่กำหนด ระบบจะนับเม็ดยาดังกล่าว

2.1 การเก็บภาพเม็ดยาจากกล้องเว็บแคมและการปรับปรุงภาพ

การศึกษานี้ใช้กล้อง Webcam ยี่ห้อ Logitech รุ่น C920 สำหรับการถ่ายภาพเม็ดยาโดยกำหนดระยะห่างจากกล้อง webcam กับเม็ดยาที่ระดับความสูง 12 เซนติเมตร ซึ่งได้เก็บภาพภายในกล่องทึบแสงเพื่อใช้ในการควบคุมสภาวะแสง

2.2 การแยกคุณลักษณะที่สำคัญ

เนื่องจากภาพที่ได้อยู่ในระบบสี RGB (Red- Green-Blue) ทำให้ยากแก่การแยกส่วนที่สนใจ [4] ซึ่งเป็นเม็ดยาออกจากพื้นหลังด้วยวิธีการ thresholding บนพื้นฐานของตรวจจับสี [5] ดังนั้นภาพที่นำมาวิเคราะห์จึงได้นำเข้าสู่การแปลงระบบสีเป็น HSV (Hue-Saturation-Value) โดยแสดงคงามสัมพันธ์การเปลี่ยนระบบสีดังสมการที่ 1-3 [6]

$$V = \max(R, G, B) \tag{1}$$

$$S = V - \min(R, G, B)\ V \tag{2}$$

$$H = \begin{cases} 0\ , \text{if } V = \min(R,G,B) \\ (60° \times \frac{G-B}{V-\min(R,G,B)} + 360°) \bmod 360°, \text{if } V = R \\ 60° \times \frac{B-R}{V-\min(R,G,B)} + 120°)\ , \text{if } v = G \\ 60° \times \frac{R-G}{V-\min(R,G,B)} + 240°)\ , \text{if } v = B \end{cases} \tag{3}$$

โดย H, S และ V แทนค่าความเข้มของพิกเซลในชั้นภาพของเนื้อสี ความเข้มของสีและความสว่างของสีในระบบสีแบบ HSV ตามลำดับ ค่า R, G และ B แทนค่าความเข้มของพิกเซลในชั้นภาพของสีแดง เขียวและน้ำเงินของระบบสีแบบ RGB

เมื่อแปลงภาพเป็นระบบสี HSV แล้ว ภาพนั้นได้นำเข้าสู่กระบวนการ multiples thresholding เพื่อแยกเม็ดยาออกจากพื้นหลังหรือกล่าวอีกนัยคือการค้นหาและตรวจจับเม็ดยา โดยทำการประมวลผลบนเนื้อหาภาพชั้นเนื้อสี (Hue)

$$o_{ij} = \begin{cases} 0 & if \quad T(low) \le p_{ij} < T(high) \\ & 1\ otherwise \end{cases} \tag{4}$$

โดย o_{ij} และ p_{ij} แทนความเข้มของพิกเซลบนภาพผลลัพธ์และภาพต้นฉบับ บนพิกัดแบบสองมิติที่ ij ใดๆ ตามลำดับ ให้ $T\ (low)$ แสดงถึงค่าขีดเปลี่ยน (thresholding) ที่ขอบล่างและสำหรับ $T(high)$ ที่ขอบบน

ภายหลังจากกระบวนการดังกล่าวจะให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในระบบสีแบบ binary โดยพิกเซลที่มีสีขาวเป็นเม็ดยาที่สนใจซึ่งจะมีค่าความเข้มของพิกเซลเท่ากับ 1 และสีดำเป็นส่วนที่ไม่สนใจมีค่าเท่ากับ 0

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของเม็ดยา

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ และผ่านกระบวนการ multiples thresholding แล้ว จากนั้นทำการประมวลผลหาค่าความกว้าง, ความยาว และพื้นที่ของเม็ดยา โดยได้เก็บค่าต้นแบบของเม็ดยาที่ได้มาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบด้วยการหาผลต่างค่าความกว้าง, ความยาว และพื้นที่ของเม็ดยาที่ต้องการเปรียบเทียบ จากนั้นนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเม็ดยาดังสมการที่ 4

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์} = \frac{\sum(\text{ผลต่างของความกว้าง ความยาวและพื้นที่})}{3} \tag{4}$$

เมื่อทำการคำนวณตามสมการที่ (4) แล้วระบบจะนำค่าดังกล่าวใช้สำหรับเปรียบเทียบในกรณีที่เม็ดยาไม่ได้มาตรฐานด้วยเช่นกันเพื่อให้การประเมินนั้นมีความสมบูรณ์ โดยหากเม็ดยาที่ทำการตรวจสอบมีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระบบจะนับเม็ดยานั้นแต่หากไม่จะไม่นับจำนวน

3. ผลการศึกษา

3.1 การหาค่าต้นแบบเม็ดยาที่มีความสมบูรณ์

ผู้วิจัยได้ทดลองวัดความกว้าง ความยาวและพื้นที่ของเม็ดยาต้นแบบเม็ดยาทั้ง 6 รูปแบบ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว เม็ดยาแต่ละตัวอย่างในหน่วยของพิกเซล สำหรับใช้ในการประเมินความสมบูรณ์ของเม็ดยาในเชิงกายภาพ ได้ค่าดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความกว้าง ความยาว และพื้นมาตรฐานของเม็ดยาทั้ง 6 รูปแบบที่ใช้ในการทดลอง

รูปแบบ	ความกว้าง (พิกเซล)	ความยาว (พิกเซล)	พื้นที่ (พิกเซล²)
1	32.7	33.6	842.7
2	54.7	59	2565.85
3	82.4	86	5617.1
4	43.2	85	3192.75
5	50.6	108	3820.25
6	73	71	4716.35

เมื่อได้ทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นด้วยเม็ดยาที่มีสภาพทางกายภาพสมบูรณ์เทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่าค่าเม็ดยาตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีผลต่างความสมบูรณ์มากและน้อยที่สุดที่ 28.85 และ 3.391 ตามลำดับ โดยค่ามากที่สุดนั้นพบในรูปแบบที่ 2 และ น้อยที่สุดในรูปแบบที่ 4 โดยค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนั้นอาจเกิดจากความไม่คงที่ของแสงซึ่งแม้ได้ทำการทดลองในสภาวะควบคุมแสง แต่เป็นปกติที่ภาพที่ได้จากกล้องในแต่ละครั้งที่จับภาพอาจมีความเข้มของพิกเซล ที่แตกต่าง ดังนั้นเมื่อได้นำภาพที่เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการ multiples thresholding ความเข้มของพิกเซลที่แตกต่างกันนั้นอาจตกอยู่ในช่วงที่จะให้การแปลผลเป็นส่วนของพื้นหลังของภาพแทนที่จะเป็นเม็ดยา โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของเม็ดยาทั้ง 6 รูปแบบที่ทดลองตรวจสอบ

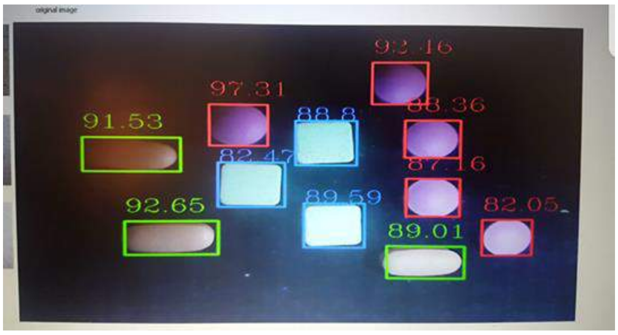
รูปแบบ	ความกว้าง (พิกเซล)	ความยาว (พิกเซล)	พื้นที่ (พิกเซล²)	ความสมบูรณ์ของเม็ดยา (%)
1	32.8	32	737.3	92.968%
2	62	60	2840	91.42%
3	79.4	84	5346	95.393%
4	44.8	85.8	3102.1	96.609%
5	43.8	105	3535.4	92.108%
6	72.2	69.8	4245.35	95.189%

หลังจากนั้นได้ทดสอบหาความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่ไม่ได้มาตรฐานซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าเม็ดยามีการแตกหักหรือมีบางส่วนขาดหายไป มีความถูกต้องต่ำและสูงที่สุดในรูปแบบที่ 1 (71.64%) และ 4 (85.33%) ตามลำดับ และนำค่าความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่ไม่ได้มาตรฐานของแต่ละรูปแบบไปใช้ในการประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพของเม็ดยา โดยหากค่าความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่กำลังตรวจสอบนั้นมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่ไม่ได้มาตรฐาน ระบบจะไม่ตรวจจับและไม่นับเม็ดยาเม็ดนั้นแต่หากสูงกว่าค่าดังกล่าวจะตรวจจับพร้อมแสดงค่าความสมบูรณ์และนับจำนวน

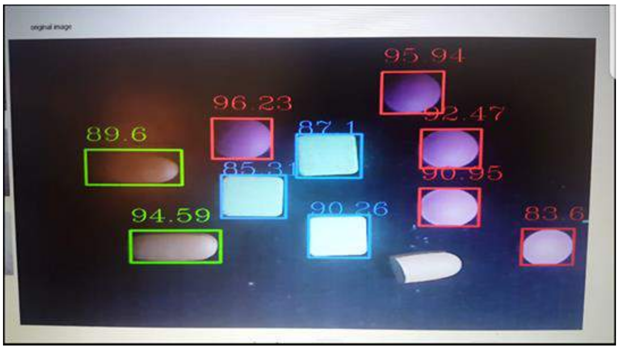
ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่ไม่ได้มาตรฐาน

รูปแบบ	ความกว้าง (พิกเซล)	ความยาว (พิกเซล)	พื้นที่ (พิกเซล²)	ความสมบูรณ์ของเม็ดยา (%)
1	21.4	31.5	471.55	71.64
2	62	60	2840	76.94
3	69.2	82.6	4248.05	84.37
4	42.2	70.8	2395.1	85.33
5	52.2	80.2	2873.5	82.03
6	61.2	66.4	3089.85	80.96

เมื่อทำการตรวจสอบเม็ดยาสามชนิดพร้อมกันพบว่า มีการตรวจสอบและนับจำนวนได้ถูกต้อง เมื่อปรากฏเม็ดยาที่มีสภาพที่สมบูรณ์ทางกายภาพ (รูปที่ 1) และเมื่อปรากฏเม็ดยาที่ต่ำกว่าค่าความสมบูรณ์มาตรฐาน ระบบจะไม่ตรวจจับและนับเม็ดยาดังที่กล่าวไปในข้างต้น โดยผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ผลการตรวจสอบเม็ดยาตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ 3 รูปแบบที่ได้จากโปรแกรม กรอบสี่เหลี่ยมที่มีสีที่แตกต่างแสดงถึงการตรวจจับเม็ดยาที่ต่างชนิดกันและค่าที่ปรากฏเหนือกรอบบ่งบอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของความสมบูรณ์ของเม็ดยา



รูปที่ 2 ผลการตรวจสอบเม็ดยาตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม โดยมีเม็ดยาที่ไม่สมบูรณ์ปรากฏในการตรวจสอบ กรอบสี่เหลี่ยมที่มีสีที่แตกต่างแสดงถึงการตรวจจับเม็ดยาที่ต่างชนิดกันและค่าที่ปรากฏเหนือกรอบบ่งบอกถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของความสมบูรณ์ของเม็ดยา

4. สรุปผลและวิจารณ์การศึกษา

จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถนับจำนวนเม็ดยาได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยระบบจะทำการนับจำนวนเม็ดยาที่มีความสมบูรณ์ตามที่โปรแกรมไว้เท่านั้น อย่างไรก็ตามพบว่าความสมบูรณ์ของเม็ดยาที่มีความปกติทางกายภาพนั้นน้อยกว่าค่าความสมบูรณ์ที่กำหนด เนื่องจากความไม่คงที่ของสัญญาณภาพที่ส่งออกมาจากกล้องเว็บแคมซึ่งการใช้กล้องที่มีคุณภาพที่ดีจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวอีกทั้งหากมีการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) จะช่วยส่งเสริมให้การตรวจจับมีความแม่นยำและจำเพาะมากยิ่งขึ้น ซึ่งควรมีการศึกษาและพัฒนาในขั้นต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับการเอื้อเฟื้อเครื่องมือและสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] นัฐพล มาเกาะ และคณะ. *เครื่องนับเม็ดยา รุ่นที่ 2.* ที่: สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก, 2558.

[2] ธนบรรณ ตะทวี, สุริศักดิ์ ประสานพันธ์, วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ และอนันตชัย สุวรรณาคม. "คุณลักษณะของการกะพริบแสงของหิ่งห้อยภายใต้สภาวะไร้การรบกวนของมนุษย์." ใน *การประชุมครั้งที่ 4 อนุกรมวิธานและซิสเทมาติกส์แห่งประเทศไทย*, 2557, หน้า 52.

[3] นายเขตกาญ ภักต์ และนายภาณุเดช โสภิณฑ์. *ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผง.* ที่: คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2557.

[4] Barbedo J. G. A.. "Using digital image processing for counting whiteflies on soybean leaves." *Journal of Asia-Pacific Entomology*, vol. 17(4), pp. 685-694, 2014.

[5] ธนบรรณ ตะทวี, สุริศักดิ์ ประสานพันธ์, สมเจตน์ อ่อนบัว, ถิรายุ ปิ่นทอง และ อนันตชัย สุวรรณาคม. "การระบุชนิดกล้วยไม้บนพื้นฐานของการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์." *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, ฉบับ 1 (พิเศษ), หน้า 47-56, 2557.

[6] Pekel J.-F., Vancutsem C., Bastin L., Clerici M., Vanbogaert E., Bartholome E. and Defourny P.. "A near real-time water surface detection method based on HSV transformation of MODIS multi-spectral time series data." *Remote Sensing of Environment*, vol. 140, pp. 704-716, 2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กโดยใช้อุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัว

Temperature And Humidity Monitoring For Small Computer Data Center Using Embedded Systems

วชิรนันท์ ปุ้ม [1] วีระ รัตนงาม [2] และ ณรงค์ศักดิ์ สุขมา [3]

[1]คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม e-mail: wachiranun@npu.ac.th

[2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ต.หนองญาติ อ.เมือง จ.นครพนม e-mail: weera@npu.ac.th

[3]คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร e-mail : narongsak.su@mut.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาการใช้อุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัวที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาถูกในท้องตลาดปัจจุบัน มาจัดทำระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก โดยทีมวิจัยได้ศึกษาทดลองและออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ควบคู่กันไปจนได้ชิ้นงานทดลองต้นแบบที่น่าพอใจด้วยสามารถนำมาแก้ไขปัญหาวิจัยที่ตั้งไว้ได้เกือบทั้งหมด เช่น ปัญหาด้านงบประมาณการขอจัดซื้อและติดตั้งระบบที่มีราคาแพง ปัญหาค่าใช้จ่ายสำหรับบำรุงรักษารายปีที่สูง ปัญหาระบบแจ้งเตือนที่ใช้ได้เพียงการส่งข้อความสั้น(SMS) ได้เพียงอย่างเดียว เป็นต้น อีกทั้งทีมนักวิจัยยังได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้รวบรวมเป็นหลักสูตรระยะสั้นเพื่อถ่ายทอดให้แก่นักศึกษา และบุคลากรภายนอกในทุกแง่มุมของการทดลอง ทดสอบภาคสนาม และการปรับใช้งานจริงอันเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาตลอดจนผู้ดูแลระบบสามารถนำไปวางแผนระบบสารสนเทศได้ตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นเพื่อนำไปปรับใช้ในองค์กรได้ด้วยตนเองต่อไป

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบอุณหภูมิ, อุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัว, การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

Abstract

This paper presents a study of the use of embedded systems that can be easily and cheaply purchased for monitoring the temperature and humidity of a small data center. This system suitable for monitoring temperature and humidity in a small computer center. The research team has studied and experimented with both hardware and software can be used to solve almost all research problems such as budget issues, expensive procurement, and high annual maintenance costs furthermore the notification system is only available for sending short messages (SMS).The research team is also able to incorporate the knowledge gained from this research into several short-term courses. To transfer knowledge to students and external staff in all aspects of field designed, testing and deployment plan for maximum benefiting to who interesting can design then implement this system on their the infrastructure needed as well

Keywords: Temperature Monitoring System, Embedded Device, technology management

1. บทนำ

ห้องศูนย์คอมพิวเตอร์ การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นนับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก นอกเหนือไปจากระบบไฟฟ้าและระบบเครือข่าย เนื่องจากในห้อง Data Center นั้นถือว่าเป็นศูนย์รวมของข้อมูลข่าวสารบน Internet ที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับภายนอกอยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณ Traffic รวมมหาศาล เนื่องจากเป็นแหล่งที่ตั้งของเครื่อง Server เป็นจำนวนมาก เครื่อง Server เหล่านี้ โดยปกติจะถูกเปิดไว้ตลอดเวลา เพื่อทำงานตลอด 24 ชั่วโมง จึงทำให้เครื่อง Server ทำงานหนัก และเกิดปริมาณความร้อนออกจากระบบเป็นจำนวนมาก[1] ดังนั้น หากระบบควบคุมอุณหภูมิ ไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะระบายความร้อนออกจากระบบ และใส่ลมเย็นเข้าสู่ระบบได้อย่างเพียงพอแล้ว จะทำให้เกิดความร้อนสะสมขึ้นที่ตัวเครื่อง Server ซึ่งจะมีผลทำให้อายุการใช้งานสั้นลงกว่าที่ควรจะเป็น และทำให้เกิดการล่มของระบบได้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไอที เครือข่ายไมโครชิพ ให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ยอดเยี่ยม ทำให้ระดับความสำคัญของระบบอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไอที เครือข่าย ไมโครชิพ สูงเพิ่มขึ้นมาก หากมีการผิดพลาด หรือหยุดการทำงานกะทันหันขึ้นมา ก็จะเกิดความเสียหายแก่ผู้ใช้งานมาก การป้องกันไม่ให้อุปกรณ์เหล่านี้ เกิดความเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพ ที่จะนำมาซึ่งความผิดพลาดเสียหาย ห้องเซอร์เวอร์ หรือ ศูนย์คอมพิวเตอร์ ควรพิจารณาปัจจัยการควบคุม

สภาพแวดล้อมที่สำคัญ คือ อุณหภูมิและความชื้น ให้เหมาะสม โดยทั่วไปมักกำหนดไว้ที่ ห้องเซอร์ฟเวอร์ เพื่อไม่ให้วัสดุที่ทำมาจาก เหล็ก ธาตุเคมี และวัสดุอื่นๆ เสื่อมสภาพจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป หรือ ความชื้นที่สูงเกินไป ทั้งนี้ ห้องเซอร์ฟเวอร์ และ ศูนย์คอมพิวเตอร์ที่เป็นศูนย์หลัก หรือ ศูนย์สำรอง หรือ ศูนย์ขนาดใหญ่ มักออกแบบใช้ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นอัตโนมัติ (Precision air conditioning, Computer room air conditioning) [2] ที่สามารถควบคุม อุณหภูมิและความชื้นของห้องโดยอัตโนมติ อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญคือ ค่าใช้จ่ายที่สูงมากสำหรับระบบปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ ที่สูงทั้งค่าใช้จ่ายเริ่มต้นตลอดจนค่าใช้จ่ายในส่วนค่าบำรุงรักษารายปี ส่งผลให้หลายหน่วยงานทั้งในภาครัฐ และเอกชนจำนวนมากไม่สามารถติดตั้งได้ นำมาซึ่งโจทย์วิจัยนี้คือ เราจะสามารถนำองค์ความรู้ และเทคโนโลยีในปัจจุบันคือ ด้านอุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัวมาวิจัยในด้านเปรียบเทียบด้านต่างๆ เช่น ด้านเทคโนโลยีตรวจวัดและควบคุมแบบอัติโนมัติ ด้านเทคโนโลยีแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ ไปจนถึงการวิจัยในด้านความพึงพอใจ และความคาดหวังต่อนวัตกรรมที่จะมาช่วยทำให้ระบบปรับอากาศปกติที่ติดตั้งในศูนย์คอมพิวเตอร์ สามารถเพิ่มความสามารถด้านควบคุมความชื้น และแจ้งเตือนอัตโนมัติได้อีกด้วย

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Embedded system

(ระบบสมองกลฝังตัว) คือ ระบบที่ช่วยเพิ่มความฉลาดให้กับอุปกรณ์ของเรา โดยการฝังชิป(chip)หรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาเฉพาะ[3] เข้าไปในอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประมวลผลในการทำงาน ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลโดยใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค หรือสถานีงาน ระบบฝังตัวนั้นถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ ยานอวกาศ กล้องถ่ายรูป อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน หรือสำนักงาน และ โทรศัพท์มือถือ รวมถึงพวกพีดีเอ ตลอดจนของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยหลักการทำงานของระบบสมองกลฝังตัว คือ จะมีสัญญาณข้อมูลเข้า (Input) จากอุปกรณ์ เซนเซอร์ (Sensor)เข้าสู่ระบบ และมีสัญญาณผลลัพธ์ (Output) ของระบบไปควบคุมบังคับสวิตซ์เครื่องควบคุมต่าง ๆ[4]

2.2 MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine)คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆเนื่องจากโปรโตคอลตัวนี้มีน้ำหนักเบา ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนร์วิธต่ำ ใช้หลักการแบบ publisher / subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ- ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber [5-7]

2.3 Internet of Things หรือ ไอโอที (IoT)

หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่นๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้วทำให้เราสามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้แนบแน่นมากขึ้น[8] ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อ IoT ถูกเสริมด้วยเซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลได้ตามการกระตุ้น ก็จะกลายเป็นระบบที่ถูกจัดประเภทโดยทั่วไปว่าระบบไซเบอร์-กายภาพ (cyber-physical system)[9] ซึ่งรวมถึงเทคโนโลยีอย่าง กริดไฟฟ้าอัจฉริยะ (สมาร์ตกริด) บ้านอัจฉริยะ (สมาร์ตโฮม) ระบบขนส่งอัจฉริยะ (อินเทลลิเจนต์ทรานสปอร์ต) และเมืองอัจฉริยะ (สมาร์ตซิตี้) วัตถุแต่ละชิ้นสามารถถูกระบุได้โดยไม่ซ้ำกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว และสามารถทำงานร่วมกันได้บนโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าเครือข่ายของสรรพสิ่งจะมีวัตถุเกือบ 50,000 ล้านชิ้นภายในปี 2020 ตัวอย่างในตลาดขณะนี้ เช่น เทอร์โมสตัตอัจฉริยะ และเครื่องซักผ้า-อบผ้าที่ต่อกับเครือข่ายไวไฟเพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้[10]

2.4 Node-RED

Node-RED เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ APIs (Application Programming Interface)[11] ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming ที่มีหน้า UI สำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่าน Web Browser ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการไหลของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย เนื่องจาก Node-RED เป็น Flow-Based Programming นั้นทำให้เราแทบจะไม่ต้องเขียน Code ในการพัฒนาโปรแกรม แค่เพียงเลือก Node มาวางแล้วเชื่อมต่อก็สามารถควบคุม I/O ได้[12] โดย Node-RED จะมี Node ให้เลือกใช้งานอย่างหลากหลายสามารถสร้างฟังก์ชัน JavaScript ได้โดยใช้ Text Editor ที่มีอยู่ใน Node-RED และยังสามารถบันทึก Function, Templates, Flows เพื่อไปใช้งานกับงานอื่นต่อไป Node-RED นั้นทำงาน

บน Node.js ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Raspberry Pi เนื่องจากใช้ทรัพยากรน้อยขนาดไฟล์ไม่ใหญ่และ Node.js ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Raspberry Pi สามารถติดต่อกับ Web Browser และอุปกรณ์อื่นได้[13]

2.5 รายการซอฟต์แวร์และระบบปฏิบัติการ

รายการซอฟต์แวร์แสดงในตารางที่ 1 ทางนักวิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส คือซอฟต์แวร์ที่เผยแพร่ด้วยสัญญาอนุญาต (license) ที่ประกันสิทธิในการศึกษา เผยแพร่ แก้ไข และใช้งานซอฟต์แวร์ได้อย่างอิสระ[14]

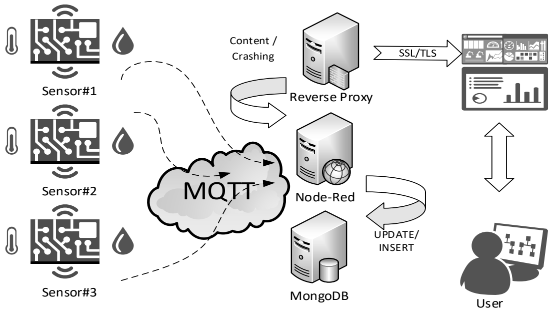
ตารางที่ 1 รายการซอฟต์แวร์และระบบปฏิบัติการ

No.	Service	OS /version	CPU	Memory	Disk
1	Reverse Proxy (Web tier)	ubuntu 16.04 64bit	2	8Gb	100 Gb
2	Node-Red (App tier)	ubuntu 16.04 64bit	2	8Gb	100 Gb
3	MongoDB (Database tier)	ubuntu 16.04 64bit	2	8Gb	2 Tb
4	sensor edge node	ESP8266 ESP-12E	low power 32-bit MCU, 802.11 b/g/n		
5	sensor edge node	ESP8266 ESP-12E			
6	sensor edge node	ESP8266 ESP-12E			

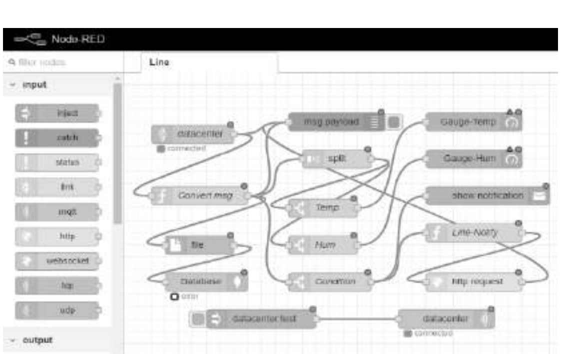
3. การทดลอง

3.1 การออกแบบการทดลอง

การทดลองนี้กระทำในสภาพแวดล้อมเครือข่ายจำลองโดยการเลือกเลือกใช้ hypervisors สร้างเครื่องแม่ข่ายจำลอง 3 เครื่องเพื่อสร้างเครื่องระบบทั้งหมดด้วย vSphere ESXi 6.5 โดยเลือกจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Total compile workloads ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด[15]



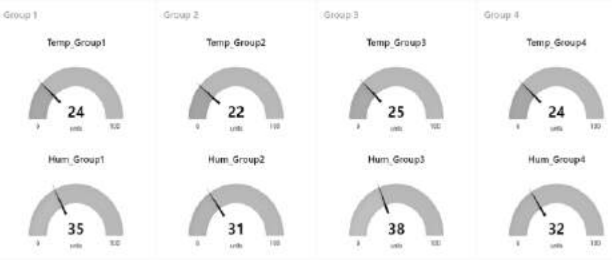
รูปที่ 1 โครงสร้างระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของระบบที่สร้างจาก Node-Red

3.2 ติดตั้งระบบ

ทีมวิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นต้นแบบด้วย ESP8266 จำนวน 4 ชุดเพื่อนำไปศึกษาเปรียบเทียบกับระบบสำเร็จรูปจากโรงงานในห้องศูนย์คอมพิวเตอร์ 4 แห่ง เบื้องต้นทีมงานได้ออกแบบหน้าติดต่อกับผู้ใช้งาน (Dash board) ตัวต้นแบบตามรูปที่ 3 เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายในการอ่านค่าตัวเลข อีกทั้งทีมวิจัยได้ทำการออกแบบให้ระบบนี้มีความสามารถที่เพิ่มขึ้นในด้านการส่งแจ้งเตือนผ่าน Line Application ตามรูปที่ 2 ซึ่งเหมาะกับพฤติกรรมผู้ใช้งานในปัจจุบันที่ส่วนมากติดตั้งและใช้บริการนี้อยู่แล้ว อย่างไรก็ดีเรายังคงมีระบบการส่งข้อความสั้น(SMS : Short Message Service) ในระบบไว้ด้วย โดยออกแบบให้ส่งพร้อมกับ Line ในกรณีที่ระบบตรวจพบความค่าอุณภูมิหรือความชื้นที่ผิดปกติ เพื่อรับประกันได้ว่าผู้ดูแลระบบ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องจะได้รับความข้อเตือนจากระบบ



รูปที่ 3 หน้าติดต่อกับผู้ใช้งานระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น

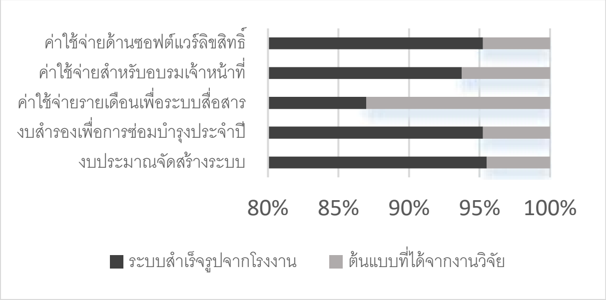
4. ผลการทดลอง

4.1 การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

เพื่อวิจัยเปรียบเทียบ และเพื่อใช้ในการนำเสนอจัดทำงบพัฒนาเครื่องต้นแบบจากรุ่นที่ 1 ไปสู่ระบบต้นแบบรุ่นต่อไป ทีมวิจัยได้รวบรวมค่าใช้จ่ายหลักที่จำเป็นต่อการจัดสร้างระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในศูนย์คอมพิวเตอร์ที่สำคัญ โดยแสดงเปรียบเทียบกับระบบสำเร็จรูปจากโรงงาน ตามตารางที่ 2 และแสดงอัตราค่าใช้จ่ายที่ลดลงเป็นเปอร์เซ็นต์ตามรูปที่ 3 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่สำคัญต่างๆแล้ว ระบบต้นแบบจากงานวิจัยนี้ได้แสดงผลลัพธ์ได้อย่างน่าพอใจในทุกด้านของต้นทุนที่ต่ำกว่าระบบสำเร็จรูปจากโรงงานทั้งการจัดซื้อเริ่มต้นระบบ รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับในการบำรุงรักษาระบบต่างๆ

ตารางที่ 2 รายการค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบ

หัวข้อ	ระบบสำเร็จรูปจากโรงงาน	ต้นแบบที่ได้จากงานวิจัย
งบประมาณจัดสร้างระบบ	340,000	16,000
งบสำรองเพื่อการซ่อมบำรุงประจำปี	100,000	5,000
ค่าใช้จ่ายรายเดือนเพื่อระบบสื่อสาร	2,000	300
ค่าใช้จ่ายสำหรับอบรมเจ้าหน้าที่	30,000	2000
ค่าใช้จ่ายด้านซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์	40,000	2000



รูปที่ 4 อัตราค่าใช้จ่ายที่ลดลงเป็นเปอร์เซ็นต์

5. สรุป

จากการวิจัยเปรียบเทียบระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กโดยใช้อุปกรณ์สมองกลแบบฝังตัวนี้ เทียบกับระบบสำเร็จรูปที่มาจากโรงงาน เราพบว่าระบบต้นแบบนี้สามารถทำงานได้เทียบเท่า และน่าสนับสนุนให้มีการค้นคว้าวิจัยต่อยอดต่อไปให้สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าได้ ด้วยในมุมทางธุรกิจจะพบว่าระบบนี้แสดงถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ประกอบกับความสามารถของระบบที่ออกแบบมาให้สามารถทำซ้ำได้โดยง่าย และเมื่อพิจารณาในคุณค่างานวิจัยส่วนที่ทีมวิจัยคิดว่ามีประโยชน์ที่สุดคือด้านการศึกษาที่ทีมนักวิจัยได้รวบรวมทุกกระบวนงาน ตั้งแต่การออกแบบระบบ การเขียนโปรแกรม การแก้ไขปัญหาในด้านต่างๆทำเป็นหลักสูตรระยะสั้นพร้อมทั้งได้ทำการถ่ายทอดให้แก่นักศึกษา และประชาชนทั่วไปในรอบปีการศึกษาที่ผ่านมา อันเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี Internet of Things ตามนโยบาย Thailand 4.0

ในอนาคตต้องการศึกษาผลกระทบจากบัจจัยเกี่ยวข้องด้านประสิทธิภาพเช่น ความเร็วของระบบเครือข่าย ชนิดของหน่วยประมวลผล ขนาดหน่วยความจำ ชนิดของหน่วยเก็บข้อมูล รวมถึงความเร็วในการเขียนอ่านข้อมูล ตลอดจนนำ Cloud Computing หรือ การประมวลผลแบบคลาวด์มาใช้ในงานวิจัยด้วยเพื่อให้ครอบคลุมทุกความต้องการของทุกภาคส่วนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] L. Sharifi, N. Rameshan, F. Freitag, and L. Veiga, “Energy efficiency dilemma: P2P-cloud vs. Datacenter,” in Proceedings of the International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom, 2015, vol. 2015–February, no. February, pp. 611–619.

[2] C. Liu et al., “Operational Electricity Consumption Analyze of VRF Air Conditioning Sys-tem and Centralized Air Conditioning System Based on Building Energy Monitoring and Management System,” in Procedia Engineering, 2015, vol. 121, pp. 1856–1863.

[3] J. Rosenberg, “Security in embedded systems,” in Rugged Embedded Systems: Computing in Harsh Environments, 2016, pp. 149–205.

[4] R. Toulson and T. Wilmshurst, “Embedded Systems, Microcontrollers, and ARM,” in Fast and Effective Embedded Systems Design, 2017, pp. 3–18.

[5] HIVEMQ, “MQTT 101 - How to Get Started with the lightweight IoT Protocol,” May, pp. 1–16, 2015.

[6] T. Budioko, “Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt,” Semin. Nas. Ris. Teknol. Inf., vol. 1, no. 30 July, pp. 353–358, 2016.

[7] OASIS, “MQTT Version 3.1.1,” OASIS Stand., no. October, p. 81, 2014.

[8] L. Baresi, L. Mottola, and S. Dustdar, “Building Software for the Internet of Things,” IEEE Internet Computing, vol. 19, no. 2, pp. 6–8, 2015.

[9] R. H. Weber and E. Studer, “Cybersecurity in the Internet of Things: Legal aspects,” Comput. Law Secur. Rev., vol. 32, no. 5, pp. 715–728, 2016.

[10] J. A. Stankovic, “Research directions for the internet of things,” IEEE Internet Things J., vol. 1, no. 1, pp. 3–9, 2014.

[11] NodeRed, “Node-RED : Creating your first flow,” nodered.org, 2017. [Online]. Available: https://nodered.org/docs/getting-started/first-flow.

[12] Z. Chaczko and R. Braun, “Learning data engineering: Creating IoT apps using the node-RED and the RPI technologies,” in 2017 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2017, 2017.

[13] R. Schapire et al., “Toward a Distributed Data Flow Platform for the Web of Things (Distributed Node-RED),” Ad Hoc Networks, vol. 9, no. 1, pp. 34–39, 2016.

[14] O. S. Initiative, “The Open Source Definition,” Open Source Initiat., pp. 6–7, 2013.

[15] D. Cotroneo, L. De Simone, and R. Natella, “NFV-bench: A dependability benchmark for network function virtualization systems,” IEEE Trans. Netw. Serv. Manag., vol. 14, no. 4, pp. 934–948, 2017.

อุปกรณ์แจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บริเวณบ้านของเด็ก

The Alerting Out-of Home Area Devices for Children

วัชรากร ชิณวงษ์, รตน รัตนพรเจริญ, วัศพล ธงชัยกุลฤทธ และสรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล[1]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: [1]sorapong.wa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการนำความรู้ทางด้านบอร์ดสมองกลฝังตัวที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และสามารถเชื่อมตัวอินเตอร์เน็ตร่วมกับโมดูลการรับส่งไร้สายผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 2.4GHz ในการทำอุปกรณ์แจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บริเวณบ้านของเด็ก เพื่อทำการแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์และเสียงเตือนให้กับผู้ใหญ่ จากการทดลองอุปกรณ์แจ้งเตือนนี้สามารถปรับระยะในการแจ้งเตือนได้ตั้งแต่ 1 – 25 เมตร และการแจ้งเตือนผ่านทางเว็บไซต์ภายใน 2 - 5 วินาที หลังออกนอกพื้นที่บริเวณบ้าน

คำสำคัญ: สมองกลฝังตัว, อุปกรณ์แจ้งเตือน, iBoard, ลินุกซ์, โมดูลรับส่งไร้สาย,

Abstract

This research is an application to embedded board by powered Linux and internet, that compatible the wireless modules at 2.4GHz for the device detects out-of home alarms. It can to alert on website and sound alarms to adults. On the experiment, this device can adjustable in range as 1 – 25 meters and alert via website in 2 – 5 second after out-of home area.

Keywords: embedded, altering device, iBoard, linux, wireless module,

1. บทนำ

ปัจจุบัน สังคม Thailand 4.0 ถือได้ว่ามีการเจริญเติบโตทางเทคโนโลยีต่างๆ เป็นอย่างมาก ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ กับบุคคลได้มากขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้วยังเป็นสังคมที่เกือบจะทุกครอบครัวที่ผู้คนจะต้องทำงานหนักขึ้น เวลาพักผ่อนน้อยลง เป็นครอบครัวเดี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งครอบครัวขนาดเล็กที่ไม่มีปู่ย่าตายายช่วยเลี้ยงเลี้ยงลูก หรือครอบครัวที่มีการหย่าร้างและต้องเลี้ยงลูกด้วยตนเองนั้น คนเป็นพ่อเป็นแม่ของครอบครัวเหล่านี้คงอยากให้ครอบครัวและลูกของตนมีเงิน มีความสุข จึงได้พยายามทำงานให้มากขึ้น มีเวลาอยู่กับครอบครัวน้อยลง เกิดการละเลยดูแลลูกที่เป็นเด็ก ทำให้เกิดปัญหาและที่เป็นข่าวอยู่เสมอ นั่นคือ เด็กหายตัวไปจากบ้าน และอุบัติเหตุภายนอกบ้านที่เกิดกับเด็กๆ จากสถิติ พบว่า ในแต่ละปีจะมีกรณีเด็กหายและอุบัติเหตุกับเด็ก อยู่ที่ปีละ 3,000-5,000 คนต่อปี เนื่องจากโดยธรรมชาติของเด็กที่อยู่บ้านตามลำพังในระหว่างที่พ่อแม่ต้องทำงานนั้นเด็กส่วนใหญ่จะไม่อยู่นิ่ง อยากออกไปวิ่งเล่น ชอบท้าทายและขัดคำสั่งอยู่เสมอ คนเป็นพ่อเป็นแม่ก็คงไม่อยากให้เกิดเหตุอันตรายกับลูกของตน

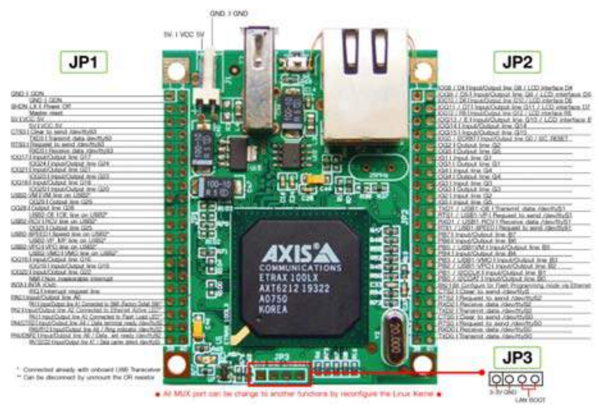
ผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวความคิดในการสร้างอุปกรณ์แจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บริเวณบ้านของเด็กเล็ก โดยอาศัยเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว[1] ร่วมกับเทคโนโลยีการรับส่งไร้สายแบบคลื่นวิทยุ[2] มาประยุกต์ใช้ในการแสดงผลผ่านทางเว็บแอพพลิเคชัน ในรูปแบบเวลาจริง พร้อมทั้งการเก็บสถิติข้อมูลเวลาการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็ก เพื่อทำการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่ออกนอกพื้นที่แบบรายสัปดาห์ เพื่อเป็นการป้องกันและหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุเมื่อเด็กไม่อยู่ในสายตาของพ่อแม่หรือผู้ดูแลด้วย

2. โมดูลฮาร์ดแวร์ที่ใช้

2.1 ไอบอร์ด (iBoard)

iBoard [3]-[5] เป็นบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็กที่มีระบบปฏิบัติการลินุกซ์ฝังอยู่ในตัว มีความสามารถในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบ LAN ด้วยโปรโตคอลพื้นฐานอย่าง TCP/IP iBoard และกินพลังงานต่ำ ทำให้สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้งานทางด้าน IoT ได้อย่างหลากหลาย ตัว iBoard มีขาการใช้งานรองรับเป็นขาอินพุต/เอาต์พุตถึง 48 GPIO ดังรูปที่ 1

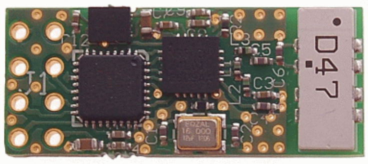
ตัว iBoard ที่มีลิกซ์อยู่ในตัวนั้นสามารถทำเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ และยังสามารถรองรับโปรโตคอลเครือข่ายทั้งแบบ IPv4 และ IPv6 อันเป็นเครือข่ายที่กำลังใช้อยู่ปัจจุบัน โดยโครงงานวิจัยนี้จะมี iBoard นับเป็นหัวใจสำคัญในการประมวลผล สั่งการ และแสดงสถานะพร้อมการแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็ก



รูปที่ 1 iBoard

2.2 โมดูลไร้สาย DCBT-24AX

โมดูลไร้สาย DCBT-24AX [6]-[7] เป็นโมดูลรับส่งไร้สายขนาดเล็กที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า 2.7V ที่กระแสไฟฟ้า 18 mA โดยใช้หลักการรับส่งคลื่นความถี่แบบคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4GHz บนชิพไอซี nRF24L01 ที่มีระยะการสื่อสารไกลถึง 50 เมตร และมีอัตราการรับส่งข้อมูลที่ 1-2 Mbps ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega168V ทำให้โมดูลไร้สายมีความสามารถในการกำหนดชื่อตัวอุปกรณ์แต่ละตัว หรือจะใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้ด้วยตนเอง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โมดูลไร้สาย DCBT-24AX

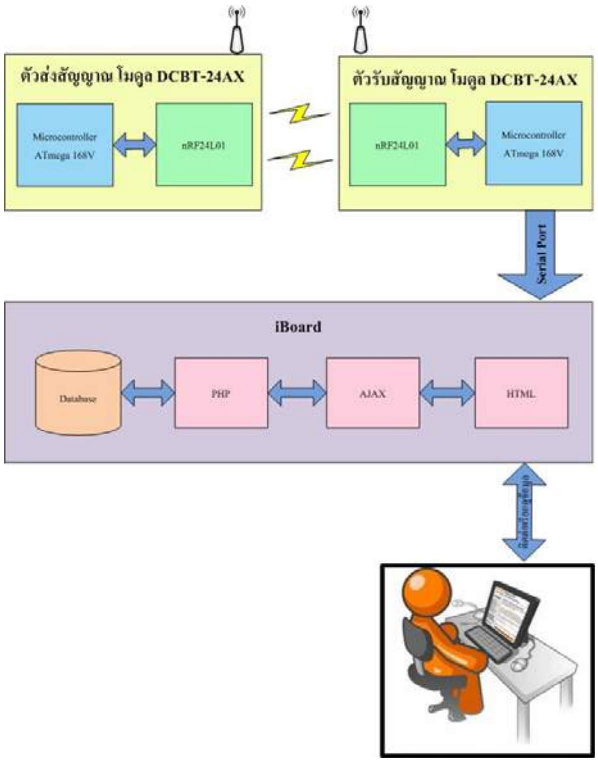
การที่โมดูล DCBT-24AX นี้มีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega168V ในตัวนั้น ทำให้ตัวโมดูมีพื้นที่หน่วยความจำแบบ Flash 16KB และแบบ EEPROM 512B สำหรับการประมวลผลและการเก็บข้อมูลเป็นบัพเฟอร์ก่อนการส่งข้อมูลมาที่เซิร์ฟเวอร์หลักได้

3. ระบบจัดการฐานข้อมูล SQLite

SQLite [8]-[9] เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดเล็ก ที่ติดตั้งไปพร้อมกับแอพพลิเคชั่น (ส่วนติดต่อกับผู้ใช้) ที่พัฒนาได้ทันที ทำงานได้รวดเร็ว รองรับการใช้งานได้หลายระบบปฏิบัติการ ทั้ง ลินุกซ์ Windows และแอนดรอยด์ เป็นต้น โดย SQLite สามารถใช้ภาษา SQL เพื่อการสร้างฐานข้อมูลได้ และไม่ต้องการไดรเวอร์พิเศษสำหรับการเข้าถึงฐานข้อมูลเหมือนระบบฐานข้อมูลแบบอื่น

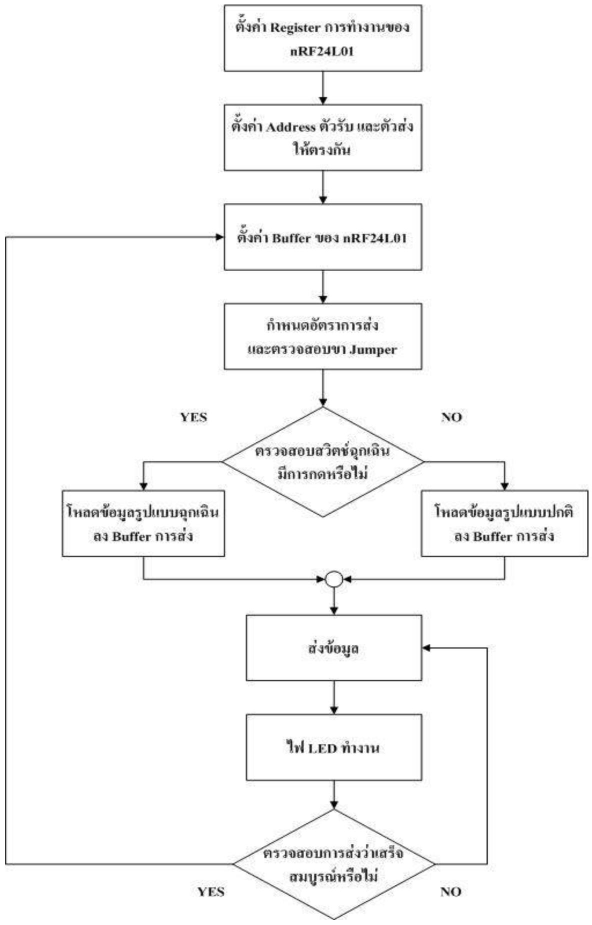
4. การออกแบบ

ในการออกแบบอุปกรณ์ที่นำเสนอนี้ มีภาพรวมการทำงานดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนอุปกรณ์ที่ให้เด็กพกติดตัว และส่วนประมวลผลหลัก โดยส่วนอุปกรณ์ที่ให้เด็กพกติดตัวจะเป็นส่วนที่ใช้โมดูลไร้สาย DCBT-24AX ต่อร่วมกับบัซเซอร์ เพื่อใช้ในการติดตามตัวเด็ก ด้วยการส่งสัญญาณมาให้ส่วนประมวลผลหลักตลอดเวลา เมื่อเด็กออกนอกบริเวณบ้านในระยะที่กำหนด ตัวอุปกรณ์ไม่สามารถติดต่อกลับมาที่ส่วนประมวลผลหลักได้ อุปกรณ์จะทำการส่งเสียงดังเพื่อเป็นการเตือนว่าเด็กไม่อยู่ในบริเวณที่กำหนด และส่วนประมวลผลหลักเมื่อได้รับการติดต่อจากอุปกรณ์จะทำการส่งข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ไปแจ้งให้ผู้ปกครองทราบ และทำการส่งเสียงรอบบ้าน

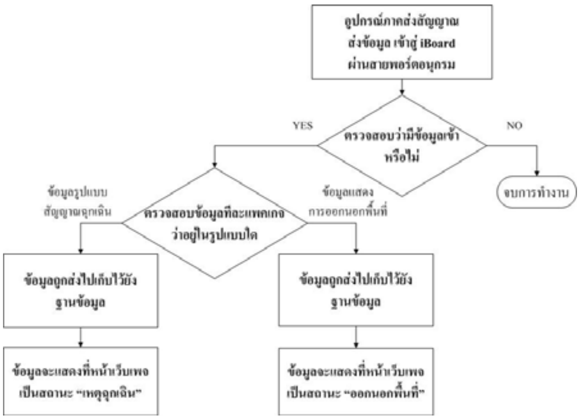


รูปที่ 3 ภาพรวมการทำงานของโครงงาน

จากรูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ติดตัวเด็ก หรือตัวส่งสัญญาณจะมีหลักการทำงานดังโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4 และหลักการทำงานในส่วนของ iBoard ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของภาคส่งสัญญาณ



รูปที่ 5 การทำงานของ iBoard

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่นำมาเสนอนี้ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ผลการทดลองเรื่องการกำหนดระยะการแจ้งเตือน และผลการแจ้งเตือนบนเว็บไซต์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองระยะการรับส่งของอุปกรณ์ติดตัวเด็ก

กำลังการส่ง (dBm)	ภายในอาคาร		พื้นที่โล่งแจ้ง	
	อุปกรณ์ตัวที่ 1 (m)	อุปกรณ์ตัวที่ 2 (m)	อุปกรณ์ตัวที่ 1 (m)	อุปกรณ์ตัวที่ 2 (m)
-18	1.3	1.5	2.3	2.7
-12	4.8	5.0	8.2	9.1
-6	8.5	8.9	17.0	17.3
0	15.4	16.5	24.2	23.8

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์ที่ออกแบบสามารถกำหนดระยะในการติดต่อสื่อสารได้ด้วยการกำหนดกำลังส่งของตัวอุปกรณ์ ทำให้สามารถนำไปปรับใช้ได้ตามลักษณะของแต่ละบ้านที่มีขนาดพื้นที่แตกต่างกัน ในการนำไปใช้งาน เมื่อได้กำหนดระยะในการแจ้งเตือนที่เหมาะสมแล้วจะทำการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านทางเว็บไซต์ได้ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 หน้าต่างเว็บไซต์ที่มีการแจ้งเตือน

ในการทดลองตัวประมวลผลหลัก iBoard จะทำการแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กผ่านทางเว็บไซต์ได้แล้ว ยังสามารถทำการเก็บสถิติข้อมูลการเข้าออกได้ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ได้ ทำให้สามารถนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์และป้องกันการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กได้

5. สรุป

ในบทความวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับการสื่อสารไร้สาย เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการเฝ้าระวังเด็กที่อยู่บ้านในช่วงเวลาทำงานของผู้ปกครอง จากการทดลอง พบว่า อุปกรณ์ที่นำเสนอสามารถช่วยแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กผ่านทางเสียง และเว็บไซต์ได้ โดยสามารถกำหนดระยะทางที่จะต้องทำการแจ้งเตือนได้ด้วยการกำหนดกำลังส่งให้โมดูลสื่อสารไร้สาย นอกจากนี้ยังสามารถทำการเก็บข้อมูลสถิติช่วงเวลาการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กได้ ช่วยทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าในช่วงเวลาของแต่ละวัน เด็กมีความอยากที่จะออกนอกพื้นที่บ้านหรือไม่ ทำให้ผู้ปกครองสามารถวางแผนและดูแลเด็กได้ง่ายขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายธงชัย เต็กใจตรง นายธนพงษ์ คุณากรพล และนางสาวนิศานาถ ยลมานะ ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูลและช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Heath, “Embedded Systems Design,” Newnes. 2003.
[2] W. Stallings, “Wireless Communications and Networks,” Pearson Prentice Hall, 2005.
[3] iboard [online]: http://www.embes.com/?p=1022
[4] iboard Datasheet [online]: http://www.embes.com/wp-content/uploads/2016/01/iBoard-datasheet-Eng.pdfI.S. Jacobs and C.P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G.T. Ra do and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
[5] iBoard Datasheet [online]: https://www.axis.com/datasheet_etrax_mcm_4p16_21724_en_050 5_lo.pdf
[6] DCBT-24AX RF Transceiver Module 2.4 GHz Datasheet [online]; http://www.es.co.th/schemetic/pdf/DECIBIT.pdf
[7] RF Digital 2.4GHz RF Transceiver Module with Built-in RFDP8,Keyfob / RFID, & Eval Board [online]; https://www.mouser.com/new/rfdigital/rfdigital-RFD21733/
[8] SQLite Documentation [online]; https://sqlite.org/docs.html
[9] G. Allen, M. Owens, “The Definitive Guide to SQLite,” Apress, 2010.

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารและการจัดการร้านขายยา

Information Management for Pharmacy Management

ณัทชยุต ภูริคณานนท์ กิตติภัฏ สุทธิเนียม สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล และนิจจารีย์ สัตยารักษ์
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: sorapong.wa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ประเทศไทยในปัจจุบัน ร้านขายยาทั่วไปตามต่างจังหวัดและที่มิได้อยู่ในตัวเมือง ส่วนใหญ่เป็นร้านที่ไม่มีการจัดการอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ไม่สามารถตรวจสอบข้อมูลของยาแต่ละประเภทได้ การสั่งปริมาณที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้มียาหมดอายุก่อนได้ เป็นต้น บทความนี้เป็นการสร้างโปรแกรมแอพพลิเคชัน ร่วมกับระบบสารสนเทศ เพื่อการบริหารและจัดการร้านขายยา โดยระบบจะช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูลและราคาของยา ทั้งสำหรับการขาย และยังสามารถคำนวณส่วนลด ผลกำไร รวมถึงตรวจสอบยอดขายและปริมาณยาคงเหลือ อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, ระบบการจัดการ,ร้านขายยา,

Abstract

Now in Thailand, pharmacy stores in the province and outside the city. Almost they don’t have good management systems, that make many problems e.g. not check status of drug, and wrong ordering amount to expire drug in case. Thus, this paper to create application and used to information system for manage pharmacy system, in order to search and check data of the drugs and retail price, discount and profit .Moreover it can use to check sale amount and remain stock quickly and accurately.

Keywords: information system, management system, pharmacy

1. บทนำ

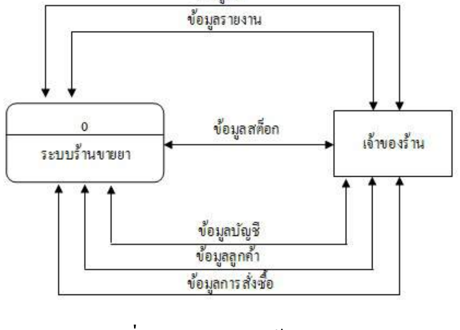
เนื่องจากในปัจจุบัน สังคมไทย 4.0 [1] - [2] เป็นสังคมที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและระบบอินเตอร์เน็ตมากขึ้นในพื้นที่ตัวเมือง หรือแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งร้านค้าต่างๆ (ในบทความนี้จะมุ่งเน้นไปที่ร้านขายยาเท่านั้น) สามารถจัดหาคอมพิวเตอร์ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและอินเตอร์เน็ตได้อย่างสะดวกสบายขึ้น แต่ในพื้นที่ต่างจังหวัดล่างไกลตัวเมืองนั้น พบว่า ร้านขายยา ส่วนใหญ่ เป็นร้านที่มีการจัดการด้วยการบันทึกลงกระดาษ แม้ว่าราคาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือค่าใช้จ่ายในการใช้บริการอินเตอร์เน็ตจะมีราคาถูกลงแล้วก็ตาม เนื่องจากผู้คนเหล่านี้คิดว่าเป็นเรื่องสิ้นเปลือง ไม่คุ้มค่าต่อการใช้งาน อีกทั้งยังคิดว่าการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และเสียเวลา เพราะใช้เทคโนโลยีไม่เป็น โดยไม่ได้คิดถึงความสำคัญของสินค้า หรือยาที่ตนเป็นคนขายนั้น มีผลกระทบต่อลูกค้าในเรื่องของความปลอดภัย และผลกระทบกับตนเองในเรื่องการจัดการอันก่อให้เกิดกำไร หรือขาดทุนของทางร้าน

จากการสำรวจร้านขายยาต่างจังหวัดจำนวน 20 ร้านจากในพื้นที่ 5 จังหวัด พบว่า มีร้านขายยาจำนวน 15 ร้านอยากใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการภายในร้าน แต่อยากให้เป็นระบบที่ใช้งาน ทำการบันทึกข้อมูล และแสดงผลข้อมูลที่เข้าใจและง่ายทางผู้วิจัยจึงได้จัดทำการระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารและการจัดการร้านขายยานี้ขึ้น

2. การจัดการฐานข้อมูล

2.1 Data Flow Diagram

Data Flow Diagram หรือ DFD [3] - [4] เป็นแบบจำลองที่แสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ และการเคลื่อนย้ายข้อมูลภายในระบบ ด้วยแผนภาพที่แสดงขั้นตอนต่างๆ และการไหลของข้อมูลในระบบทั้งหมด ทำให้ในการออกแบบมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างการใช้งาน DFD

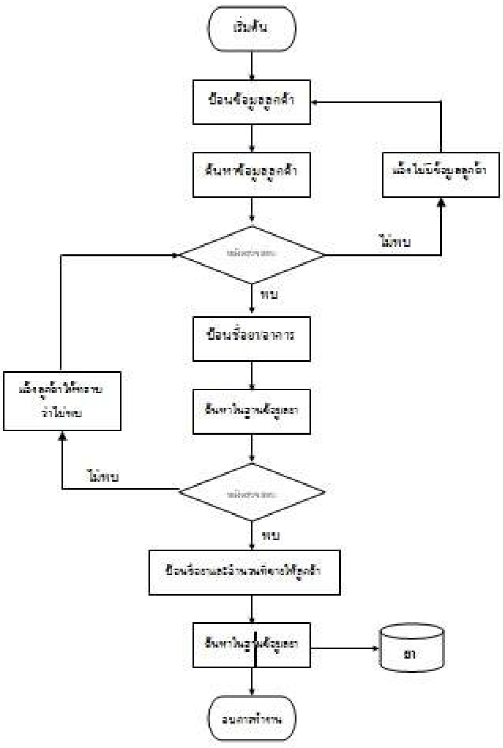
จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าในระบบร้านขายยาประกอบไปด้วยการทำงานต่าง ๆ ของเจ้าของร้านที่มีการแบ่งขอบเขตการทำงานไว้ว่าสามารถทำงานในระบบร้านขายยาได้มากน้อยเพียงใด เช่น เจ้าของร้านสามารถที่จะ รับสต็อกยาเข้ามาได้เมื่อสั่งซื้อจากผู้ค้า และสามารถตรวจสอบดูข้อมูลยาในสต็อกได้ และสามารถขายยาให้กับลูกค้าได้ ข้อมูลบัญชีและการดูรายงานการขายทั้งหมดเป็นหน้าที่ของเจ้าของร้าน

2.2 การจัดการฐานข้อมูลด้วย SQL

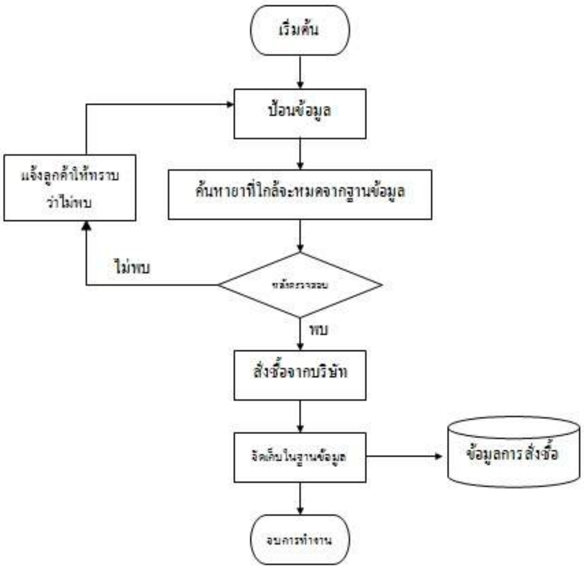
การจัดการฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL [5] – [8] ย่อมาจากคำว่า Structure Query Language เป็นภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่เป็นมาตรฐานในการติดต่อกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ใช้ในการเรียกค้น และการจัดการฐานข้อมูลได้ง่าย สามารถเขียนลงไปในโปรแกรมแอพพลิเคชั่นที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล หรือสั่งงานระบบจัดการฐานข้อมูลก็ได้

3. การออกแบบ

ในการออกแบบระบบสารสนเทศที่นำเสนอนี้ จะแสดงเป็นหลักการทำงานในรูปของโฟลชาร์ตในส่วนต่างๆ โดยในที่นี้ขอแสดงในส่วนของการขายยา และส่วนการสั่งซื้อยาจากผู้จำหน่าย ดังรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 3 ตามลำดับ

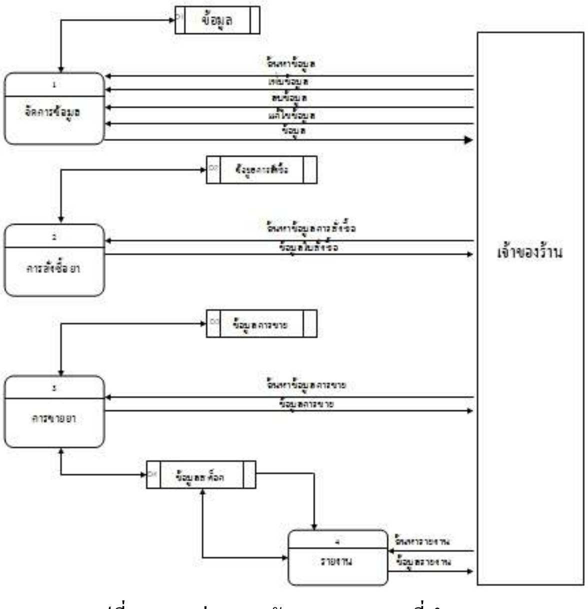


รูปที่ 2 โฟลชาร์ตส่วนการขายยา



รูปที่ 3 โฟลชาร์ตส่วนการซื้อยาจากตัวแทนจำหน่าย

และมี DFD ส่วนการจัดการของระบบที่นำเสนอดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 DFD ส่วนการจัดการของระบบที่นำเสนอ

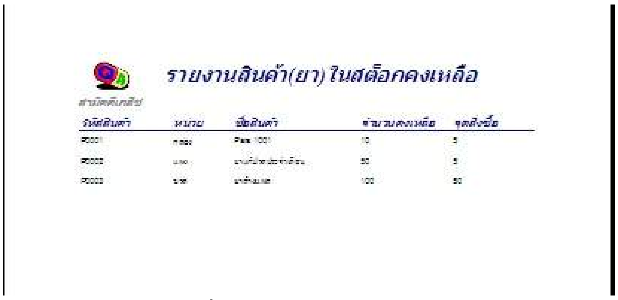
4. ผลการทดลอง

ในผลการทดลองของระบบสารสนเทศที่นำเสนอจะแสดงอยู่ในรูปของหน้าต่างโปรแกรมแอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้น ในส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

รูปที่ 5 หน้าต่างการสต๊อกยา

รูปที่ 6 หน้าต่างข้อมูลยา

ในระบบสารสนเทศที่นำเสนอนี้ สามารถพิมพ์ข้อมูลต่างๆ ของร้านยาออกมาในรูปแบบไฟล์เอกสารรายงานดังรูปที่ 7 ทำให้เจ้าของร้านสามารถดูข้อมูลได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 7 ใบรายงานสินค้าคงเหลือ

5. สรุป

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารและจัดการร้านขายยาที่นำเสนอนี้ สามารถทำงาน 4 ส่วนหลักคือ ส่วนหน้าร้าน เป็นส่วนที่ทำการขายยาให้ลูกค้า ส่วนที่สองเป็นส่วนหลังร้านที่ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับสต๊อกยา ส่วนที่สามเป็นส่วนการจัดการฐานข้อมูลต่างๆ เช่นการทำสลากยา ใบตรวจนับสินค้า และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนการจัดการเพื่อการบริหารร้านขายยา เพื่อช่วยให้เจ้าของร้าน หรือผู้ดูแลร้านสามารถเข้าใจถึงสถานการณ์ของร้านในปัจจุบันได้

จากการให้ร้านขายยาจำนวน 12 ร้านค้า ได้ข้อสรุปว่าระบบสารสนเทศที่นำเสนอสามารถใช้งานได้ง่าย มีเรื่องการดำเนินงานที่เกี่ยวกับร้านครบถ้วน แต่อยากให้ระบบนี้สามารถเชื่อมต่อกับโรงพยาบาลของลูกค้าเพื่อดูข้อมูลยาที่ลูกค้าใช้อยู่ จะได้ช่วยป้องกันการสั่งจ่ายผิด แต่ในส่วนนี้ผู้วิจัยไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเป็นส่วนที่จะต้องได้รับการอนุมัติจากทางโรงพยาบาล

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวสินี ตันไทย ที่ช่วยในการทำการสำรวจรวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] "Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน," กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา, 2559.

[2] อนุสรณ์ สว่างศรี, "Innovation Trends Thailand 4.0," Digital Marketing, 2017.

[3] K. J. Majoos, "Data Flow Diagrams and Use Cases," Majlk Consulting Pty Ltd. 2006.

[4] L. H. Sullivan, "Just Enough Structured Analysis," Ed Yourdon, 2006.

[5] J. K. Groff, P. N. Weinberg, "SQL: The Complete Reference," McGraw-Hill, 2002.

[6] A. Beaulieu, "Learning SQL," O'Reilly Media, Inc., 2009.

[7] R. K. Stephens, "Teach Yourself SQL in 21 Days, Second Edition," Macmillan Computer Pushier, USA, 2009.

[8] H. Petter, "Structure Query Language," Halvorsen,2016.

อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อช่วยคนพิการทางสายตาข้ามถนน

The Prototype Device to Assist Visually Impaired used to Crossroad

บุณยวีย์ บุณยสาระนัย เศรษฐ์ ขานอยู่ พุทธิพงศ์ สินธพพันธุ์ สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล และไพศาล สิทธิโยภาสกุล
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: paipaperite@gmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้งานระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับโมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24AX เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา และคนชราในการข้ามถนน โดยที่ผู้พิการทางสายตา หรือคนชราจะพกตัวส่งสัญญาณไร้สายไว้ติดตัว เมื่อเดินผ่านบริเวณเสาไฟสัญญาณจราจรที่มีการติดตั้งอุปกรณ์สมองกลที่ใช้ควบคุมสัญญาณไฟในการข้ามถนนอยู่ อุปกรณ์ตัวนี้จะทำการขอไฟสัญญาณจราจรเพื่อข้ามถนน และยังมีลำโพงกระจายเสียง เพื่อช่วยให้ทราบว่าสามารถข้ามถนนได้เมื่อใด และเหลือเวลาในการข้ามอีกเท่าไร

คำสำคัญ: สมองกลฝังตัว, โมดูลสื่อสารไร้สาย, ผู้พิการทางสายตา,

Abstract

In this research is application to embedded system and the wireless module as DCBT-24AX for helping blinder and elder to cross the road. They will keep wireless module near them when they walking through traffic light area which has installed with embedded device to control traffic light for crossing road. It will send a request to traffic light to give blinder and elder a chance in cross road moreover, this wireless sensor has a loudspeaker to inform whether they can cross the road or still waiting for sign and the remaining time for crossing.

Keywords: embedded, wireless module, blinder

1. บทนำ

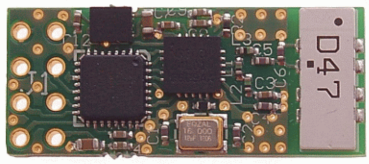
จากรายงานสถิติการเกิดอุบัติเหตุเมื่อปี 2557 [1] พบว่าใน 1 วันจะ มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบนท้องถนนประมาณ 300 - 450 ครั้ง มีผู้บาดเจ็บประมาณ 200 คนเป็นอย่างน้อย โดยผู้พิการทางสายตา และคนชราจัดเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ เพราะผู้พิการทางสายตาจะขาดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ไม่สามารถรับรู้ได้ว่ามียานพาหนะที่มาจากระยะทางไกลๆ ได้ และคนชราที่ความสามารถในการรับรู้ และความสามารถในการเคลื่อนไหวได้ไม่ดี จึงเป็นอันตรายต่อการข้ามถนนเป็นอย่างมาก

จึงเป็นสาเหตุของการทำวิจัยนี้ เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา และคนชรา ให้ข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย โดยอาศัยโมดูลในการส่งแบบไร้สาย [2] แบบ DCBT -21AX ที่มีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ เหมาะกับการใช้ในจำนวนมาก มาประยุกต์ร่วมกับสมองกลฝังตัว [3] ที่ใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อใช้ในการข้ามถน

2. โมดูลฮาร์ดแวร์ที่ใช้

2.2 โมดูลไร้สาย DCBT-24AX

โมดูลไร้สายรุ่น DCBT-24AX [4 –5] ดังรูปที่ 1 เป็นโมดูลรับส่งไร้สายแบบคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4GHz กินพลังงานต่ำ และมีขนาดเล็ก นำไปติดตั้งกับอุปกรณ์อื่นได้ง่าย ภายในโมดูลนี้จะประกอบไปด้วยชิพ nRF24L01ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งคลื่นวิทยุ และมีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega168V ที่ใช้ในการประมวลผล หรือโปรแกรมที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่อร่วมภายนอกได้



รูปที่ 1 โมดูลไร้สาย DCBT-24AX

นอกจากนี้ โมดูลไร้สายนี้ สามารถทำการปรับระยะการติดต่อสื่อสารได้ทั้งแต่ 1-50 เมตร ได้ด้วยการปรับกำลังส่งของโมดูล นับว่าเป็นโมดูลที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในงานวิจัยนี้

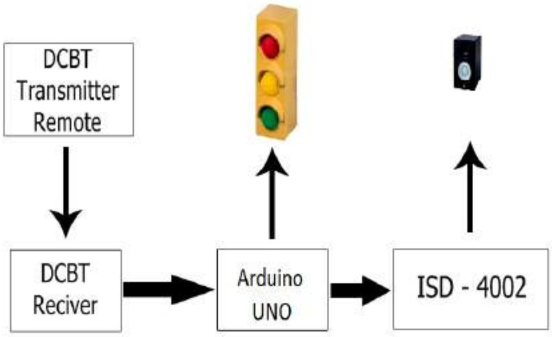
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO

ระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้ในงานวิจัย ผู้วิจัยเลือกบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO [6-8] เนื่องจากเป็นบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานได้ง่าย มีแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า และมีราคาถูก โดยตัวบอร์ดนี้ทำงานที่ความถี่ 16 MHz มีหน่วยความจำแบบแรม 2KB และแบบแฟลช 32KB มีพอร์ตเป็นดิจิตอลอินพุท/เอาต์พุต 16 พอร์ต ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย

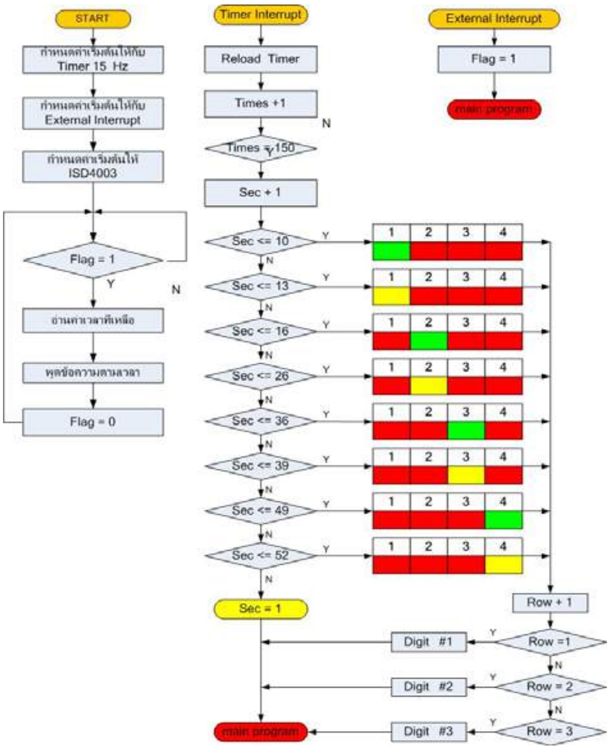
รูปที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO

3. การออกแบบ



รูปที่ 3 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัยที่นำเสนอ

ในการออกแบบจะมีภาพรวมดังรูปที่ 3 โดยในการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนอุปกรณ์ที่ติดต่อตัวกับผู้พิการทางสายตาหรือคนชรา จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปให้ส่วนควบคุมไฟจราจรเมื่อต้องการข้ามถนน ส่วนควบคุมไฟจราจร เมื่อได้รับการร้องขอการข้ามถนนจากส่วนผู้พิการสายตา หรือคนชราแล้ว ระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้ Arduino UNO เป็นตัวประมวลผลหลักในการสั่งควบคุมไฟจราจรและควบคุมวงจรเสียง เพื่อบอกให้ทราบว่าจะได้ข้ามถนนตอนไหน และเหลือเวลาในการข้ามถนนเท่าไร โดยในส่วนระบบสมองกลฝังตัวสามารถแสดงเป็นโฟลว์ชาร์ตดังรูปที่ 4

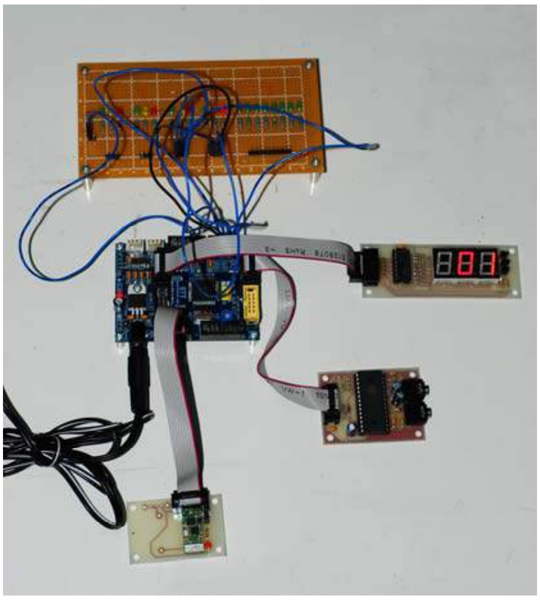


รูปที่ 4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบสมองกลฝังตัว

4. ผลการทดลอง

อุปกรณ์ต้นแบบที่นำเสนอประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ส่งสัญญาณเพื่อขอข้ามถนน และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมไปจราจร ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ

รูปที่ 5 อุปกรณ์ต้นแบบที่ให้ผู้ใช้พกติดตัว



รูปที่ 6 อุปกรณ์ต้นแบบฝั่งควบคุมไฟจราจร

ในการทดลองอุปกรณ์ต้นแบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการกำหนดระยะการรับส่งของโมดูลไร้สายเพื่อหาระยะที่เหมาะสมสำหรับการให้ผู้พิการทางสายตา หรือคนชราได้ใช้งาน โดยระยะทางในการสื่อสารขอโมดูลขึ้นอยู่กับอัตรากำลังส่งของโมดูลที่สามารถกำหนดได้ด้วยการตั้งค่าคำสั่งดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองระยะการรับส่งของโมดูลไร้สาย

Rf gain	ระยะทาง(เมตร)
0x09	3
0x0B	4
0x0D	5
0xFF	6
0x01	6
0x03	8
0x05	10
0x07	12

จากตารางที่ 1 เมื่อคิดถึงการนำไปใช้งานจริงนั้น ผู้ถืออุปกรณ์นี้ควรอยู่ห่างจากทางข้ามถนนไม่เกิน 2 เมตรกรณีที่อยู่ฝั่งเดียวกับไฟจราจร และห่างไม่เกิน 12 เมตร กรณีอยู่ทางฝั่งตรงข้ามไฟจราจร

5. สรุป

บทความวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตา และคนชรา ในเรื่องของการข้ามการถนน จากการทดลองอุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ข้ามถนนที่เป็นทางข้ามเดี่ยวเท่านั้น ซึ่งมีระยะทางข้ามไม่เกิน 15 เมตร โดยในส่วนของการควบคุมไฟจราจรจะมีการตั้งเวลาให้ผู้ใช้ข้ามมากกว่าปกติ คืออยู่ที่ 30 – 50 วินาที ซึ่งเป็นเวลาเฉลี่ยที่ผู้พิการทางสายตา และคนชรา สามารถข้ามถนนในระยะดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย และมีเสียงเตือนบอกเวลาในการข้ามแบบนับถอยหลัง แต่เนื่องจากอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้อุปกรณ์ที่มีการจำกัดงบประมาณ ดังนั้นเสียงออกมานั้นไม่ดังเท่าที่ควร จากการทดสอบพบว่า จำเป็นจะต้องใช้วงจรขยายสัญญาณเสียงขั้นต่ำ 50 วัตต์ สำหรับการใช้ในทางข้ามถนนจริง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวปทุมรัตน์ อุปวรพงษ์ นายศุภชัย วงษ์ม่วง และนายสุพัชร เหลี่ยงสกุล ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ข้อมูลอุบัติเหตุทางบก [online]; http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries21.html
[2] W. Stallings, "Wireless Communications and Networks," Pearson Prentice Hall, 2005.
[3] S. Heath, "Embedded Systems Design," Newens. 2003.
[4] RF Digital 2.4GHz RF Transceiver Module with Built-in RFDP8,Keyfob / RFID, & Eval Board [online]; https://www.mouser.com/new/rfdigital/rfdigital-RFD21733/
[5] DCBT-24AX RF Transceiver Module 2.4 GHz Datasheet [online]; http://www.es.co.th/schemetic/pdf/DECIBIT.pdf
[6] B. W. Evans, "Arduino Programming Notebook," 2007.
[7] M. McRobert, "Beginning Arduino," Technology in action, 2013.
[8] J. Baichtal, "Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs," 2013.

ตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปปรับค่าได้สำหรับการสื่อสารบนโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM

Tunable Optical Drop Filter for DWDM Passive Optical Network

จีรภา เพลาวัน[1] และ สมมาตร แสงเงิน[2]
[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
[2] Optical Communication Research Lab ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 Email: sangngern@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปปรับค่าได้สำหรับการสื่อสารบนโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM จากการจำลองและวิเคราะห์ผลการส่งผ่านสัญญาณแสงทางด้านเอาต์พุต E_{drop} โดยการปรับค่าความยาวลูป L_1 และ L_2 เท่ากับ 24 mm ค่าสัมประสิทธิ์การคับปลิ้งของออปติคอลคับเปอร์ $(\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa_3 = \kappa_4)$ เท่ากับ 0.5, ค่า ΔL เท่ากับ 0.2 mm พบว่าตัวกรองสัญญาณแสงสามารถกรองสัญญาณแสงที่มีระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ (channel spacing) เท่ากับ 0.2 nm และค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ (channel bandwidth) เท่ากับ 0.01 nm จากผลของการปรับค่า L_1 และ L_2 ที่เหมาะสมจะส่งผลทำให้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณและค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวกรองสัญญาณในโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์แบบ DWDM (DWDM-PON)

คำสำคัญ : ตัวกรองสัญญาณแสง, โครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ, ดีดับเบิลยูดีเอ็ม

Abstract

This paper presents Tunable Optical Drop Filter for communication on the network in Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) . Base on the simulation and analysis of the optical for output port E_{drop}. By adjusting the wavelength loop L_1 and L_2 is 24 mm, optical coupling coefficient $(\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa_3 = \kappa_4)$ is 0.5, ΔL is 0.2 mm and other parameters to the appropriate value for the optical filter. It was found that the optical filter can filter the signal with a channel spacing is 0.2 nm and the channel bandwidth is 0.01 nm. The analysis result of adjustment the length loop L_1 and L_2 cause to channel spacing and channel bandwidth have the transition. The result can apply to be optical drop filter of Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) with Frequency Grid 12.5 GHz according to ITU-T.G.694.1 standard or using on the DWDM-PON system as efficiency.

Keyword: optical filter, Passive Optical Network, DWDM

1. บทนำ

โครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟ หรือ Passive Optical Network (PON) [1] เป็นโครงข่ายการสื่อสารที่นิยมถูกนำมาใช้งานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะโครงข่ายการให้บริการระบบอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง รวมถึงพฤติกรรมความต้องการใช้ข้อมูลต่างๆของมนุษย์ที่มีแนวโน้มมากขึ้น ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาระบบการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM มาใช้ในโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีฟที่เรียกว่า ระบบ DWDM-PON ซึ่งเป็นระบบที่มีการส่งสัญญาณแสงแบบหลายความยาวคลื่น โดยมีระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณเท่ากับ 0.2 nm (Frequency Grid 12.5 GHz) ตามมาตรฐาน ITU-T G.694.1 [2] ดังนั้น หากพิจารณาการนำสัญญาณแสงที่ส่งในระบบ DWDM-PON มาใช้งาน จำเป็นจะต้องอาศัยตัวกรองสัญญาณแสงที่มีความสามารถในการกรองสัญญาณแสงเหล่านั้นที่อยู่ใกล้กันมากๆ ได้ดี ดังนั้น การออกแบบตัวกรองสัญญาณแสงเพื่อนำมาใช้ในระบบ DWDM-PON จึงเป็นที่สนใจและมีการทำวิจัยกันอย่างมาก ในปี 2007 G.Talli และคณะ [3] ได้นำเสนอโครงสร้างและแบบจำลองของตัวกรองสัญญาณแสงสำหรับระบบ DWDM-PON เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการขยายสเปกตรัมสำหรับใชเป็นรูปแบบตัวกรองสัญญาณแสงที่เหมาะสม ในปี 2008 Jae-Nam Yim และคณะ [4] ได้นำเสนอระบบ Ultra DWDM-PON โดยใช้การส่งสัญญาณแสงจำนวน 256 ช่องสัญญาณที่ Frequency Grid 12.5 GHz หรือระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.2 nm ต่อมาในปี 2014 H.K.Shim และคณะ [5] ได้ทดลองการส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็ว 12.5 Gbps ในระบบ Ultra DWDM-PON ที่มีค่า Frequency Grid 12.5 GHz และทำการ

วิเคราะห์ผลกระทบการไขว้แทรกของสัญญาณ (crosstalk) ที่เกิดจากการกรองสัญญาณแสงของตัวกรองสัญญาณแสง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่นำเสนอตัวกรองสัญญาณแสงที่มีโครงสร้างแบบอื่นๆ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาตัวกรองสัญญาณแสงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น บทความนี้ได้นำเสนอโครงสร้างตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปปรับค่าได้สำหรับการสื่อสารบนโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM ซึ่งมีโครงสร้างของอุปกรณ์ตัวกรองสัญญาณแสงที่ประยุกต์ใช้เรโซเนเตอร์วงแหวนเส้นใยนำแสงทำงานร่วมกับแมคแซนเดอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ พร้อมทั้งหลักการวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวกรองสัญญาณแสง ที่สามารถนำไปใช้ในการกรองสัญญาณแสงที่มีค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.2 nm และมีค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณน้อยๆ ได้ โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม

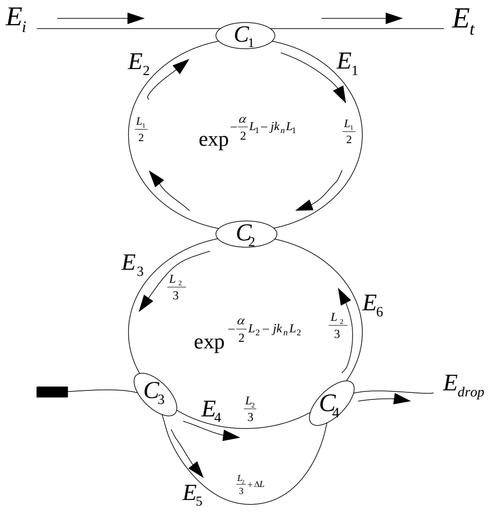
2. ทฤษฎีของตัวกรองสัญญาณแสงที่นำเสนอ

โครงสร้างและการทำงานของตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปปรับค่าได้สำหรับการสื่อสารบนโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแบบ DWDM ที่เกิดจากการนำออปติคอลคับเปอร์มาต่อเป็นลักษณะลูป (loop) อนุกรมกัน 2 วงแหวน โดยนำโครงสร้างของเรโซเนเตอร์วงแหวนต่อใช้งานร่วมกับแมคเซนเดอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ สามารถแสดงโครงสร้างดังรูปที่ 1 สัญญาณจากแหล่งกำเนิดแสง ถูกป้อนเข้าสู่ระบบเรโซเนเตอร์วงแหวนต่อใช้งานร่วมกับแมคเซนอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ ซึ่งสามารถแทนด้วยสนามไฟฟ้าที่เป็นฟังก์ชันตามเวลา $E_{in}(t)$ ดังสมการที่ (1)

$$E_{in}(t) = E_0 \exp\left[-\alpha L + j\phi_0(t)\right] \tag{1}$$

จากสมการที่ (1) ประกอบด้วยขนาดของสัญญาณ (amplitude : E_0) เทอมของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (attenuation: α) ค่าคงที่เฟส (Phase constant : ϕ_0) และความยาวลูป (loop length : L)

จากรูปที่ 1 เมื่อป้อนสัญญาณแสงที่แทนด้วยสนามไฟฟ้า E_i ที่มีความยาวคลื่นหนึ่งเข้าไปที่อินพุต สนามไฟฟ้านี้จะเดินทางมายังออปติคอลคับเปอร์ตัวที่ 1 (C_1) โดยกำหนดให้ $C = \sqrt{1-\kappa}$ สนามไฟฟ้าเกิดการคับปลิ้ง (coupling) ได้เป็นสนามไฟฟ้า E_t ซึ่งเป็นเอาต์พุตที่ 1 โดยสนามไฟฟ้า E_1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (2) และ (3)



รูปที่ 1 โครงสร้างตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปปรับค่าได้

$$E_t = E_i\sqrt{1-\kappa_1} + E_2 j\sqrt{\kappa_1}\, e^{-\frac{\alpha L_1}{2\,2} - jk_n\frac{L_1}{2}} \tag{2}$$

$$E_1 = E_i j\sqrt{\kappa_1} + E_2\sqrt{1-\kappa_1}\, e^{-\frac{\alpha L_1}{2\,2} - jk_n\frac{L_1}{2}} \tag{3}$$

จากนั้น สนามไฟฟ้าเดินทางตามความยาวลูป L_1 มายังออปติคอลคับเปอร์ตัวที่ 2 (C_2) สนามไฟฟ้าเกิดการคับปลิ้ง ได้เป็นสนามไฟฟ้า E_2 และสนามไฟฟ้า E_3 แสดงความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าได้ดังสมการ 4 และ 5

$$E_2 = E_1\sqrt{1-\kappa_2}\, e^{-\frac{\alpha L_1}{2\,2} - jk_n\frac{L_1}{2}} + E_6 j\sqrt{\kappa_2}\, e^{-\frac{\alpha L_2}{2\,3} - jk_n\frac{L_2}{3}} \tag{4}$$

$$E_3 = E_1 j\sqrt{\kappa_2}\, e^{-\frac{\alpha L_1}{2\,2} - jk_n\frac{L_1}{2}} + E_6\sqrt{1-\kappa_2}\, e^{-\frac{\alpha L_2}{2\,3} - jk_n\frac{L_2}{3}} \tag{5}$$

โดยที่สนามไฟฟ้า E_3 เดินทางต่อไปตามความยาวลูป L_2 มายังออปติคอลคับเปอร์ตัวที่ 3 (C_3) ได้เป็นสนามไฟฟ้า E_4 และสนามไฟฟ้า E_5 แสดงความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (6) และ (7)

$$E_4 = E_3\sqrt{1-\kappa_3}\, e^{-\frac{\alpha L_2}{2\,3} - jk_n\frac{L_2}{3}} \tag{6}$$

$$E_5 = E_3 j\sqrt{\kappa_3}\, e^{-\frac{\alpha L_2}{2\,3} - jk_n\frac{L_2}{3}} \tag{7}$$

จากนั้นสนามไฟฟ้า E_4 เดินทางต่อไปตามความยาวลูป L_2 และสนามไฟฟ้า E_5 เดินทางต่อไปตามความยาวลูป $L_2 + \Delta L_2$ มายัง

ออปติคอลคับเปอร์ตัวที่ 4 (C_4) สนามเกิดการคับปลิ้งได้เป็นสนามไฟฟ้า E_6 และสนามไฟฟ้า E_{drop} ซึ่งเป็นเอาต์พุตที่ 2 ตามลำดับ โดยแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (8) และ (9)

$$E_6 = E_4\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha L_2}{2\;3}-jk_n\frac{L_2}{3}} + E_5 j\sqrt{\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}(\frac{L_2}{3}+\Delta L)-jk_n(\frac{L_2}{3}+\Delta L)} \quad (8)$$

$$E_{drop} = E_4 j\sqrt{\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha L_2}{2\;3}-jk_n\frac{L_2}{3}} + E_5\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}(\frac{L_2}{3}+\Delta L)-jk_n(\frac{L_2}{3}+\Delta L)} \quad (9)$$

จากความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าในสมการที่ (2) – (9) สามารถนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าที่เอาต์พุต E_{drop} ของอุปกรณ์ตัวกรองสัญญาณแสงได้ดังสมการที่ (10)

$$E_{drop} = \frac{\begin{gathered}-E_i j\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_3}\,e^{-\frac{\alpha 2L_2}{2\;3}-jk_n\frac{2L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}}+E_{ij}(1-\kappa_3)\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_2}\,e^{-\frac{\alpha 5L_2}{2\;3}-jk_n\frac{5L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}} \\ -E_i j\kappa_4\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_2}\sqrt{1-\kappa_3}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_2-jk_nL_2}e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}} \\ -E_i j\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha L_2}{2\;3}-jk_n\frac{L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}}e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)} \\ -E_i j(1-\kappa_4)\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_2}\sqrt{1-\kappa_3}\,e^{-\frac{\alpha 4L_2}{2\;3}-jk_n\frac{4L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}}e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)} \\ +E_i j\kappa_3\sqrt{\kappa_1}\sqrt{\kappa_2}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_2}\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_2-jk_nL_2}e^{-\frac{\alpha L_1}{2\;2}-jk_n\frac{L_1}{2}}e^{-\frac{\alpha}{2}2\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n2\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)}\end{gathered}}{\begin{gathered}\left(1-\sqrt{1-\kappa_2}\sqrt{1-\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_2-jk_nL_2}+\sqrt{\kappa_3}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_2}\,e^{-\frac{\alpha 2L_2}{2\;3}-jk_n\frac{2L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)}\right) \\ (1-\sqrt{1-\kappa_2}\sqrt{1-\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_2-jk_nL_2}+\sqrt{\kappa_3}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_2}\,e^{-\frac{\alpha 2L_2}{2\;3}-jk_n\frac{2L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L\right)}-\sqrt{1-\kappa_1}\sqrt{1-\kappa_2}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_1-jk_nL_1} \\ +\sqrt{1-\kappa_1}\sqrt{1-\kappa_3}\sqrt{1-\kappa_4}\,e^{-\frac{\alpha}{2}L_2-jk_nL_2}e^{-\frac{\alpha}{2}L_1-jk_nL_1}-\sqrt{\kappa_3}\sqrt{\kappa_4}\sqrt{1-\kappa_1}\,e^{-\frac{\alpha}{2}\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L_2\right)-jk_n\left(\frac{L_2}{3}+\Delta L_2\right)}e^{-\frac{\alpha 2L_2}{2\;3}-jk_n\frac{2L_2}{3}}e^{-\frac{\alpha}{2}L_1-jk_nL_1})\end{gathered}} \quad (10)$$

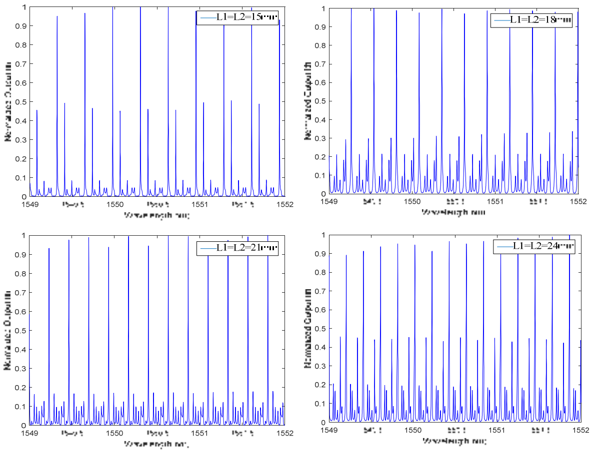
โดยที่

- α คือ ค่าการสูญเสียของเส้นใยแก้วนำแสง (fiber loss)
- k_n คือ ค่าคงที่ของการแพร่กระจ่ายคลื่น (propagation constant)
- n คือ ค่าดรรชนีหักเหของคอร์ (refractive index)
- κ คือ ค่าสัมประสิทธ์การคัปปลิ้ง (coupling coefficient)
- λ คือ ความยาวคลื่นแสง (wavelength)
- L คือ ความยาวลูป (Waveguide length)

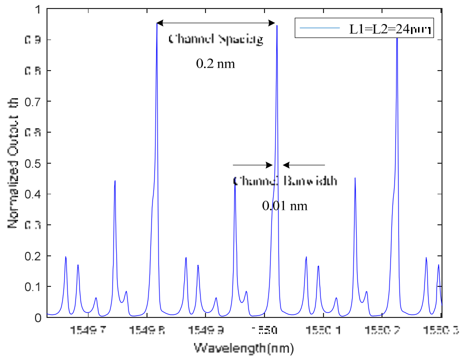
3. การวิเคราะห์ผลการจำลอง

การวิเคราะห์ตัวกรองสัญญาณแสงซึ่งอาศัยหลักการและคุณลักษณะการส่งผ่านของตัวกรองสัญญาณแสงและทำการจำลองผล (simulation) โดยใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งจะพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณแสงที่เหมาะสม ตัวกรองสัญญาณแสงที่นำเสนอเป็นอุปกรณ์เชิงแสงจึงพิจารณาสัญญาณเอาต์พุต E_{drop} กับสนามไฟฟ้าที่ป้อนเข้า E_i ในเทอมของความเข้มแสงตามความสัมพันธ์ของสมการ (10) จะได้เป็น $I_{drop} = \frac{I_{drop}}{I_i} = \left|\frac{E_{drop}}{E_i}\right|^2$ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวกรองสัญญาณแสงคือ ค่าสัมประสิทธิ์การคับปลิ้งของออปติคอลคับเปอร์ โดยที่ ($\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa_3 = \kappa_4$) เท่ากับ 0.5, ค่าอินพุต E_i เท่ากับ 1 ค่าดัชนีการหักเหของคอร์ (n) เท่ากับ 1.47, ค่าการสูญสัยของเส้นใยแก้วนำแสง (α) เท่ากับ 0.01, ระยะความยาวลูป ($L_1 = L_2$) เท่ากับ 5 mm – 24 mm , ค่า ΔL เท่ากับ 0.2 mm, ความยาวคลื่น (λ) เท่ากับ 1549 nm ถึง 1552 nm โดยความสัมพันธ์ค่าความยาวคลื่นกับค่าสัญญาณเอาต์พุต I_{drop} ได้ดังรูปที่ 2

โดยรูปที่ *2* แสดงสัญญาณการส่งผ่านที่เอาต์พุต I_{drop} ที่มีค่าความยาวลูป ($L_1 = L_2$) มีค่าต่างกันโดยการปรับค่าความยาวลูป 15 mm ทำให้ได้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.3 nm ค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณเท่ากับ 0.01 nm และจำนวนของช่องสัญญาณ (number of channel) เท่ากับ 9 ช่องสัญญาณ จากนั้นเปลี่ยนค่า $L_1 = L_2$ = 18 mm จะได้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.28 nm ค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณเท่ากับ 0.01 nm และจำนวนของช่องสัญญาณ เท่ากับ 11 ช่องสัญญาณ เปลี่ยนค่า $L_1 = L_2$ = 21 mm จะได้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.25 nm ค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณเท่ากับ 0.01 nm และจำนวนของช่องสัญญาณเท่ากับ 12 ช่องสัญญาณ จากนั้นเปลี่ยนค่า $L_1 = L_2$ = 24 mm จะได้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.2 nm ค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ เท่ากับ 0.01 nm และจำนวนของเท่ากับ 15 ช่องสัญญาณ แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่แสดงในรูปที่ (2) ข พบว่ายังมีฮาโมนิกส์ของสเปคตรัมที่ไม่ต้องการปรากฏอยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งจะต้องหาวิธีการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

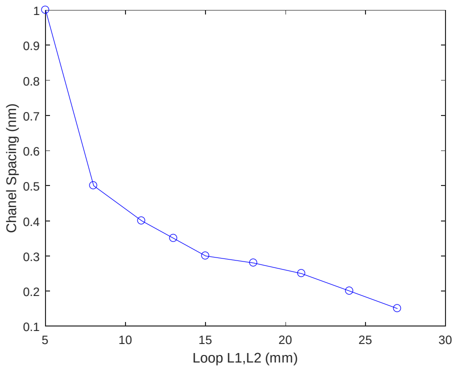


(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก) สัญญาณเอาต์พุต I_{drop} ที่ค่าความยาวลูปแตกต่างกัน (ข) ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณและมีค่าแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวลูปกับค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวลูปกับค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ จากรูปที่ 3 พบว่า เมื่อทำการปรับค่าความยาวลูป ($L_1 = L_2$) เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณมีค่าลดลง และจำนวนช่องสัญญาณแสงมีจำนวนเพิ่มขึ้น จากผลที่ได้ดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นตัวกรองสัญญาณแสงและประยุกต์ใช้งานในโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM (DWDM-PON) ที่มีค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ 0.2 nm ตามมาตรฐาน ITU-T G.694.1 ที่ค่า Frequency Grid 12.5 GHz ได้

4. สรุป

จากการวิเคราะห์ตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปสำหรับประยุกต์ใช้งานในโครงข่ายเชิงแสงแบบพาสซีพด้วยเทคนิคการมัลติเพลกซ์เชิงแสงแบบ DWDM (DWDM-PON) พบว่าอุปกรณ์ตัวกรองสัญญาณแสงแบบดรอปดังกล่าวข้างต้น สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าความยาวลูป ($L_1 = L_2$) เท่ากับ 24 mm นั้นส่งผลให้ค่าระยะห่างระหว่างช่องสัญญาณ เท่ากับ 0.2 nm ค่าแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ เท่ากับ 0.01 nm และจำนวนของช่องสัญญาณเท่ากับ 15 ช่องสัญญาณ ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ จึงสามารถนำโครงสร้างนี้ไปประยุกต์เป็นอุปกรณ์ตัวกรองสัญญาณแสงที่ปรับค่าได้ สำหรับการใช้งานในระบบ DWDM-PON ที่มีช่องสัญญาณที่แคบๆได้ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ITU-T.G.694.1 ที่ Frequency Grid 12.5 GHz ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Weinstein, Y.Luo, T.Wang, *Passive Optical Network*, IEEE PRESS, 2012.

[2] ITU-T G. 694.1, “Spectral grid for WDM applications : DWDM frequency grid”, February 2012.

[3] G.Talli, C.W.Chow and P.D.Townsend, “Filter Impact in Spectrally-Broadened Rayleigh Noise Reduction Schemed for DWDM-PONs”, *IEEE Photonics Technology Letters*, 2007.

[4] Jea-Nam Yim, Gyo-Sun Hwang, and Jea-Seung Lee. “Ultra-Dense WDM PON with 12.5-GHz Spaced 256 Channels”, *Journal of the Optical Society of Korea*, pp. 351-354, 2008.

[5] H. K. Shim, Hoon Kim, and Y. C. Chung, “Practical 12.5 Gb/s, 12.5-GHz spaced ultra-dense WDM PON” *OPTICS EXPRESS*, vol. 22, no 23, 2014.

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อกระบวนการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2.

The study of temperature conditions which effect while producing 2x2 fiber coupler.

กันตพงศ์ สุวรรณศักดิ์[1] อธิคม ฤกษบุตร[2] สมมาตร แสงเงิน[2]

[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[2] Optical Communication Research Lab ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530 E-mail : s_kantapong@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอผลที่ได้จากเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการให้ความร้อน และ อุณหภูมิ ในขั้นตอนการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2 อีกทั้งได้มีการนำผลการวัดกำลังงานเอาต์พุตของคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้มาพิจารณาค่า Excess loss และค่า Insertion loss เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของคับเปลอร์ รวมทั้งทำการวิเคราะห์สำหรับหาแนวทางการพัฒนาการผลิตคับเปลอร์และเครื่องต้นแบบให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นต่อไป

คำสำคัญ : คับเปลอร์เส้นใยนำแสง, การสูญเสียส่วนเกิน, การสูญเสียเนื่องจากใส่แทรก

Abstract

This paper presents the result of testing after changing method of apply heat and temperature parameter while producing FBT fiber coupler . After that we calculate Excess loss, Insertion loss for check the efficiency of fiber coupler in order to improvement both of fiber coupler and fiber coupler fabrication prototype.

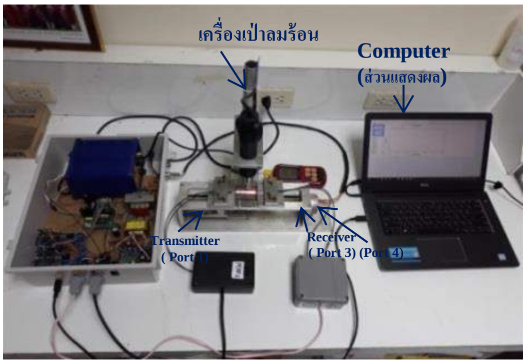
Keywords : fiber coupler, excess loss, insertion loss

1. บทนำ

คับเปลอร์เส้นใยนำแสง (fiber coupler) [1] เป็นอุปกรณ์ทางแสงสำคัญที่ทำหน้าที่รวมหรือแยกสัญญาณแสง ซึ่งในปัจจุบันมีการนำคับเปลอร์เส้นนำแสงไปใช้ทางการศึกษาและใช้งานทางพาณิชย์ ในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2 วิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงก็คือ วิธีการใช้ความร้อนในการผลิต โดยการนำเส้นใยนำแสง 2 เส้นมาทำการพันเกลียวกัน จากนั้นทำการให้ความบริเวณที่พันกันแล้วออกแรงดึง ซึ่งจะได้คับเปลอร์เส้นใยนำแสงมาใช้งาน โดยตัวแปรที่สำคัญในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงโดยใช้ความร้อนก็คือค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต ดังนั้น วิธีการให้ความร้อนเพื่อต้องการค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทำการพิจารณา โดยที่ผ่านมามีนักวิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิซึ่งมีความเกี่ยวข้องในการผลิตคับเปลอร์ เช่น ในปี 1981 เช่น Danh C Tran และคณะ [2] เสนอการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงด้วยวิธี twistetching technique ซึ่งได้ข้อสรุปว่า RTV - potting เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่าอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญที่ต้องคำนึงถึง และผลที่ออกมาก็เป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้ ต่อมาในปี 2015 Dedi และคณะ [3] ทำการผลิตคับเปลอร์เส้นนำแสง โดยใช้ H_2 ในการให้ความร้อน จากการทดลองพบว่า การผลิตด้วยความเร็วในการดึง 150 เมตร / วินาที ที่อุณหภูมิ 1,300 C^o เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพแต่มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

บทความนี้นำเสนอการพิจารณาเงื่อนไขต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ เช่น อุณหภูมิในการผลิต , วิธีการให้ความร้อน โดยใช้เครื่องผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้จัดทำขึ้น [4] สำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสง จากนั้นจะทำการวัดค่ากำลังงานของแสงที่เอาต์พุตของคับเปลอร์เส้นใยนำแสง แล้วนำไปค่ากำลังงานที่ได้ไปคำนวณหา Excess loss และค่า Insertion loss เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณลักษณะของคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ผลิตได้ เพื่อนำไปพัฒนาคับเปลอร์เส้นใยนำแสง และพัฒนาตัวเครื่องต้นแบบให้มีคุณภาพที่ดีมากขึ้นต่อไป

2. เครื่องต้นแบบการผลิตเส้นใยนำแสงชนิด 2x2

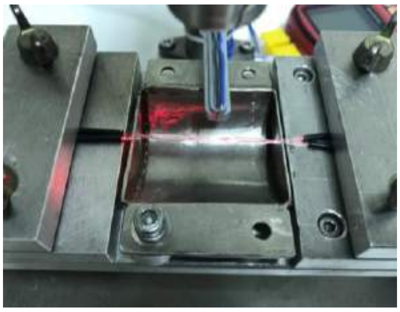


รูปที่ 1 เครื่องต้นแบบผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่จัดทำขึ้น

การทำงานของเครื่องคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2 เริ่มจากการเปิดสวิตช์ตัวที่ 1 เครื่องตัวส่งสัญญาณแสงความยาวคลื่น 650 nm ไปยังพอร์ตที่ 1 ของคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้ทำการติดตั้งกับตัวเครื่อง จากนั้น เปิดสวิตช์ตัวที่ 2 จะเป็นการสั่งให้ระบบทำงาน โดยบอร์ด Aduino จะสั่งให้สเตปปิ้งมอเตอร์ทำการดึงเส้นใยนำแสงให้ยืดออก ซึ่งมีเงื่อนไขการทำงานต่อเนื่อง 2 วินาที หยุดทำงาน 2 วินาที ในขณะเดียวกันบอร์ด Aduino ก็จะส่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อเปิดการทำงานของเครื่องเป่าลมร้อน โดยที่ภาครับสัญญาณแสงจะมีตัวรับสัญญาณแสงเพื่อทำหน้าแปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งต่อไปยังบอร์ด Aduino เพื่อส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลออกมาในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน (voltage) กับเวลา (time)

3. การออกแบบและการทดลอง

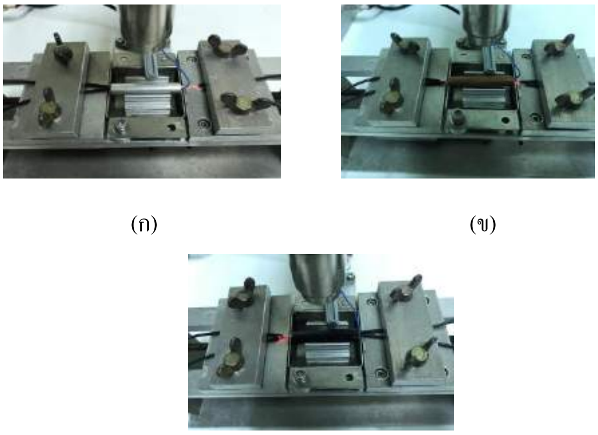
3.1 การทดลองผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงโดยให้ความร้อนโดยตรง



รูปที่ 2 การทดลองให้ความร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 140**C^o**,145 **C^o**,150**C^o**

การทดลองเริ่มจากการนำเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ 2 เส้น นำมาปอกส่วนที่ห่อหุ้มเส้นใยนำแสง (coating) ออกให้เหลือเฉพาะส่วนของแคลดดิ้งและคอร์ประมาณ 6 cm จากนั้นนำกระดาษทราย 3M เบอร์ 413Q มาทำการขัดบริเวณคับปลิ้ง จำนวน 5 ครั้งเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการคับปลิ้ง และทำการนำเส้นใยนำแสงทั้งสองเส้นพันเป็นเกลียวจำนวน 4 รอบ ซึ่งเป็นบริเวณการคับปลิ้ง (coupling region) เส้นใยนำแสงทำการยึดติดเส้นใยนำแสงกับตัวเครื่อง กดสวิตช์เครื่องให้มีการทำงานดึงยืด ในขณะให้ความร้อนก็ให้เครื่องเป่าลมร้อนก็ให้ความร้อน ซึ่งในการทดลองได้มีการวัดผลและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ 140 **C^o** ,145 **C^o** และ 150 **C^o** ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการเก็บบันทึกผลการทดลอง ทำการหา Excess loss , Insertion loss ที่ได้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ผลิตได้ต่อไป

3.2 การทดลองผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงโดยให้ความร้อนในรูปแบบการอบผ่านท่อโลหะ 3 ชนิด (อะลูมิเนียม, ทองแดง และเหล็ก)



(ก) (ข)

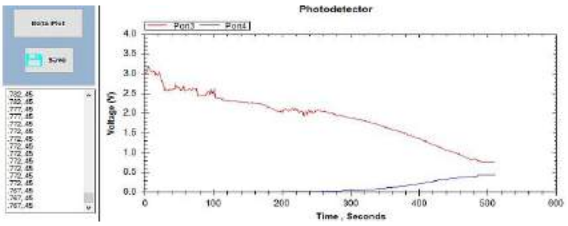
(ค)

รูปที่ 3 การทดลองให้ความร้อนผ่าน (ก) ท่ออะลูมิเนียม (ข) ท่อทองแดง และ (ค) ท่อเหล็ก T= 140 **C^o**,145 **C^o** และ 150**C^o**

รายละเอียดการทดลองในหัวข้อ 3.2 จะมีขั้นตอนเช่นเดียวกับในหัวข้อ 3.1 คือมีการเตรียมปอกเส้นใยนำแสงและใช้กระดาษทรายในการขัดในส่วนคับปลิ้ง แต่ในหัวข้อ 3.2 จะมีการเพิ่มเติม หลังจากทำการพันเกลียวเส้นใยนำแสง 4 รอบได้มีการนำท่อโลหะต่างชนิด 3 ชนิด (ท่อเหล็ก , ท่ออะลูมิเนียม,ท่อทองแดง) มาทำการสวมลักษณะเป็นเตาอบก่อนทำการยึดติดเส้นใยนำแสงกับตัวเครื่อง กดสวิตช์เครื่องให้มีการทำงานดึงยืด ในขณะให้ความร้อน ในการทดลองได้มีการวัดผลและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ 140 **C^o** ,145 **C^o** และ150 **C^o** ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการเก็บบันทึกผลการทดลอง ทำการหา Excess loss ที่เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพคับเปลอร์เส้นใยนำแสงแต่ละเงื่อนไขเพื่อทำการสรุปผล

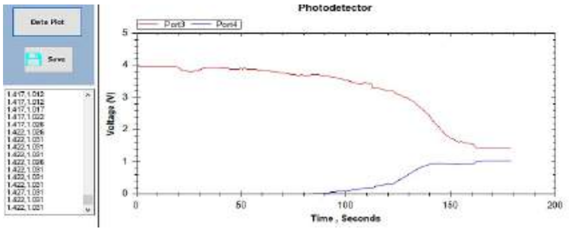
4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองให้ความร้อนโดยตรง (ผ่านอากาศ)



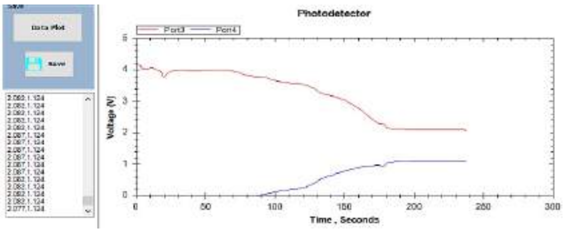
รูปที่ 4 การทดลองให้ความร้อนโดยตรง T =140 **C^o**

Excess loss =5.09 dB Insertion loss P_1 to P_3=7.17dB, P_1 to P_4 =9.27dB



รูปที่ 5 การทดลองให้ความร้อนโดยตรง T =145 **C°**

Excess loss =3.65dB Insertion loss P_1 to P_3=6.89dB, P_1 to P_4 =7.66dB



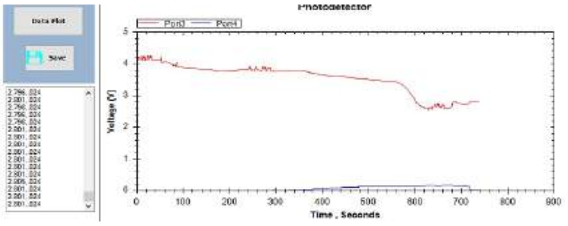
รูปที่ 6 การทดลองให้ความร้อนโดยตรง T =150 **C°**

Excess loss =1.01dB Insertion loss P_1 to P_3=5.44dB, P_1 to P_4 =6.55dB

จากการทดลองให้ความร้อนโดยตรงไปยังในส่วน Coupling region ของเส้นใยนำแสงโดยให้อุณหภูมิที่ต่างกันคือ 140 **C°** ,145 **C°** และ150 **C°** พบว่าการทดลองโดยใช้อุณหภูมิ 150 **C°** ทำให้คับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้จากการผลิตมีคุณภาพดีที่สุด โดยมีค่า Excess loss = 1.01 dB ส่วนค่า Insertion loss P_1 to P_3=5.44 dB และ P_1 to P_4 = 6.55 dB

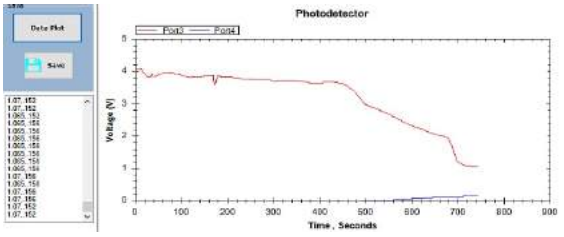
4.2 ผลการทดลองให้ความร้อนผ่านท่อโลหะ 3 ชนิด (อะลูมิเนียม , ทองแดง,เหล็ก)

4.2.1 ผลการทดลองให้ความร้อนผ่านท่ออะลูมิเนียม



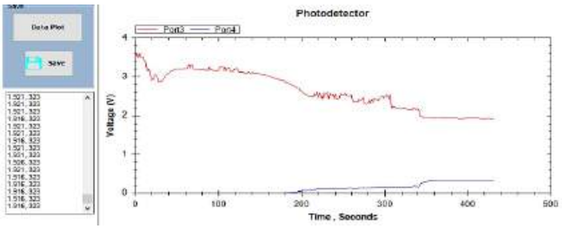
รูปที่ 7 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่ออะลูมิเนียม T =140 **C°**

Excess loss =1.56 dB Insertion loss P_1 to P_3= 1.60 dB, P_1 to P_4= 21.3 dB



รูปที่ 8 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่ออะลูมิเนียม T =145 **C°**

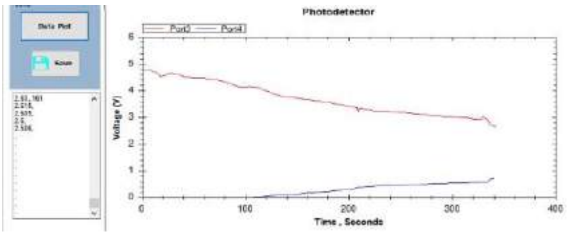
Excess loss =7.30 dBInsertion loss P_1 to P_3=14.7dB,P_1 to P_4 =8.12dB



รูปที่ 9 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่ออะลูมิเนียม T =150 **C°**

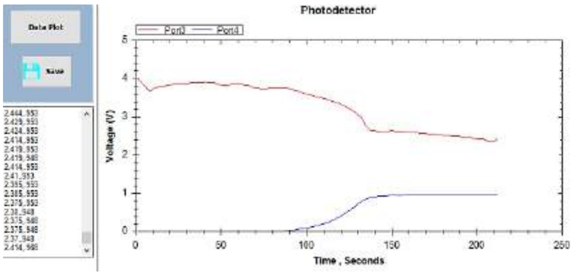
Excess loss =2.08 dB Insertion loss P_1 to P_3=2.82 dB,P_1 to P_4 =10.04 dB

4.2.2 ผลการทดลองให้ความร้อนผ่านท่อทองแดง



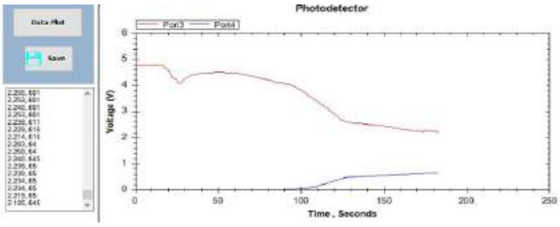
รูปที่ 10 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อทองแดง T =140 **C°**

Excess loss =3.09 dB Insertion loss P_1 to P_3= 4.41dB, P_1 to P_4= 8.91 dB



รูปที่ 11 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อทองแดง T =145 **C°**

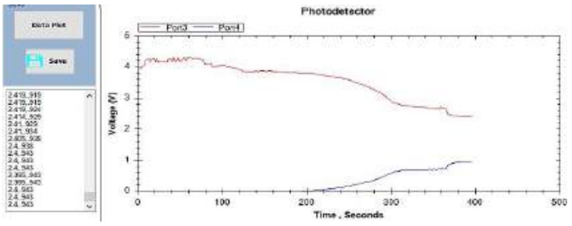
Excess loss =2.93dBInsertion loss P_1 to P_3=4.81dB,P_1 to P_4 =7.47dB



รูปที่ 12 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อทองแดงT =150 **C°**

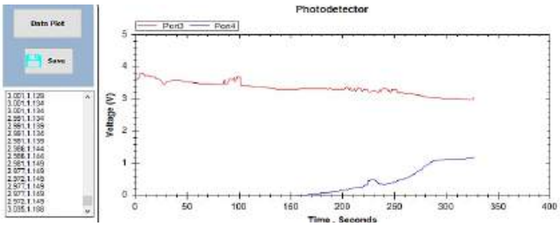
Excess loss =2.26 dB Insertion loss P_1 to P_3=3.64 dB,P_1 to P_4 =7.87 dB

4.2.3 ผลการทดลองให้ความร้อนผ่านท่อเหล็ก



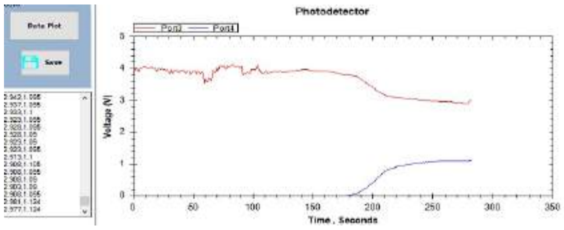
รูปที่ 13 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อเหล็ก T =140 **C°**

Excess loss =1.95 dB Insertion loss P_1 to P_3= 3.19 dB, P_1 to P_4= 7.95 dB



รูปที่ 14 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อเหล็ก T =145 **C°**

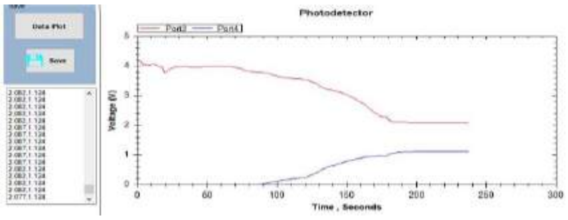
Excess loss =1.17dBInsertion loss P_1 to P_3=3.00 dB,P_1 to P_4 =5.82dB



รูปที่ 15 การทดลองให้ความร้อนผ่านท่อเหล็ก T =150 **C°**

Excess loss =1.90 dB Insertion loss P_1 to P_3=3.50 dB,P_1 to P_4 =7.02 dB

จากการทดลองให้ความร้อนผ่านท่อโลหะทั้ง 3 ชนิด(อะลูมิเนียม , ทองแดง,เหล็ก)ไปยังส่วน Coupling region ของเส้นใยนำแสงโดยให้อุณหภูมิที่ต่างกัน 140,145,150 C° พบว่าการทดลองโดยให้ความร้อนผ่านท่อเหล็กที่อุณหภูมิ 150 **C°** ทำให้สามารถผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงได้คุณภาพดีที่สุดในโลหะ 3 ชนิดนี้โดยได้ค่า Excess loss =1.90 dB Insertion loss P_1 to P_3=3.50 dB,P_1 to P_4 =7.02 dB



รูปที่ 16 การทดลองให้ความร้อนโดยตรง T =150 **C°**

Excess loss =1.01dB Insertion loss P_1 to P_3=5.44dB , P_1 to P_4 =6.55dB

5. สรุป

บทความฉบับนี้เสนอการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงวิธีการให้ความร้อน และ อุณหภูมิในการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด 2x2 โดยมีการนำเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์สองเส้นมาใช้ในการทดลอง ทำการควบคุมแรงดึง และได้ทำการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงวิธีการให้ความร้อน และ อุณหภูมิ จากการทดลอง การให้อุณหภูมิลมร้อนที่ 150 **C°** เวลา 180 วินาที สัญญาณแสงที่ป้อนเข้าไปในคับเปลอร์ที่ได้จากการผลิต สามารถเกิดการส่งผ่านกาลังงานแสงจากคอร์ที่ 1 ไปยังคอร์ที่ 2 ตามหลักการทฤษฎีการส่งผ่านกำลังงานระหว่างโหมด หลังจากการคำนวนได้ค่า Excess loss = 1.01dB Insertion loss P_1 to P_3=5.44 dB , P_1 to P_4 = 6.55 dB ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการทดลอง จากผลการทดลองดังกล่าว สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงเครื่องต้นแบบสำหรับการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดที่มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] John M. Senior, "*Optical Fiber Communications*", Third Edition, PERASON, 2009.

[2] T. Danh, K. Kee, S. Sang, "Single-mode fiber directional couplers fabricated by twist-etching techniques", *IEEE J. Quantum Electron*., vol. 17, pp. 988-991, 1981.

[3] Dedi Irawan, Toto Saktioto, Iwantono, Minarni, Juandi, Jalil Ali, "An optimum design of fused silica directional fiber coupler", *Optik*, vol. 126, pp. 640-644, 2015.

[4] ธีรวัฒน์ อุปลา, กันตพงศ์ สุวรรณศักดิ์, สมมาตร แสงเงิน, อธิคม ฤกษบุตร, "การศึกษาเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดเอฟบีที" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 40, หน้าที่ 548-551 , พฤศจิกายน 2560.

การศึกษาการจัดวางส่วนประกอบในการสร้างคับเปลอร์แบบโพลีเมอร์ชนิด 2x2

The study of component layout for 2x2 polymer fiber coupler

ธีรวัฒน์ อุปลา[1] สมมาตร แสงเงิน[2] อธิคม ฤกษบุตร[2]
[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
[2]Optical Communication Research Lab ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 E-mail: birdteera@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสงโพลีเมอร์แบบ 2x2โดยใช้เครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์ชนิด FBT โดยการหลอมเส้นใยนำแสงสองเส้นที่ตีเกลียวด้วยความร้อนโดยตรง และเพิ่มเติมในส่วนของการขัดผิวของเส้นใยนำแสงก่อนให้ความร้อน พร้อมทั้งพิจารณาค่าการสูญเสียกำลังแสงเพื่อดูประสิทธิภาพของการสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสง

คำสำคัญ: คับเปลอร์เส้นใยนำแสง, ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังงานระหว่างโหมด, ผลิตคับเปลอร์

Abstract

This paper studies the appropriate detail to fabricate 2x2 polymer fiber coupler by using the FBT coupler fabrication prototype. The process deals with two twisted polymer fibers, with and without polishing, being applied by the heat to produce a coupler. The coupler loss is considered to investigate the efficiency of the coupler.

Keywords: fiber coupler, coupler mode theory, FBT

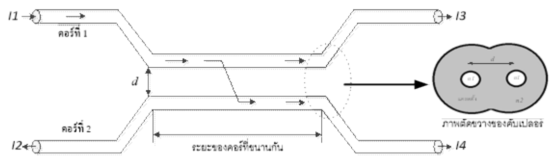
1. บทนำ

ในช่วงที่ผ่านมา คับเปลอร์เส้นใยนำแสง (optical fiber coupler) เป็นอุปกรณ์ทางแสงที่สำคัญที่ใช้ในการทดลองทฤษฎีเส้นใยนำแสง และถูกนำมาใช้ในระบบสื่อสารข้อมูลทางแสง (optical communication systems) โดยใช้ทำหน้าที่แยกหรือรวมสัญญาณ วิธีการสร้างคับเปลอร์ในทางปฏิบัติใช้วิธีหลอมรวมเส้นใยนำแสงสองเส้นที่วางติดกันหรือพันติดกัน แล้วดึงให้เส้นในนำแสงยืดออก ทำให้เส้นเรียวเล็กลงไป (tapering) ทำให้คอร์เคลื่อนที่เข้าใกล้กัน เกิดการคับปลิ้ง เรียกวิธีนี้ว่า Fused-Biconical Taper หรือ FBT โดยในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนา และนำเสนอ วิธีการสร้างและประยุกต์ใช้งานคับเปลอร์เส้นใยนำแสงออกมา เช่น Mohammad Syuhaimi Ab-Rahman และคณะ [1] เสนอการสร้างอุปกรณ์แยกสัญญาณแสงแบบโดยใช้คับเปลอร์ที่ทำจากเส้นใยนำแสงชนิดโพลีเมอร์ โดยวิธีการสร้างด้วยมือ, Mohd Syuhaimi และคณะ [2] การเสนอการการพัฒนาคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์มาสร้างเป็นตัวดีมัลติเพลกเซอร์ โดยการสร้างแบบง่าย และมีประหยัด และต่อมาในปี พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยและคณะได้ศึกษาเครื่องต้นแบบสาหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด FBT โดยออกแบบและจัดสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบการผลิตคับเปลอร์ [3] และที่สำคัญการพัฒนาเครื่องต้นแบบการผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิด FBT ยังถูกนำเสนอน้อยมากในประเทศไทย จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบที่สามารถสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ได้และสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้งานในการสร้างคับเปลอร์แบบเส้นใยแก้วต่อไป

บทความนี้ ได้ทำการศึกษาถึงขั้นตอนในการสร้างคับเปลอร์เส้นใยแก้วชนิดโพลิเมอร์แบบ 2x2 โดยใช้เครื่องต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาก่อนแล้ว [3] เพื่อให้ได้คับเปลอร์ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างคับปลิ้งสัญญาณให้ดียิ่งขึ้น โดยเน้นที่กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยนำแสง การจัดวางองค์ประกอบในการผลิตเป็นสำคัญ โดยยังมิได้คำนึงถึงพารามิเตอร์อื่นเช่น ความเร็วในการดึง และแรงที่ใช้ในการดึง

2. ทฤษฎีและหลักการทำงาน

คับเปลอร์เส้นใยนำแสงใช้วิธีการกระจายพลังงานของสนามอีแวนเนสเซนต์ (evanescent field) ในโหมดพื้นฐาน (fundamental mode) ของแสงที่เดินทางภายในเส้นใยนำแสง พร้อมกับการส่งพลังงานในแบบของการสะท้อนในโหมดที่สูงกว่า (higher order mode) เมื่อเส้นใยนำแสงเปลือยสองเส้นถูกจัดให้อยู่ใกล้กันและมีส่วนของแคลดดิ้งเป็นเนื้อเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของคับเปลอร์ชนิด Fused-Biconical Taper

จากรูปที่ 1 กำหนดให้แสงเดินทางเข้าไปในพอร์ต 1 แสงส่วนหนึ่งจะถูกคับปลิ้งไปยังเส้นในนำแสงอีกเส้นที่พอร์ต 4 และยังเหลือกำลังแสงอีกส่วนยังคงอยู่ที่พอร์ต 3 และยังมีกำลังแสงส่วนน้อยสะท้อนกลับมาที่พอร์ต 2 ในลักษณะของการกระเจิงย้อนกลับ (back scattering) ค่าการคับปลิ้งหรือการส่งผ่านกำลังแสงจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ระยะห่างระหว่างคอร์ *d* และความยาวในช่วงที่คอร์ขนานกัน *D*

การส่งผ่านกำลังแสงจากโหมดของแสงจากคอร์ที่ 1 ไป ยังอีกโหมดหนึ่งของแสงในคอร์ที่ 2 แสดงในสมการโหมดส่งผ่านดังสมดังนี้

$$\frac{db_2}{db} - \beta_1 b_1 = jC_{12} b_2 \quad (1)$$

$$\frac{db_2}{db} - j\beta_2 b_{\ 2} = jC_{21} b_1 \quad (2)$$

เมื่อ β เป็นค่าคงตัวการเดินทาง (propagation constant) ของแสง , b เป็นแอมปริจูดของโหมดแสง (modal amplitude) ที่เกิดการคับปลิ้ง $C=\sqrt{-1}$ และ $C_{12} = C_{21} = C$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์การคับปลิ้ง (coupling coefficient) กำลังงานของแสงระหว่างโหมด ในกรณีที่ใช้เส้นใยนำแสงชนิดเดียวกัน มาสร้างคับเปลอร์ ค่าของ C สามารถแสดงได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{\sqrt{2\Delta}}{a} \frac{U^2}{V^2} \frac{K_0\left(\frac{Wd}{a}\right)}{K_1^2(W)} \quad (3)$$

โดยที่ Δ คือค่าความแตกต่างระหว่างดัชนีหักเหของคอร์ n_1 และ แคลดดิ้ง n_2, a เป็นค่ารัศมีของคอร์, K_q เป็นฟังก์ชั่นเบสเซลแบบประยุกต์ (modified Bessel function) ที่มีอันดับ q, D เป็นระยะของคอร์ที่ขนานกัน, V เป็นความถี่นอร์มอลไลซ์ (normalized frequency) ของเส้นใยนำแสง, W, U เป็นค่าพารามิเตอร์ มีค่าดังต่อไปนี้

$$V = \frac{2\pi a}{a}\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (4)$$

$$W = a\sqrt{\beta^2 - \frac{4x^2}{x^2} n_2^2} \quad (5)$$

$$U = V^2 - W^2 \quad (6)$$

หากเมื่อป้อนแสงที่มีค่าความเข้มแสหนึ่งหน่วยเข้าสู่คับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่พอร์ต 1 แสงที่ออกจากพอร์ต 3 และพอร์ต 4 จะมีค่าความเข้มแสงที่หาได้จากสมการที่ (1) ดังนี้

$$I_3 = I - I_4 \quad (7)$$

$$I_4 = sin^2(CD) \quad (8)$$

การกำหนดให้ความเข้มแสงมีค่าเท่ากับหนึ่งหน่วย สมการข้างต้นจึงหมายถึงค่าอัตราส่วนระหว่างความเข้มแสงระหว่างพอร์ต 3 ต่อพอร์ต 1 และอัตราส่วนระหว่างความเข้มแสง ระหว่างพอร์ต 4 ต่อพอร์ต 1 ตามลำดับ

ค่าความสูญเสียทั้งหมด (excess loss) ของคับเปลอร์สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของอัตราการส่งกำลังงานจากอินพุตไปเอาต์พุตได้เป็น

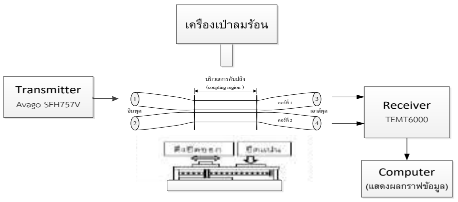
$$\text{Excess loss} = 10\log\frac{I_3+I_4}{I_1} \quad (9)$$

ค่าความสูญเสียสัญญาณที่เปรียบเทียบพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต (insertion loss) เป็นการสูญเสียในลักษณะของเส้นต่อเส้น (port to port) เช่น จากอินพุตพอร์ต 1ไปเอาท์พุตพอร์ต 3 ได้เป็น

$$\text{Insertion loss} = 10\log\frac{I_3}{I_1} \quad (10)$$

3. การจัดวางส่วนประกอบของการทำคับเปลอร์

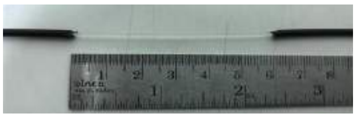
ในส่วนของการจัดสร้างคับเปลอร์เส้นในนำแสงชนิดโพลิเมอร์แบบ 2x2 นั้นได้มีการเน้นที่ส่วนการออกแบบการทดลองสร้างคับเปลอร์ดังรูปที่ 3 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ ตัวเครื่องทำเป็นแท่นยึดเส้นใยนำแสงที่สามารถเคลื่อนที่ด้วย สเตปปิ้งมอเตอร์ ส่วนของเครื่องเป่าลมร้อนให้ความร้อนแก่เส้นใยนำแสง อุปกรณ์ส่งแสงสีแดง 650 nm. และอุปกรณ์รับแสงเพื่อเปลี่ยนกำลังแสงเป็นไฟฟ้า สำหรับส่งต่อไปแสดงผลในคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3 ระบบที่ใช้ในการสร้างคับเปลอร์

ขั้นตอนในการทำคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ ได้กำหนดการทำคับเปลอร์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การจัดเตรียมชิ้นงาน เริ่มจากการเส้นใยนำแสงโพลิเมอร์สองเส้นที่มีขนาดความยาว 90 cm. นำมาปอกโค้ตติ้งออกให้เหลือเฉพาะส่วนของแคลดดิ้งและคอร์โดยมีระยะที่ปอกออกประมาณ 6 cm ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความยาวของส่วนที่ปอกโค้ตติ้ง

- การติดตั้งอุปกรณ์ ป้อนสัญญาณแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 650 nm ที่เข้าพอร์ตที่ 1 (transmitter) ทำการวัดความเข้มแสงที่พอร์ตที่ 3 และพอร์ตที่ 4 (receiver) โดยสัญญาณแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมาณผลต่อไป

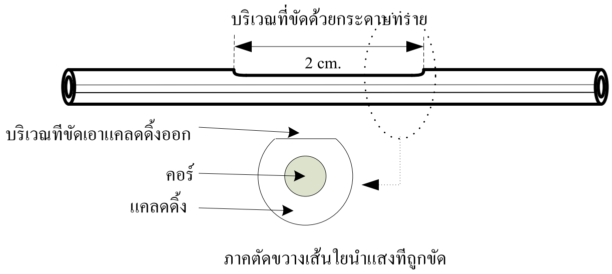
- ส่วนการให้ความร้อน ทำการให้ความร้อนแก่เส้นใยนำแสงบริเวณที่พันกันโดยใช้เครื่องเป่าลมร้อนที่สามารถปรับอุณหภูมิที่ตัวเครื่องได้ โดยมีระยะห่างระหว่างเส้นใยนำแสงสองเส้นที่พันกันกับหัวเป่าลมร้อนประมาณ 4 เซนติเมตร

ในส่วนการเตรียมชิ้นงานเพื่อสร้างคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ มีรายละเอียดดำเนินการดังนี้

วิธีที่ 1 เป็นการนำเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ที่ได้ทำการจัดเตรียมตามวิธีการด้านบน มาทำการพันเกลียว เพื่อต้องการให้ส่วนของคอร์เข้าใกล้กันตอนที่ให้ความร้อน จากนั้นทำการดึง ทำให้แสงสามารถเดินทางจากคอร์เส้นที่ 1 ไปยังคอร์เส้นที่ 2 ได้ ในการทดลองได้มีการพันเกลียวเป็นจำนวน 4 รอบ และมีระยะพันเกลียวประมาณ 5 cm ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 การพันเส้นใยนำแสง 4 รอบ

วิธีที่ 2 เมื่อพิจารณาตามคุณสมบัติของเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ที่นำมาทดลองพบว่ามีขนาดรัศมีของแคลดดิ้งไม่มาก จึงได้มีแนวคิดว่าสามารถขัดผิวด้านนอกบริเวณที่ต้องการให้เกิดระยะคับปลิ้งของแสงออกบางส่วนน่าจะส่งผลให้แสงที่อยู่ภายในสามารถเดินทางผ่านได้ดียิ่งขึ้น ในการขัดผิวนั้น ได้ใช้กระดาษทรายที่มีความละเอียดมากในขัดโดยได้กำหนดความยาวพื้นผิวที่ขัดประมาณ 2 cm ดังรูปที่ 6 โดยขัดให้ขนาดพื้นผิวโค้งมีลักษณะเป็นระนาบ



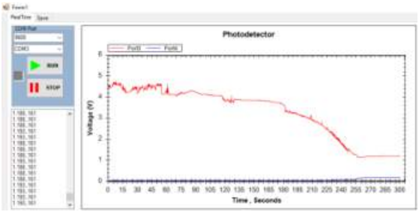
รูปที่ 6 การขัดเส้นใยนำแสง

4.การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองได้ติดตั้งเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์บนตัวเครื่องต้นแบบดังรูปที่ 7 และทำการเชื่อมปลายของเส้นใยนำแสงเข้ากับตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสง และเริ่มทำการทดสอบการสร้างคับเปลอร์แต่ละวิธีการตามที่ได้ออกแบบไว้

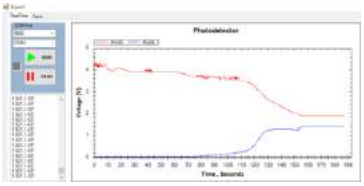
รูปที่ 7 การทดสอบการผลิตคับเปลอร์

การทดลองตามวิธีที่ 1 โดยใช้ข้อกำหนดการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ เป็นการทดลองการนำเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ที่จัดเตรียมเรียบร้อยแล้วสองเส้นมาพันกันได้กำหนดเพิ่มเติมในส่วนการให้ความร้อนด้วยเครื่องเป่าลมร้อนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (sensor) ที่ 140 และ 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เข้าที่บริเวณการคับปลิ้ง



รูปที่ 8 ผลการทดลองตามวิธีที่ 1 ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส

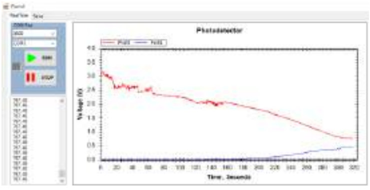
ผลการทดลองที่ได้ในวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 8 ซึ่งการคับปลิ้งของแสงพอร์ต 3 เริ่มที่ระยะเวลาประมาณ 120 วินาที และส่งผ่านมายังพอร์ต 4 ที่เวลาประมาณ 250 วินาที คำนวณค่าการสูญเสียได้เป็น Excess loss = 6.35 dB และค่า Insertion loss ระหว่างพอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 3 = 7.14 dB, พอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 4 = 14.54 dB



รูปที่ 9 ผลการทดลองตามวิธีที่ 1 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

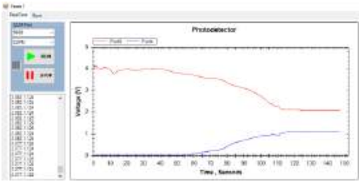
ผลการทดลองที่ได้ในวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 9 ซึ่งการคับปลิ้งของแสงพอร์ต 3 เริ่มที่ระยะเวลาประมาณ 60 วินาที และส่งผ่านมายังพอร์ต 4 ที่เวลาประมาณ 80 วินาที คำนวณค่าการสูญเสียได้เป็น Excess loss = 1.95 dB และค่า Insertion loss ระหว่างพอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 3 = 4.05 dB, พอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 4 = 6.09 dB

การทดลองวิธีที่ 2 ได้มีการจัดการทดลองเหมือนในวิธีที่ 1 ได้มีการเพิ่มเติมในส่วนของการขัดเส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์ในส่วนที่ได้ทำการปอกโค้ตติ้งออกและขัดด้วยกระดาษทรายที่มีความละเอียดมาก เพื่อทำให้ขนาดของแคลดดิ้งมีขนาดลดลง ทำให้คอร์ทั้งสองเข้าใกล้กันมากขึ้น



รูปที่ 10 ผลการทดลองตามวิธีที่ 2 ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองที่ได้ในวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 10 ซึ่งการคับปลิ้งของแสงพอร์ต 3 เริ่มที่ระยะเวลาประมาณ 30 วินาที และส่งผ่านมายังพอร์ต 4 ที่เวลาประมาณ 170 วินาที คำนวณค่าการสูญเสียได้เป็น Excess loss = 5.09 dB และค่า Insertion loss ระหว่างพอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 3 = 7.17 dB, พอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 4 = 9.27 dB



รูปที่ 11 ผลการทดลองตามวิธีที่ 2 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองที่ได้ในวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 9 ซึ่งการคับปลิ้งของแสงพอร์ต 3 เริ่มที่ระยะเวลาประมาณ 40 วินาที และส่งผ่านมายังพอร์ต 4 ที่เวลาประมาณ 55 วินาที คำนวณค่าการสูญเสียได้เป็น Excess loss = 1.01 dB และค่า Insertion loss ระหว่างพอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 3 = 5.44 dB, พอร์ต 1 ไปยังพอร์ต 4 = 6.55 dB

จากการที่ได้ทดลองผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดโพลิเมอร์จากเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์ชนิด FBT ทั้งสองวิธีการที่ได้นำเสนอ พบว่าคับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ได้ มีการส่งผ่านกำลังงานจากคอร์ที่ 1 ไปยังคอร์ที่ 2 ตามหลักการส่งผ่านกำลังงานระหว่างโหมดที่ได้กล่าวไว้ โดยในวิธีที่ 1 สามารถสร้างคับเปลอร์ที่มีค่าการสูญเสีย Excess loss = 1.95 dB แต่ในวิธีที่ 2 สามารถสร้างคับเปลอร์ที่มีค่าการสูญเสีย Excess loss ลดลงเหลือเพียง 1.01 dB ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดจากการขัดเส้นใยนำแสงให้ส่วนของแคลดดิ้งมีขนาดลดลงและเกิดส่วนเรียบของเส้นใยนำแสงเมื่อนำเส้นใยนำแสงทั้งสองเส้นมาพันกันจะทำให้ส่วนของคอร์เข้าใกล้กันมากขึ้น และเมื่อให้ความร้อนประมาณ 40-55 วินาทีก็เกิดการคับปลิ้งแล้ว วิธีนี้จึงเหมาะสมสำหรับผลิตคับเปลอร์ด้วยเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์ชนิด FBT และเมื่อทำการทดลองเสร็จจะได้คับเปลอร์เส้นใยนำแสงที่ถูกสร้างขึ้นจากเครื่องต้นแบบตามรูปที่ 12

รูปที่ 12 คับเปลอร์ที่ถูกสร้างจากเครื่องต้นแบบ

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการศึกษารายละเอียดและการจัดวางส่วนประกอบในการสร้างคับเปลอร์ชนิด 2x2 โดยใช้เครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงโพลีเมอร์ชนิด FBT โดยมีการออกแบบการทดสอบ เริ่มจากการใช้เส้นใยนำแสงสองเส้นมาพันกันแล้วให้ความร้อนโดยตรง และต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นการขัดเส้นใยนำแสงทั้งสองเส้นบริเวณตรงกลางที่ต้องการให้เกิดการคับปลิ้ง แล้วจึงให้ความร้อน ซึ่งพบว่าเป็นวิธีการที่ดีขึ้นกว่าเดิมสามารถลดค่าการสูญเสียรวมได้และมีประสิทธิภาพที่ดี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการสร้างคับเปอร์ โดยใช้เครื่องต้นแบบได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Mohammad Syuhaimi Ab-Rahman, Mohd Hazwan Harun, Hadi Guna "Comparative Analysis of Power Efficiency of Handmade 1x12 Polymer Optical Fiber-Based," 2009 Int. Conference on Electrical Engineering and Informatics, pp.543-547 , Aug. 2009.

[2] Mohd Syuhaimi Ab. Rahman, Mohd Hazwan Harun, Hadi Guna, "Low-cost Cascaded 1x4 Polymer Optical Fiber Coupler for Multiplexing Wavelengths," 2009 IEEE 9th Malaysia Int. Conference on Communications (MICC), pp.55-59, Dec. 2009.

[3] ธีรวัฒน์ อุปลา, กันตพงศ์ สุวรรณศักดิ์, สมมาตร แสงเงิน, อธิคม ฤกษบุตร, "การศึกษาเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตคับเปลอร์เส้นใยนำแสงชนิดเอฟบีที" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 40, หน้าที่ 548-551 , พฤศจิกายน 2560.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การลดผลกระทบของการอ่านไม่ตรงแทร็กแบบไม่คงที่บนพื้นฐานสัญญาณอ่านกลับในระบบบิตแพตเทิร์นมีเดีย

An unstable TMR mitigation based on Read Back Signals in BPMR system

วิภารัตน์ บุษยาตรัส[1] พิทยา พุ่มพวง[1] ชานนท์ วริสาร[2]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-4164 E-mail: wiparat_b@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การอ่านนอกแทร็ก (TMR: track mis-registration) เป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบบันทึกเชิงแม่เหล็กลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่สูงเช่นในระบบการบันทึกของบิตแพตเทิร์นมิเดีย (BPMR: bit patterned media recording) ซึ่งปัญหานี้ได้ถูกนำเสนอเพื่อลดผลกระทบดังกล่าวด้วยวิธีการประมาณค่า TMR และการออกแบบอีควอไลเซอร์ด้วยทาร์เก็ต (target-shaping equalizer) ที่เหมาะสมกับระดับ TMR ที่เกิดขึ้นในระบบ อย่างไรก็ตามการประมาณค่า TMR นั้นจะต้องขึ้นกับการประมาณค่าของระดับอัตราส่วนค่ากำลังเฉลี่ยของสัญญาณที่ต้องการต่อค่ากำลังเฉี่ยของสัญญาณรบกวน (SNR: signal to noise ratio) และการเกิด TMR ของระบบดังกล่าวนี้เป็นแบบคงที่ตลอดเซกเตอร์ (sector) ของการอ่าน ซึ่งในทางปฏิบัติการเกิด TMR นั้นจะเป็นแบบไม่คงที่ กล่าวคือมีการส่ายของหัวอ่านในขณะที่เกิด TMR (TMR vibration) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตรวจหา TMR แบบไม่คงที่บนพื้นฐานของระบบแบบหลายหัวอ่านด้วยอัตราส่วนของสัญญาณสูงสุดในระบบการบันทึกของบิตแพตเทิร์นมิเดีย จากนั้นเลือกอีควอไลเซอร์ที่เหมาะสมในแต่ละระดับของ TMR ที่เกิดขึ้นในระบบเพื่อช่วยลดผลกระทบจากปัญหานี้ ด้วยวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถให้ค่าความถูกต้องของการประมาณค่า TMR ที่เกิดขึ้นในระบบสูงกว่า 80% ในทุกระดับของ SNR และสามารถให้ประสิทธิภาพของบิตผิดพลาด (BER: bit error rate) สูงกว่าระบบปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่มี TMR ที่สูง (15%, 20%, 25%)

คำสำคัญ: การบันทึกของบิตแพตเทิร์นมิเดีย, การประมาณค่าTMR, การออกแบบอีควอไลเซอร์ด้วยทาร์เก็ต

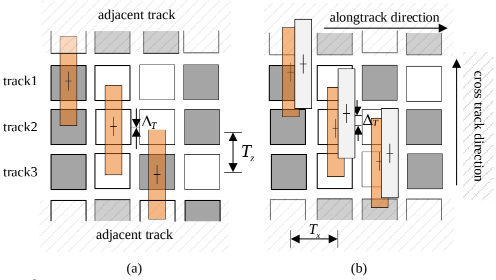
Abstract

Track mis-registration (TMR) is another major problem to reduce the performance in magnetic recording system, especially in the high area density such as Bit pattern media recording (BPMR) system. This TMR problem was proposed to mitigate the TMR effect base on TMR estimation and target-shaping equalizer methods. However, this estimation method depends on signal to noise ratio (SNR) estimation and the TMR vibration still is stable in each TMR level, i.e., it has vibration of read head while TMR is occurred in the system, so in the practice, the TMR system is not stable. Therefore, this paper proposes a TMR detection and we focus in a vibration TMR system. Firstly, we estimate TMR level (%) base on peak amplitude ratio of multi read heads in Bit pattern media recording system. Then, a TMR is mitigated from target-shaping equalizer with TMR appropriation. In the simulation result, this our proposed method provided the accuracy of TMR estimation more than 80% of all SNR levels. It is clearly, this TMR method does not depend on SNR levels. Moreover, this proposed system offers the performance gain more than the conventional system especially in the high TMR level (15%, 20%, 25%).

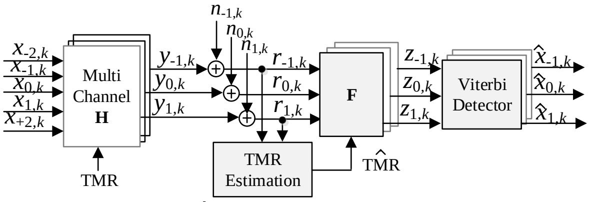
Keywords: Bit patterned media recording (BPMR), track mis-registration (TMR), target-shaping equalizer.

1. บทนำ

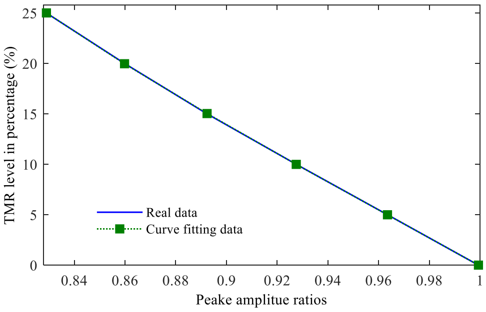
การอ่านนอกแทร็ก (TMR: track mis-registration) ถือเป็นความท้าท้ายที่สำคัญในระบบการบันเชิงทึกแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่สูง เช่นในระบบการบันทึกข้อมูลแบบบิตแพทเทิร์นมีเดีย (BPMR: bit patterned media recording) เนื่องจากมีระยะแทร็กหรือช่องว่างระหว่างแทร็กที่แคบโดยที่ TMR หมายถึงลักษณะตำแหน่งที่ไม่ตรงกันของแนวตำแหน่งกลางหัวอ่าน (head center) กับตำแหน่งกลางแทร็ก (track center) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่ง TMR มักจะได้รับตรวจวัดและควบคุมระดับที่สามารถยอมรับได้โดยใช้กลไกเซอร์โว [1-3] ดังนั้นโดยปกติจะมีการแฝงการตรวจสอบด้วยระบบเซอร์โวอยู่ในระดับของเซกเตอร์ก่อนที่จะปรับหัวอ่านให้สามารถทำงานได้และอีกทางเลือกหนึ่ง



รูปที่ 1 ระบบที่ไม่เกิดปัญหา TMR (a) ระบบที่นำเสนอ (b)



รูปที่ 2 แผนภาพระบบ BPMR



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง P_{ratio} และระดับ TMR (%)

คือสัญญาณอ่านกลับอาจมีประโยชน์ในการตรวจหา TMR เนื่องจากว่ากรณีที่ระบบเกิดปัญหา TMR จะทำให้แทร็กกลางได้รับผลกระทบที่ไม่เท่ากันจากแทร็กข้างเคียง [4] ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง ประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากปัญหา TMR นี้สามารถแก้ไขโดยใช้การอีควอไลซ์แบบ 2 มิติ [5] และอีกหนึ่งวิธีที่ถูกนำเสนอคือการประมาณค่า TMR ที่เกิดขึ้นและถูกลดผลกระทบดังกล่าวด้วยการอีควอไลซ์แบบสองมิติที่เหมาะสมกับระดับ TMR [6] อย่างไรก็ตามในวิธีการดังกล่าวนี้ สำหรับการประมาณค่าระดับ TMR นั้นจะต้องขึ้นอยู่การประมาณค่าของระดับ SNR ซึ่งจะทำให้ขั้นตอนของระบบซับซ้อนมากขึ้น และมากกว่านั้น TMR ที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบคงที่ตลอดเซกเตอร์ที่ระดับใดระดับหนึ่งของการเกิด TMR (0%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25%) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตรวจหา TMR แบบไม่คงที่ด้วยอัตราส่วนสัญญาณสูงสุดระหว่างแทร็กบนและแทร็กล่างของระบบแบบหลายหัวอ่านในระบบการบันทึกของบิตแพตเทิร์นมิเดียจากนั้นอีควอไลเซอร์ที่เหมาะสมจะถูกเลือกเพื่อช่วยลดผลกระทบจาก TMR แต่ละระดับที่เกิดขึ้นในระบบดังแสดงในรูปที่ 2

2. ช่องสัญญาณการบันทึกข้อมูลเชิงแม่เหล็กแบบบิตแพตเทิร์นมีเดียแบบ 2 มิติ

ในงานวิจัยนี้เราพิจารณาแบบของช่องสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา 2 มิติของระบบการบันทึกแบบบิตแพตเทิร์นมีเดีย ซึ่งในสัญญาณอ่านกลับได้จากบิตข้อมูลที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่ k (k^{th}) และที่อยู่บนแทร็กที่ l (l^{th}) สามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ [7]

$$r_{l,k} = \sum_n \sum_m h_{m,n} x_{l-m,k-n} + n_{l,k} = x_{l,k} \otimes h_{l,k} + n_{l,k} \quad (1)$$

เมื่อ $x_{l,k}$ คือบิตบันทึกที่อยู่บนไอแลนด์, $h_{m,n}$ คือค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองช่องสัญญาณแบบ 2 มิติ เมื่อ n และ m แทนค่าที่บ่งบอกตำแหน่งของไอแลนด์บิตในทิศทางตามแทร็กและทิศทางขวางแทร็ก, $\otimes$ คือการคอนโวลูชันแบบ 2 มิติ (2-D convolution) และ $n_{l,k}$ คือสัญญาณรบกวนเกาส์สีขาวแบบบวก (AWGN) และสำหรับในระบบการบันทึกแบบบิตแพตเทิร์นมีเดียค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบสนองช่องสัญญาณ $h_{m,n}$ สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยวิธีการชักตัวอย่างข้อมูลจากผลตอบสนองสัญญาณพัลส์ของไอแลนด์เชิงเดี่ยวที่ตำแหน่งของผลคูณของเลขจำนวนเต็มกับคาบเวลาของบิตและระยะแทร็กซึ่งแทนค่าได้ดังสมการต่อไปนี้

$$h_{m,n} = P(-mT_x, -nT_z - \Delta_T) \; m,n \in (-L,0,L) \quad (2)$$

เมื่อ $P(T_x,T_z)$ คือผลตอบสนองสัญญาณพัลส์เกาส์เซียนแบบ 2 มิติ, T_x และ T_z คือคาบเวลาของบิตและระยะแทร็ก, และ Δ_T คือออฟเซ็ตของหัวอ่านหรือระยะห่างระหว่างตำแหน่งกลางของหัวอ่านกับตำแหน่งกลางของแทร็กไอแลนด์ที่แสดงดัง รูปที่ 1 จากสมการที่ 2 กรณีที่ระบบไม่ได้รับผลกระทบจาก TMR ค่าของ Δ_T จะมีค่าเป็น 0 และส่งผลให้เมตริกซ์ช่องสัญญาณเป็นแบบสมมาตร (symmetric channel matrix) อย่างไรก็ตามเมตริกซ์ช่องสัญญาณก็ยังคงอยู่ในรูปของสมการที่ 2 แต่เมตริกซ์ช่องสัญญาณจะเป็นลักษณะแบบไม่สมมาตร (asymmetric channel matrix) และเครื่องหมายของ Δ_T จะสัมพันธ์กับทิศทางของออฟเซ็ตของหัวอ่านในที่นี้เราสมมุติให้เครื่องหมายบวกแทนออฟเซ็ตที่มีทิศทางขึ้น (upward offset) และสัญญาณจะเป็นเครื่องหมายลบในทางกลับกันคือออฟเซ็ตที่มีทิศทางลง (downward offset) และระดับของผลกระทบจาก TMR ต่อระบบสามารถกำหนดได้ดังสมการต่อไปนี้

$$TMR(\%) = \frac{\Delta_T}{T_z} \times 100 \qquad (3)$$

3. การลดผลกระทบการอ่านนอกแทร็ก

เพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพของระบบที่ได้รับผลกระทบจาก TMR ดีขึ้นเราได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าการเกิด TMR แบบไม่คงที่ที่ระดับต่าง ๆ (0%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25%) โดยอาศัยความแตกต่างของสัญญาณแบบหลายหัวอ่าน อันดับแรกเรากำหนดตำแหน่งของหัวอ่านของแทร็กบนและแทร็กล่างโดยเคลื่อนที่หัวอ่านของแทร็กข้างทั้งสองเข้าหาแทร็กกลางและกำหนดระยะของการเคลื่อนที่หัวอ่านเท่ากับ 25% ของ T_z ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนของสัญญาณสูงสุด (P_{ratio}) และ TMR ในแต่ละระดับซึ่งจากความสัมพันธ์นี้พบว่าค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งค่าของ P_{ratio} คำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P_{\text{ratio}} = Peak_{r_{-1,k}} / Peak_{r_{1,k}} \qquad (4)$$

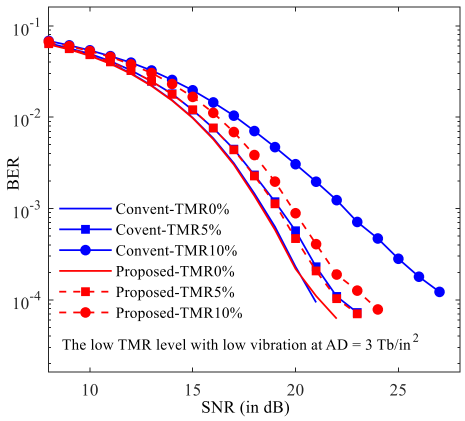
เมื่อ $Peak_{r_{-1,k}}$ คือค่าสัญญาณสูงสุดของแทร็กบนและ $Peak_{r_{1,k}}$ คือค่าสัญญาณสูงสุดของแทร็กล่างจากนั้นการประมาณค่าระดับ TMR สามารถคำนวณได้จากสมการโพลิโนเมียล (polynomial) ที่ได้จากการทำ polynomial LS fitting technique และได้สมการดังต่อไปนี้

$$\hat{TMR} = b_0 + b_1 P_{\text{ener}} + b_2 P_{\text{ener}}^2 + \ldots + b_M P_{\text{ener}}^N \qquad (5)$$

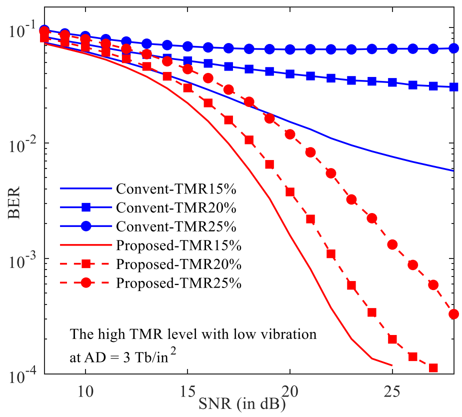
เมื่อ $\hat{TMR}$ คือค่าของการประมาณของ TMR, b_i คือค่าสัมประสิทธิ์ตำแหน่งที่ i, (i^{th}), N คือค่าดีกรีของสมการโพลิโนเมียล ในสมการ (5) และ$i \in \{0, 1, \ldots, N\}$ เราพบว่าค่าดีกรีของสมการโพลิโนเมียล ที่ $N = 3$ ให้ค่าการฟิต (fit) ที่เหมาะสมระหว่างค่าจริงของ TMR และค่า $\hat{TMR}$ ที่ระดับต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 เมื่อเราทราบค่า $\hat{TMR}$ จากการคำนวณในสมการที่ 5 แล้วนั้นอีควอไลเซอร์ที่ถูกออกแบบไว้ที่เหมาะสมกับ TMR ที่เกิดขึ้นในระบบจะถูกเลือกใช้เพื่อลดผลกระทบจาก TMR โดยการออกแบบอีควอไลเซอร์จะถูกออกแบบไว้สำหรับ TMR แต่ละระดับดังนี้ TMR0%, TMR5%, TMR10%, TMR15%, TMR20% และ TMR25% สำหรับวิธีการที่เราได้นำเสนอนี้เราทดสอบการลดผลกระทบของ TMR ที่มีทิศทางขึ้น (upward TMR)

4. ผลการจำลอง

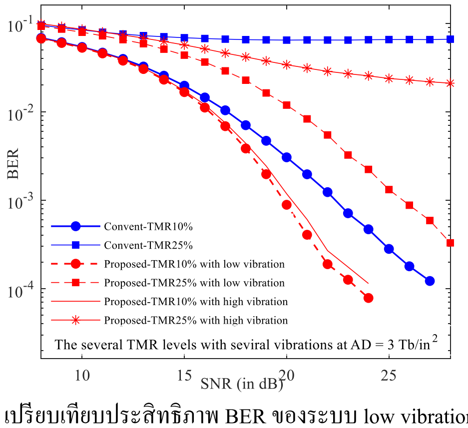
ในงานวิจัยนี้เราทดสอบการตรวจหา TMR ในระบบการบันทึกข้อมูลเชิงแม่เหล็กแบบบิตแพตเทิร์นมีเดียที่มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่เท่ากับ 3 เทราบิตต่อตารางนิ้ว (Tb/in^2) และมีค่าคาบเวลาและ



รูปที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ BER ระหว่างระบบปกติและระบบที่นำเสนอที่ระดับ TMR ต่ำ (0%, 5%, 10%)



รูปที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ BER ระหว่างระบบปกติและระบบที่นำเสนอที่ระดับ TMR สูง (15%, 20%, 25%)



รูปที่ 6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ BER ของระบบ low vibration และ high vibration ร่วมกับระดับ TMR ต่ำและระดับ TMR สูง

ระยะแทร็กเท่ากับ 14.5 นาโนเมตร (nm.) ค่า PW50 ในแนวตามแทร็ก (along-track PW50) เท่ากับ 19.4 nm. และ ค่า PW50 ในแนวขวาง

แทร็ก (across-track PW50) เท่ากับ 24.8 nm. คล้ายกับใน [6] และSNR นิยามได้จาก

$$\text{SNR} = 20\log_{10}\left(\frac{1}{\sigma}\right) \quad (\text{in dB}) \tag{6}$$

เมื่อ $V_p = 1$ คือค่าของตำแหน่งสูงสุดของสัญญาณอ่านกลับ และ σ คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ AWGN, แต่ละเซกเตอร์มี 4096 บิต สำหรับค่าเปอร์เซ็นความถูกต้องของการประมาณค่า TMR สามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{accuracy (\%)} = 100 - \frac{\left|\hat{\text{TMR}} - \text{TMR}\right|}{\text{TMR}} \times 100 \tag{7}$$

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าค่าเปอร์เซ็นความถูกต้อง (accuracy%) ของ $\hat{\text{TMR}}$ สามารถให้ค่าได้มากกว่า 80% ในระดับ TMR ที่สูง (15, 20, 25) ในทุกระดับของ SNR ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการประมาณค่า TMR นี้จะเป็นอิสระกับระดับ SNR ที่เกิดขึ้นในระบบ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบดังแสดงในรูปที่ 4 รูปที่ 5 แลรูปที่ 6 สามารถนิยามสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ Convent-TMRx% (ระบบปกติที่ได้รับผลกระทบจาก TMR ที่ระดับต่าง ๆ โดยใช้อีควอไลเซอร์แบบสมมาตร), Proposed-TMRx% (ระบบที่นำเสนอที่ได้รับผลกระทบจาก TMR ที่ระดับต่าง ๆ โดยใช้อีควอไลเซอร์แบบไม่สมมาตร) , low vibration (กำหนดการส่ายของหัวอ่านขึ้น-ลง ที่ระดับ 10% ของระดับ TMR ที่เกิดขึ้นตลอดเซกเตอร์), high vibration (กำหนดการส่ายของหัวอ่านขึ้น-ลง ที่ระดับ 50% ของระดับ TMR ที่เกิดขึ้นตลอดเซกเตอร์)

จากผลการจำลองพบว่าระบบที่นำเสนอสามารถให้ค่าประสิทธิภาพ BER ที่ดีกว่าระบบปกติทั้งในระดับ TMR ต่ำและสูง ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ high vibration ร่วมกับ low TMR (10%) พบว่าวิธีการที่นำเสนอยังคงสามารถให้ประสิทธิภาพของ BER ที่ดีได้เนื่องจากว่าถึงแม้การส่ายของหัวอ่านจะอยู่ในระดับสูงแต่เมื่อเกิดกับระบบ TMR ระดับต่ำ (10%) อีควอไลเซอร์ที่ออกแบบไว้ยังคงอยู่ในขอบเขตของการลดผลกระทบ TMR ที่เกิดขึ้นแต่ในทางตรงกันข้ามในกรณีที่ระบบ high vibration ร่วมกับ high TMR (25%) พบว่าจะให้ประสิทธิภาพของ BER ที่ไม่ดีมากนักเนื่องจากเนื่องจากเกินขอบเขตของอีควอไลเซอร์ที่ได้ออกแบบไว้อีกทั้ง TMR ในระดับสูงจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดประสิทธิภาพของระบบดังแสดงในรูปที่ 6 แต่อย่างไรก็ตามระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะสามารถให้ค่าประสิทธิภาพของ BER มากกว่าระบบปกติ (ไม่ได้มีการประมาณค่า TMR เพื่อเลือกอีควอไลเซอร์ที่เหมาะสม) ทั้งในระดับ low vibration และ high vibration

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจหา TMR ในระบบการบันทึกข้อมูลแบบบิตแพตเทิร์นมีเดียบนพื้นฐานสัญญาณอ่านกลับ ซึ่งการประมาณค่า TMR(%) แบบไม่คงที่สามารถตัดสินใจได้จากค่าอัตราส่วนของสัญญาณสูงสุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบโดยใช้อีควอไลเซอร์ที่ทำการออกแบบให้เหมาะสมกับแต่ละระดับของ TMR ซึ่งผลการจำลองพบว่าวิธีที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้สามารถปรับปรุงระบบการกู้คืนข้อมูลในระบบการบันทึกข้อมูลแบบบิตแพตเทิร์นมีเดียที่ได้รับผลกระทบจาก TMR ทุกระดับทั้งระดับต่ำและสูง

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

[1] L. M. M. Myint, P. Supnithi, and P. Tantaswadi, “An inter-track interference mitigation technique using partial ITI estimation in patterned media storage,” IEEE Trans. Magn., vol. 45, no. 10, pp. 3691–3694,Oct. 2009.

[2] P. W. Nutter, I. T. Ntokas, B. K. Middleton, and D. T.Wilton, “Effect of island distribution on error rate performance in patterned media,” IEEE Trans. Magn., vol. 41, no. 10, pp. 3214–3216, Oct. 2005.

[3] L. N. He et al., “Estimation of track misregistration by using dualstripe magnetoresistive heads,” IEEE Trans. Magn., vol. 34, no. 4, pp. 2348–2355, Jul. 1998.

[4] S. Nabavi, B. V. K. V. Kumar, and J. Bain, “Mitigating the effects of track mis-registration in bit-patterned media,” in Proc. IEEE Int. Conf.Commun., pp. 1061–2065, May 2008.

[5] M. Keskinoz, “Two-dimensional equalization/detection for patterned media storage,” IEEE Trans. Magn., vol. 44, no. 4, pp. 533–539, Apr. 2008.

[6] W. Busyatras, C. Warisarn, L. M. M. Myint, and P. Kovintavewat, “A TMR mitigation method based on readback signal in bit-patterned media recording,” IEICE Trans. Electron., vol. E98-C, no. 8, pp. 892–898, Aug. 2015.

[7] S. Nabavi, Signal processing for bit-patterned media channels with inter-track interference. Ph.D thesis, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Dec. 2008.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

อุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)

A patient Get up Notification device for Special case patient in a hospital Using Internet of thing(IoT)

อัครพนธ์ ยงยศ, กมล บุญล้อม, อธิคม ศิริ, เสกสรรค์ วินยางค์กูล

ศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่9 ต.บ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776-395 ต่อ 111 Email: y.akkarapon@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดในกรณีช่องท้องหรือการผ่าตัดบริเวณหลังนั้นจำเป็นจะต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดและในกรณีหลังจากการผ่าตัดเสร็จสิ้นผู้ป่วยจำเป็นจะต้องพักฟื้นโดยมีการนอนราบบนเตียงและมีข้อห้ามเรื่องการขยับตัวหรือลุกขึ้นจากเตียงซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บมากยิ่งขึ้น จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบระบบแจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษขึ้นโดยอาศัยหลักการการวัดความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบ 3 แกน (Accelerometer))MPU6050 และเชื่อมต่อผ่านโมดูล บลูทูธ(Blue tooth) ความถี่ย่าน ISM band 2.4GHz ทำการส่งข้อมูลของมุมเอียงไปยังตัวรับที่ทำการติดตั้งไว้ที่ใต้เตียงเมื่อผู้ป่วยทำการลุกจากเตียงระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังห้องพยาบาลส่วนกลางผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยโมดูล ESP8266 และแจ้งเตือนผ่านทางมอนิเตอร์ส่วนกลางโดยใช้เว็บแอปพลิเคชั่นในการแสดงสถานะและข้อมูลการแจ้งเตือน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์พบว่าอุปกรณ์มีความรวดเร็วในการแจ้งเตือนโดยเวลาเฉลี่ยในการแจ้งเตือนอยู่ที่ 1.045 วินาที ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานที่ถูกต้องเฉลี่ย มากกว่า 90% ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการแจ้งเตือนรูปแบบอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ผู้ป่วยกรณีพิเศษ,อุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วย, อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง

Abstract

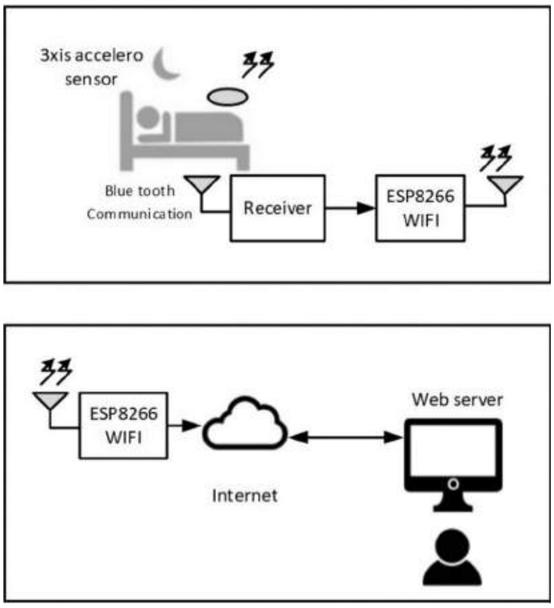
Patients undergoing abdominal or postoperative surgery should be closely monitored and, in the case of surgery, patients should be rehabilitated by bed rest. And there are restrictions on moving or getting up from bed, which can cause more injuries. From this problem, the researcher has designed the system to alert the patient from the bed for a special case, based on the principle of acceleration measurement of the 3-axis accelerometer (Accelerometer) and connected through the bluetooth module. Bluetooth The 2.4GHz ISM band transmits the tilt angle to the receiver under the bed. When the patient is bed-ridden, the alarm is sent to the room. Ambulance through central module ESP8266 and notifications via centralized monitoring using a web application functions to display status information and alerts.

Based on device performance tests, the device was quick to alert, with an average notification time of 1.045 seconds. The system performed an average of more than 90% effective, which could be applied to notifications. Other ways in the future.

Keywords: Special case patient, Patient alert device, Internet of thing

1. บทนำ

ปัจจุบันการผ่าตัดบริเวณหลังหรือการผ่าตัดใหญ่นั้นจำเป็นจะต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดและในกรณีหลังจากการผ่าตัดเสร็จสิ้นผู้ป่วยจำเป็นจะต้องพักฟื้นโดยมีการนอนราบบนเตียงและมีข้อห้ามเรื่องการขยับตัวหรือลุกขึ้นจากเตียงซึ่งปัญหาดังกล่าวจะทำให้ผู้ป่วยนั้นจะเกิดการบาดเจ็บมากขึ้น



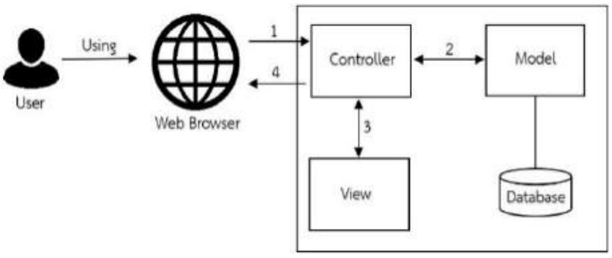
รูปที่ 1 ไดอะแกรมระบบการแจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียง

ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตแผ่นรองหลังสำหรับผู้ป่วยและจะทำการแจ้งเตือนผ่านระบบสายเชื่อมต่อ มีความยุ่งยากในการติดตั้งใช้งานและแผ่นรองหลังได้ถูกนำเข้าจากต่างประเทศเช่น ญี่ปุ่น จีน เยอรมัน เป็นต้น และในกรณีที่ผู้ป่วยทำการขยับตัวก็จะมีการแจ้งเตือนตลอดเวลาและต้องอาศัยสายนำสัญญาณเดินวงจรซึ่งทำให้ติดตั้งยากและระบบการจัดการด้านอุปกรณ์มีความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดสร้างอุปกรณ์ที่จะสามารถแจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงโดยการนำหลักการวัดมุมเอียงจากเซ็นเซอร์วัดความเร่งชนิด3แกนและเชื่อมต่อผ่านโมดูล บลูทูธ(Blue tooth) ความถี่ย่าน ISM band 2.4GHz ทำการส่งข้อมูลของมุมเอียงไปยังตัวรับที่ทำการติดตั้งไว้ที่ใต้เตียงและทำการประมวลผลเมื่อผู้ป่วยทำการลุกจากเตียงระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังห้องพยาบาลส่วนกลางผ่านโมดูล ESP8266 ซึ่งเป็นโมดูล WIFI Internet of Thing และแจ้งเตือนผ่านทางมอนิเตอร์ส่วนกลางโดยใช้ Web Application ที่ทำการสร้างขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 1 แสดงไดอะแกรมอุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) โดยองค์ประกอบของระบบจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกนั้นจะเป็นส่วนที่ถูกติดตั้งกับผู้ป่วย ประกอบด้วย อุปกรณ์ลูกข่ายซึ่งจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino nano เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์วัดความเร่งชนิด3แกน MPU6050 เมื่อทำการวัดความเร่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลและตัดสินใจและส่งข้อมูลการแจ้งเตือนผ่านโมดูลบลูทูธ(Blue tooth) ที่ความเร็วในการส่งข้อมูลอนุกรม 9600 บิตต่อวินาที และส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์แม่ข่ายที่ทำการติดตั้งอยู่ใต้เตียงประกอบด้วย โมดูลบลูทูธ(Blue tooth)เชื่อมต่อกับโมดูล ESP8266 ซึ่งเป็นโมดูล WIFI Internet of Thing เมื่อทำการรับข้อมูลการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ลูกข่ายจะทำการส่งผ่านข้อมูล(Package Forwarder) ผ่านรูปแบบการส่งแบบทีซีพีโปรโตคอล (TCP protocol) พอร์ต 80 ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Server computer) ส่วนที่สองเป็นส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Server computer)ที่ทำการติดต่อกับผู้ใช้งานและส่วนของการเก็บข้อมูลประกอบด้วยระบบฐานข้อมูล MySQL เมื่อข้อมูลการแจ้งเตือนถูกส่งมาจากผู้ป่วยจะทำการบันทึกและเก็บข้อมูลเข้าไปยังระบบฐานข้อมูลและจะทำการแสดงผลการแจ้งเตือนของการลุกขึ้นจากเตียงของผู้ป่วยผ่านผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นที่ทำการสร้างขึ้นโดยใช้ Laravel PHP Framework ซึ่งเป็น Framework ที่มีความยืดหยุ่นสูงในการพัฒนาระบบที่มีขนาดใหญ่ [1] โดยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นจะใช้รูปแบบของสถาปัตยกรรมซอฟแวร์แบบ Model View Controller (MVC)

สถาปัตยกรรมซอฟแวร์ Model View Controller (MVC)



รูปที่ 2 หลักการทำงานของ MVC

จากรูปที่ 2 เมื่อผู้ใช้งานผ่านทาง Web Browser และมีการร้องขอการใช้ข้อมูล ส่วนของ Controller จะทำการตรวจสอบข้อมูลที่มีการร้องขอและจะเรียก Method ให้ทำงานเพื่อจัดการกับการร้องขอนั้น (ลูกศรหมายเลขที่ 1) ส่วนต่อมาคือการติดต่อกับฐานข้อมูลในส่วนนี้ Model จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับฐานข้อมูลและส่งผลลัพธ์กลับไปที่ Controller (ลูกศรหมายเลขที่ 2) เมื่อ Controller ได้ผลลัพธ์จาก Model แล้วผลลัพธ์นั้นจะถูกส่งให้ส่วนของ View ทำงานและ View จะทำการสร้างหน้าแสดงผลลัพธ์นั้น และส่งการแสดงผลลัพธ์นั้นกลับไปยัง Controller (ลูกศรหมายเลขที่ 3) เพื่อแสดงข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน (ลูกศรหมายเลขที่ 4) [2-3]

การหาค่าความเร่งจากเซ็นเซอร์วัดความเร่ง(Accelerometer)

เซนเซอร์วัดความเร่ง(Accelerometer) MPU6050จะให้สัญญาณที่ได้ แสดงออกมาในรูปของสัญญาณอนาล็อก(Analog) หรือเรียกว่าข้อมูลดิบ [4] ดังนั้นจึงต้องใช้สมการในการแปลงข้อมูลดิบของข้อมูลที่ได้นั้นให้เป็นค่าของความเร่งโดยการแปลงค่าความเร่งให้เป็นองศาตามแกนสามารถหารคำนวณได้จากจากสมการดังต่อไปนี้

1) สมการการแปลงข้อมูลดิบให้เป็นความเร่ง

$$G = Raw_{acc} \cdot \left(\frac{Range}{2^{resolution-}}\right) \quad (1)$$

เมื่อ

G คือ ผลลัพธ์ความเร่งตามแกนในรูปแบบเลขฐานสิบ

Raw_{acc} คือ ข้อมูลดิบจากเซนเซอร์ในรูปแบบเลขฐานสิบหก

$Range, resolution$ คือ ค่าเฉพาะของ Accelerometer โดยเซนเซอร์ที่ใช้คือ MPU6050 โดยค่าของ Range และ resolution มีค่าเท่ากับ 16bit และ ±2 ตามลำดับ [5]

2) สมการการแปลงความเร่งให้เป็นองศา

$$pitch = arctan\left(\frac{fY_g}{fX_g fZ_g}\right) \quad (2)$$

เมื่อ $pitch$ คือ องศาตามแนวแกน X

fX_g, fY_g, fZ_g คือ ความเร่งตามแกนจากสมการที่ 1

$$roll = arctan\left(\frac{fX_g}{fZ_g}\right) \quad (3)$$

เมื่อ $roll$ คือ องศาตามแนวแกน Y

fX_g, fZ_g คือ ความเร่งตามแกนจากสมการที่ 1

3. วิธีการดำเนินงานและการทดลอง

การเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) จะต้องทำการทำการติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายเข้ากับผู้ป่วย (ดังรูปที่ 3) โดยการติดตั้งใช้งานติดตั้งกับผู้ป่วยนั้นจะทำการติดตั้งที่ตำแหน่งต้นแขน อุปกรณ์ลูกข่ายจะอาศัยแหล่งจ่ายกำลังงานด้วยถ่านแบตเตอรี่ ขนาด 9V 100mAh จำนวน 1 ก้อน เพื่อทำการจ่ายกำลังงานให้กับวงจรเซ็นเซอร์วัดความเร่ง)MPU6050 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino nano วงจรโมดูลบลูทูธ(Blue tooth) เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายเสร็จระบบจะทำการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านการสื่อสารผ่านช่องทางการสื่อสารบลูทูธ(Blue tooth) แบบอัตโนมัติกับอุปกรณ์แม่ข่าย(ดังรูปที่ 4) และระบบจะพร้อมเข้าสู่การทำงานแบบสมบูรณ์ และอุปกรณ์ตัวรับจะทำการติดตั้งไว้ใต้เตียงของผู้ป่วย (ดังรูปที่ 4)

รูปที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายเข้ากับผู้ป่วย

รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายเข้ากับเตียงผู้ป่วย

เมื่อทำการเริ่มระบบในกรณีที่ผู้ป่วยนั้นนอนในแนวราบโดยมุมที่ทำการวัดได้จากเซ็นเซอร์วัดความเร่ง(Accelerometer) จะอยู่ในช่วงของมุม roll (องศา) จะอยู่ในช่วง 7° - 9° องศา ระบบจะยังคงไม่ทำการแจ้งเตือนเนื่องจากระบบถูกตรวจสอบว่าผู้ป่วยยังคงอยู่ในสภาวะนอนราบและในกรณีที่ผู้ป่วยทำการลุกขึ้นจะส่งผลให้ที่ทำการวัดได้จากเซ็นเซอร์วัดความเร่ง(Accelerometer) จะอยู่ในช่วง ของมุม roll (องศา) จะอยู่ในช่วง 83°- 116° องศาหรือมากกว่าและจะทำการส่งข้อมูลค่าของมุมไปยังอุปกรณ์แม่ข่ายผ่านช่องทางการสื่อสารแบบบลูทูธ (Blue tooth) และเมื่ออุปกรณ์แม่ข่ายได้รับข้อมูลการแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ลูกข่าย จะทำการส่งผ่านข้อมูล(Package Forwarder) ผ่านรูปแบบการส่งแบบทีซีพีโปรโตคอล (TCP protocol) พอร์ต 80 ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Server computer) และแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น)Laravel PHP Framework (ดังรูปที่ 5) ทำให้สามารถแจ้งเตือนพยาบาลได้อย่างทันท่วงที

รูปที่ 5 Web Application แสดงข้อมูลและสถานะของผู้ป่วย

4. ผลการทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการทดลองของอุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองหาค่ามุมเอียงจากเซ็นเซอร์วัดความเร่ง(Accelerometer) ในสภาวะที่ผู้ป่วยนอนราบและ

ผู้ป่วยอยู่ในสภาวะลุกขึ้น และนำมาคำนวณหาค่ามุมเอียงที่เกิดขึ้นจากสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ซึ่งจากผลการทดลองจะได้ว่าเมื่อผู้ป่วยทำการอยู่ในสภาวะนอนราบมุมที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วง 7°-9° roll(องศา) และ 71°- 81° pitch(องศา) และเมื่อเมื่อผู้ป่วยทำการอยู่ในสภาวะลุกขึ้นยืนมุมที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วง 83°-116° Roll(องศา) และ 10°- 16° pitch(องศา)

ตารางที่ 1 ค่ามุมองศาจากเซนเซอร์เมื่อทำการทดลองโดยผู้ป่วยทำการนอนและการยืน

การทดลอง (ครั้งที่)	ผู้ป่วยทำการนอน		ผู้ป่วยทำการยืน	
	pitch(องศา)	roll(องศา)	pitch(องศา)	Roll(องศา)
1	81°	7°	16°	116°
2	76°	8°	11°	85°
3	76	8°	12°	87°
4	71°	8°	10°	83°
5	79°	9°	10°	88°

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)โดยมีการหาค่าเวลาที่ใช้ในการแจ้งเตือนโดยเฉลี่ยและการหาค่าความผิดพลาดในการแจ้งเตือนโดยทำการทดลองให้ผู้ป่วยทำการลุกจากเตียงจำนวน 10 ครั้ง และทำการเก็บค่าเวลาในการแจ้งเตือนและจำนวนครั้งที่สามารถแจ้งเตือนได้ จากการทดลองหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงสำหรับผู้ป่วยกรณีพิเศษในโรงพยาบาลผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(IoT)คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 90% และมีความเร็วในการส่งข้อมูลเฉลี่ยเท่ากับ 1.045 วินาที โดยหาค่าเฉลี่ยได้จากสมการที่ (3)

ตารางที่ 2 เวลาในการแจ้งเตือนของอุปกรณ์และจำนวนครั้งที่แจ้งเตือน

การทดลอง (ครั้งที่)	เวลา (วินาที)	การแจ้งเตือน
1	1.03	แจ้งเตือน
2	1.06	แจ้งเตือน
3	1.04	แจ้งเตือน
4	1.03	แจ้งเตือน
5	1.06	แจ้งเตือน
6	1.03	แจ้งเตือน
7	1.05	ไม่แจ้งเตือน
8	1.04	แจ้งเตือน
9	1.05	แจ้งเตือน
10	1.06	แจ้งเตือน

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ} = \frac{E}{S} x100 \qquad (3)$$

S = จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

E = จำนวนครั้งที่ทำการแจ้งเตือนสำเร็จ

การทดลองที่ 3 เป็นการทดลองการปรับระดับเตียงของผู้ป่วยเพื่อหาความผิดพลาดในการแจ้งเตือนโดยการปรับระดับเตียงจำนวน 5 ครั้งพบว่าไม่มีความผิดพลาดไม่ในการแจ้งเตือน

ตารางที่ 3 การปรับระดับเตียงนอนของผู้ป่วย

การทดลอง (ครั้งที่)	ระดับของเตียง (องศา)	การแจ้งเตือน
1	0° - 10°	ไม่แจ้งเตือน
2	11° - 20°	ไม่แจ้งเตือน
3	21° - 30°	ไม่แจ้งเตือน
4	31° - 40°	ไม่แจ้งเตือน
5	41° - 45°	ไม่แจ้งเตือน

5. สรุปผล

จากการทดลองทั้งหมดของระบบแจ้งเตือนผู้ป่วยลุกจากเตียงพบว่าตัวอุปกรณ์ลูกข่ายที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงข้อมูลการแจ้งเตือนผ่านเว็บเบราว์เซอร์จากมอนิเตอร์ส่วนกลางของโรงพยาบาลพบว่าเมื่อผู้ป่วยอยู่ในสภาวะนอนราบและทำการลุกขึ้นยืนและมุม pitch และ roll มีการเปลี่ยนอยู่ในช่วง 83°-116° Roll(องศา) และ 10°- 16° pitch(องศา) ระบบจะทำการแจ้งเตือนด้วยความเร็วในการส่งข้อมูลการแจ้งเตือนเฉลี่ยเท่ากับ 1.045 วินาทีโดยมีการปรับระดับเตียงที่ 0° - 45° พบว่าไม่มีความผิดพลาดในการแจ้งเตือน และจากทดลองการแจ้งเตือนทั้งหมด 10 ครั้งมีเพียง 1 ครั้งที่ไม่มีการแจ้งเตือนโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 90% ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการแจ้งเตือนรูปแบบอื่นได้ในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รหัสโครงการ 225808 ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559

เอกสารอ้างอิง

[1] commandronestore. (2559). การใช้ GY521 MPU6050. http://commandronestore.com/learning/gy521_001.php. (11 กุมพาพันธ์ 2561)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย

The Water Quality Alert Machine via Wireless Network

รณยุทธ นนท์พละ[1], ปริญญา รจนา[2], ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์[3], วรวิทย์ สุขโต[4]

[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 042-970053 E-mail: ronnayut.no@snru.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042-211040 E-mail: chaiphan.p@udru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายที่ใช้ตรวจสอบค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำขั้นต้นเพื่อนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์และนำไปปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยใช้กังหันทำการปั่นหรือตีน้ำเพื่อให้เกิดฟองอากาศทำให้ปริมาณของออกซิเจนบนผิวน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ปัญหาน้ำเน่าเสียลดลง ซึ่งเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายได้ถูกออกแบบและสร้างให้สามารถนำค่า pH ของน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดไปทำการประมวลผลของสัญญาณและควบคุมการทำงานของระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์บนบอร์ด Arduino UNO Wi-Fi โดยสามารถส่งผลของค่าที่วัดได้เพื่อนำไปแสดงผลเป็นค่าตัวเลขบนสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจากผลการทดสอบใช้งานจริงสามารถแสดงการแจ้งเตือนเพื่อบอกระดับค่า pH ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สาย, การประมวลสัญญาณ,ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

Abstract

This research presents the water quality alert machine via wireless network, that investigates the pH values of the water to be used for analysis and improvement the water quality. Water quality improvement by using turbines spin the water to create bubbles resulted in an increase the amount of oxygen on the surface, which in turn reduced the wastewater problem. The water quality alert machine via wireless network is designed and built to detect the pH values of the water measured from the sensor to the signal processing and control of the system with a microcontroller board on the Arduino UNO Wi-Fi. The result of the measured value can be displayed as a numeric value on a smartphone or computer. So, from the actual test results, you can display a notification to indicate the pH level in the water effectively.

Keywords: wireless network, Signal Processing, Microcontrollers, pH Sensor

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาน้ำเน่าเสียเป็นปัญหาที่สำคัญมากในการก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และยังส่งผลกระทบในระบบเศรษฐกิจทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตร ซึ่งปัญหาน้ำเน่าเสียเกิดจากปริมาณออกซิเจนบนผิวน้ำที่ต่ำ ในปัจจุบันมีการประดิษฐ์กังหันน้ำบำบัดน้ำเสียเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนบนผิวน้ำเพื่อช่วยแก้ปัญหาน้ำเน่าเสียเป็นวิธีการที่สามารถควบคุมปริมาณออกซิเจนขึ้นกับการออกแบบตัวใบพัดและจำนวนความเร็วของกังหันในการตีน้ำให้เกิดฟองอากาศกลุ่มนักวิจัยกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม [1], [2], [3] โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตและเอกสารอ้างอิงจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ากังหันน้ำได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนบนผิวน้ำได้เป็นย่างดี แต่จะเห็นว่ายังมีปัญหาจากกลุ่มเกษตรกรและผู้ที่ทำโครงงานรวมถึงการวิจัยด้านการประมงที่ต้องการเก็บข้อมูลหรือตรวจสอบคุณภาพของน้ำเป็นช่วงเวลาหรือตลอดช่วงเวลาตามกำหนดเพื่อที่จะนำไปทำการวิเคราะห์และหาสาเหตุถึงปริมาณของคุณภาพน้ำแล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปทำการปรับปรุงและหาสาเหตุอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำได้ [4] งานวิจัยได้ถูกนำเสนอเครื่องแสดงผลคุณภาพน้ำแบบทั่วไปตามเหล่งน้ำต่าง ๆ จากผลการทดสอบสามารถทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพดีโดยระบบได้ทำการออกแบบที่เหมาะกับการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ที่เหมาะกับการลงทุนสูงทำให้ยังไม่เหมาะต่อเกษตรกรและนักวิจัยที่ต้องการสร้างในลักษณะของงานที่มีต้นทุนต่ำและสะดวกต่อการเก็บข้อมูลเนื่องจากบางพื้นที่ยากต่อการเข้าไปตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำอันเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น

โครงงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างกังหันน้ำในการบำบัดน้ำเสียและมีชุดประมวลผลในการควบคุมการทำงานของระบบ (Processing Unit) ที่สามารถแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Network) ให้สามารถรับและส่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างบนผิวน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ตรวจจับ (Detector Sensor) ไปทำการแสดงค่าตัวเลขบนสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ โดยวิธีการดังกล่าวยังเป็นการส่งเสริมการสร้างงานวิจัยและยังเชื่อมโยงให้สามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่แนวคิดของการรวบรวมข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ (Internet Of Thing, IOT) ต่อไปได้ในอนาคต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น

โดยคุณภาพของน้ำไม่ว่าจะเป็น ค่าอุณหภูมิของน้ำ, ความขุ่นหรือค่าการส่องผ่านของแสงในน้ำ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าสภาพกรดหรือด่าง (pH) เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการประมงและการเกษตรจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

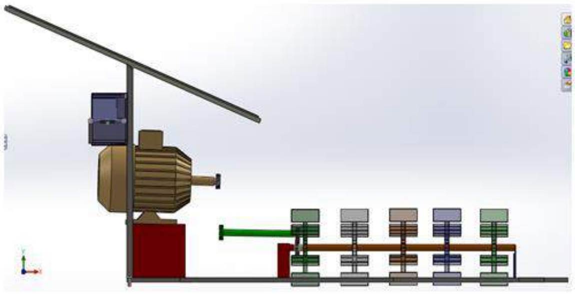
2.1.1 คุณสมบัติทางด้านเคมีของน้ำ คือ ลักษณะทางเคมีที่ใช้ชี้วัดค่าของน้ำ เช่น ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความกระด้าง หรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น โดย ค่า pH คือค่าที่แสดงความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ (น้ำดื่มควรมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.3) โดยทั่วไปน้ำที่ถูกปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ที่ต่ำ (PH < 7) ซึ่งหมายถึงมีความเป็นกรดสูงมีฤทธิ์กัดกร่อนโดยการวัดค่า pH ทำได้ง่ายเช่นการใช้กระดาษลิตมัสในการวัดค่าความเป็นกรด – เบส ซึ่งให้สีตามความเข้มข้นของ [H^+] หรือการวัดโดยใช้ pH meter เมื่อต้องการให้มีความละเอียดมากขึ้น สภาพเบส (alkalinity) คือสภาพที่น้ำมีสภาพความเป็นเบสสูงจะประกอบด้วยไอออนของ OH^-, CO_3^- , H_2CO_3 ของธาตุแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือแอมโมเนีย ซึ่งสภาพเบสนี้จะช่วยทำหน้าที่คล้ายบัฟเฟอร์ต้านการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในน้ำทิ้ง สภาพกรด (acidity) โดยทั่วไปน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนจะมีบัฟเฟอร์ในสภาพเบสจึงไม่ทำให้น้ำมีค่า pH ที่ต่ำเกินไป แต่น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ซึ่งมาจาก CO_2 ที่ละลายน้ำ

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าค่าสภาพกรดหรือด่าง (pH) เป็นปัจจัยสำคัญในการตรวจสอบค่าน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือจากแหล่งน้ำเสียอื่น ๆ โดยในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในการตรวจวัดสภาพความเป็นกรดเป็นด่างเท่านั้นเพราะจะทำให้ลดต้นทุนและความยุ่งยากในการออกแบบแต่สามารถนำไปใช้กับแหล่งน้ำชุมชนและนักวิจัยด้านการประมงได้เพื่อตอบสนองนโยบายภาครัฐ *“การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0”* ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายให้สามารถแจ้งเตือนค่าผ่านเครื่องสมาร์ทโฟนโดยมีขั้นตอนการออกแบบ 1) ออกแบบและสร้างชุดกังหันน้ำ 2) เซ็นเซอร์วัดค่า pH และ 3) ออกแบบและสร้างวงจรชุดควบคุมการทำงานของกังหันบำบัดน้ำ

3.การออกแบบและสร้าง

3.1 ออกแบบและสร้างชุดกังหันน้ำแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย

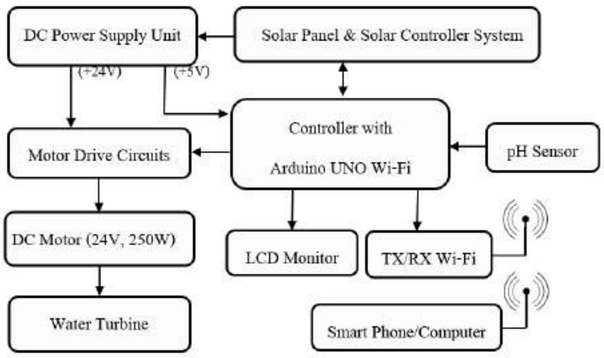
โดยขั้นตอนที่ 1 ได้แสดงภาพประกอบการออกแบบตามโครงสร้างดังรูปที่ 1 โดยการออกแบบเป็นแบบ 5 ใบพัดและมีตำแหน่งของมอเตอร์และชุดควบคุมอยู่ใต้แผงโซล่าเซลล์เพื่อป้องการความชื้นจากฝนและความร้อนจากแสงแดด



รูปที่ 1 โครงสร้างการออกแบบกังหันบำบัดน้ำเสียและการวางชุดควบคุม

3.2 การออกแบบและสร้างวงจรชุดควบคุมการทำงานของกังหันบำบัดน้ำ

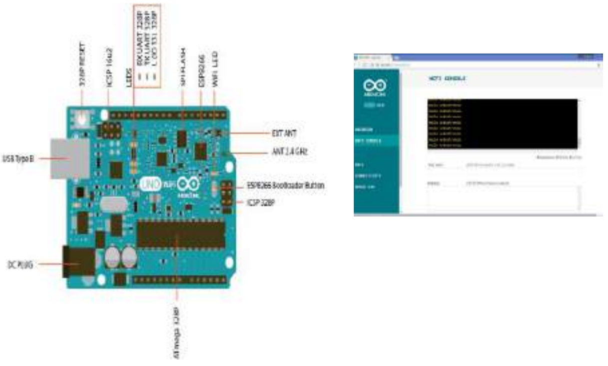
จากรูปที่ 1 ซึ่งได้แสดงโครงสร้างการออกแบบกังหันบำบัดน้ำเสียและการวางตำแหน่งของชุดควบคุมโดยมีระบบการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายได้อธิบายในรูปที่ 2



รูปที่ 2. วงจรเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย

จากรูปที่ 2 วงจรประกอบด้วยชุดการทำงานมี 4 ส่วนคือ 1) ชุดแหล่งจ่ายและเก็บพลังงานเพื่อจ่ายให้กับวงจรควบคุมและมอเตอร์สำหรับขับกังหันน้ำ 2) เซ็นเซอร์ตรวจจับค่า pH ของน้ำ 3) ชุดควบคุมการทำงานโดยใช้บอร์ดประมวลผล Arduino Wi-Fi 3) จอ LCD ที่ใช้ในการแสดงผล 4) เครื่องมือถือสมาร์ทโฟน สามารถอธิบายได้คือ

3.2.1 โครงสร้างและข้อมูลของบอร์ด Arduino Uno Wi-Fi แสดงดังในรูปที่ 3. เป็นบอร์ด Arduino รุ่น Uno ใช้ชิพ ATmega328 แบบ 8-bit ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB แรงดันในการทำงาน 5 โวลต์ รับอินพุตแบบอนาล็อก (ADC) 6 ช่อง และแบบดิจิตอล (DIO) 14 ช่อง (รองรับ PWM 6 ช่อง) มาพร้อมโมดูลสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless LAN: Wi-Fi) ด้วยชิพ ESP8266 แบบ 32-bit ความถี่ 80 MHz หน่วยความจำแฟลช 4 MB แรม 8 MB (instruction) / 12 MB (data) รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n ความถี่ 2.4 GHz สามารถอัพโหลดโปรแกรมแบบ Over-the-Air ได้ โดยสามารถส่งผ่านข้อมูลผ่าน Wi-Fi ไปเชื่อมต่อและแสดงผลผ่าน Wi-Fi Console เว็ปไซน์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย

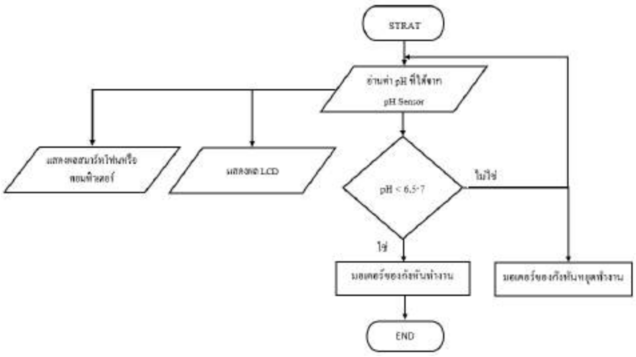


รูปที่ 3 โครงสร้างบอร์ด Arduino Uno Wi-Fi

3.2.2 เซ็นเซอร์วัดค่า pH

ชุดตรวจวัดค่า pH (ความเป็นกรด-ด่าง) ในน้ำ ในวงจรประกอบด้วยหัวโพรบเซ็นเซอร์ตรวจวัดและวงจรอินเตอร์เฟสสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์มีสัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบอนาล็อก ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์, ชุดหัวโพรบเซ็นเซอร์ตรวจวัดใช้จุ่มเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิเหมาะสมที่ 25 องศาเซลเซียสสามารถตรวจสอบค่า pH ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งานอยู่ในช่วง pH ประมาณ 6 ถึง 8 โดยอุณหภูมิและค่า pH ที่สูงหรือต่ำเกินไป และความขุ่นของน้ำมีผลต่ออายุการใช้งานของเซ็นเซอร์ หากใช้ในน้ำขุ่นเป็นกรดมากหรือเป็นเบสมาก อุณหภูมิสูง อายุการใช้งานของเซ็นเซอร์จะสั้นลง

3.2.3 แผนภูมิสายงานการออกแบบเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย



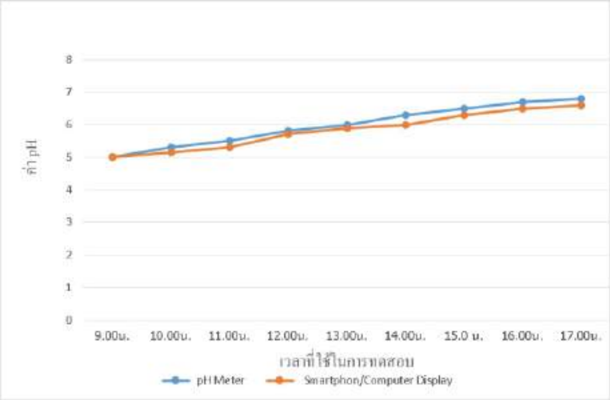
รูปที่ 4 แผนภูมิสายงาน

จากผังภูมิสายงานการออกแบบเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายดังรูปที่ 4 อธิบายหลักการออกแบบโปรแกรมการทำงานของของเครื่องแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายโดยใช้พลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน [5] ใช้แผงโซล่าเซลล์ในการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วนำพลังงานมาเก็บไว้ในแบตเตอร์รี่ซึ่งถูกควบคุมอัตราการชาร์จโดยวงจรโซลล่าชาร์จเจอร์ เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์ทำงานจะส่งผลให้ใบพัดหมุนเพื่อตีผิวน้ำและเมื่อใบบัดตีผิวน้ำบนผิวน้ำจะเกิดออกซิเจนเพิ่มมากมาขึ้นในส่วนการควบคุมจะถูกกำหนดโดยการรับค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า pH ในน้ำ และนำค่าที่ได้มาควบคุมโดยการโปรแกรมผ่านบอร์ด Arduino Uno Wi-Fi และจะส่งผลการวัดค่าที่ได้มาแสดงที่จอ LCD แสดงผลที่บนตัวกล่องควบคุมและส่งค่ามาแสดงที่สมาร์ทโฟนผ่านระบบ Wi-Fi โดยถ้าเซ็นเซอร์วัดค่า pH ได้ต่ำกว่าค่าที่กำหนดจะส่งผลให้มอเตอร์ทำงานทันที (มอเตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อเซ็นเซอร์วัดค่า pH < 6.5-7 ที่กำหนด)

รูปที่ 5 ภาพวงจรและการติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบจริง

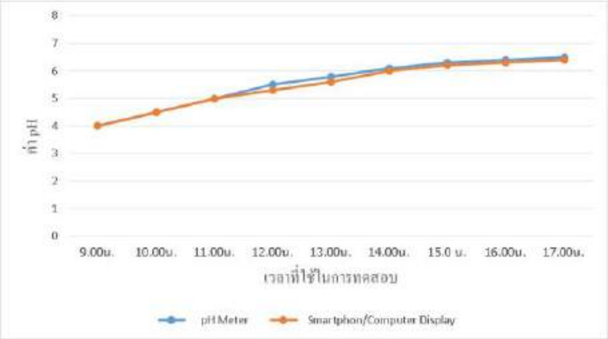
4. ผลการทดลอง

จากกราฟแสดงผลในรูปที่ 6 ถูกทดสอบโดยการนำมิเตอร์วัดค่า pH เพื่อเป็นการกำหนดค่ามาตรฐานในการเปรียบเทียบค่าการแสดงผลที่ใช้แจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย โดยการนำข้อมูลที่ทำการทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดดังรูปว่ามีความคลาดเคลื่อนของค่า pH เท่าไหร่ ดังการแสดงผลการทดลองดังกราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จาก pH Meter และ Smartphones/Computer Display



รูปที่ 6 กราฟเส้นการทดลองวัดค่าจาก pH Meter และ Smartphones/Computer Display (27/พ.ย/60)

การแสดงผลการทดลองดังกราฟเส้นแสดง ค่าตัวเลขที่ได้จาก pH Meter และ Smartphones/Computer Display ในรูปที่ 6 และ7 ถูกกำหนดข้อมูลให้มีค่า pH จากช่วง 0-8 โดยกำหนดจากข้อกำหนดมาตรฐานของหัวโพลบที่ใช้ในการออกแบบและในการทดลองอยู่ในช่วงเวลา 9.00 น. ไปจนถึง 17.00โดยค่าแต่ละช่วงเวลาแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 7 กราฟเส้นการทดลองวัดค่าจาก pH Meter และ Smartphones/Computer Display (29/พ.ย/60)

5. สรุปผลทดลอง

จากการทดลองวัดค่า pH ในรูปกราฟที่ 6 และ 7 ช่วงที่มีค่าความเป็นกรดต่ำจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 12.00 น. เป็นต้นไปซึ่งแสดงว่ามีผลกระทบต่อช่วงของอุณหภูมิต่อสภาวะแวดล้อมทั่วไปด้วย โดยจากกราฟได้แสดงให้เห็นว่าแนวคิดในการออกแบบวัดค่า pH สามารถนำผลไปแสดงผ่านทางสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ได้โดยมีการแจ้งเตือนคุณภาพน้ำผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายได้ในช่วงระยะทางที่ถูกกำหนดโดยบอร์ดควบคุม Arduino Uno Wi-Fi และสามารถทำการประมวลผลของค่าที่วัดได้จากตัวตรวจจับ pH ได้อย่างถูกต้องเมื่อทดสอบผลเทียบกับมิเตอร์วัดค่า pH มาตรฐาน ดังนั้นจากการทดสอบมีค่าการวัดที่แม่นยำมากกว่า 90% ซึ่งเห็นได้ว่ามีประสิทธิภาพในเกณฑ์ดีเมื่อทำการทดสอบใช้งานจริง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] K.V Sai, S.S.Sadistap and Pankaj Kumar “Development of Embedded Wireless Network and Water Quality Measurement Systems for Aquaculture” CSIR-CEERI, Pilani India-333031, Vol.1, pp.637-640, August, 2012.

[2] N. R. K Satya and S.S Shashikant, “Smart Electronic System for Pond Management in Fresh Water Aquaculture,” ISIEA2012. IEEE Trans.Bandung Indonesia, Vol. 1, pp. 173-175, September 23-26, 2012.

[3] F. Hanif and R.S Iwan “Mathematical Modeling and Simulation of Temperature Control System for Artificial Catfish Spawning” (ICACOMIT), Bandung, Indonesia, Vol.1 October 29–30, 2015.

[4] ศราวุฑ คงลำพันธ์, “เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง,” 9th ECTI-CARD, Chiang khan Thailand, Vol. 1, pp. 109-1012, July 26-28, 2017.

[5] จตุชัย ปิ่นวนิชย์กุล, ณัฐวุฒิ แสนสกุล, เอกวิทย์ สุวรรณแสง และ ชัยพันธุ์ ประการพันธ์, “บ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะ,” 9th ECTI-CARD, Chiang khan Thailand, Vol. 1, pp. 1-4, July 26-28, 2017.

เครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB
ELECTRICAL POWER QUALITY MEASURE FOR MDB CABINET VIA INTERNET

ปองพล แสนสอน, กิตติภร นามวงศา และ ภูมิศักดิ์ เทพประเสริฐ
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042211040 ต่อ 1510 E-mail: eelectronic@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดกำลังงานไฟฟ้าและบันทึกข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายสำหรับอาคาร 6 คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี การดำเนินงานประกอบด้วย 1)การออกแบบวงจรตรวจวัดกระแสไฟฟ้า ตัวตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า 2)คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 และเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ตโดยใช้ Ethernet Shield W5100 ผลการทดลอง 1) กำลังไฟฟ้ามีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.5% 2) การเก็บบันทึกผลการใช้กำลังงาน ณ อาคาร 6 คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ในระหว่างวันที่ 21/11/60 ถึง 27/11/60 พบว่าทำการบันทึกและเรียกข้อมูลกำลังงานไฟฟ้าผ่านหน้าเว็ปเพจที่ออกแบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ตู้ควบคุมระบบไฟ, อินเตอร์เน็ต

Abstract

This paper is present the Electrical Power Quality Measure for MDB cabinet via Internet. The objective is to measure the power and record data through the network for Building 6, Faculty of Technology, Udonthani Rajabhat University. The Operation consists is 1) current detector circuit design, voltage detector 2) processing power quality value by microcontroller Arduino MEGA 2560 board and connect to the Internet by Ethernet Shield W5100. The result consists is 1) Power is the average error of 2.5%, 2) Recording electrical power quality as Building 6, Faculty of Technology, Udonthani Rajabhat University, From 21/11/60 to 27/11/60, it was recorded and retrieved electrical power data through the pages designed correctly.

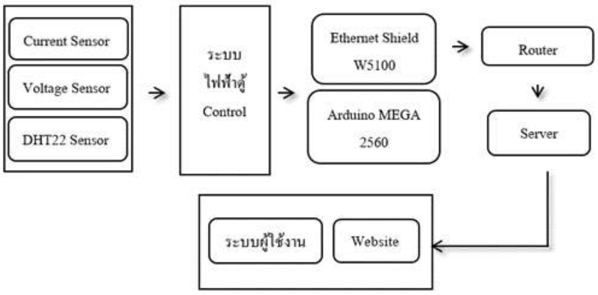
Keywords: MBD box , internet

1. บทนำ

การตรวจสอบคุณภาพและการเก็บบันทึกผลการใช้กำลังงานไฟฟ้าในอาคารมีความจำเป็นในการออกแบบอาคารและควบคุมการใช้พลังงานทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น การเก็บข้อมูลดังกล่าวจะใช้เครื่องบันทึกข้อมูลแบบติดตั้งประจำที่ (DAQ) ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการใช้พลังงานแบบทันเวลาได้ การรวบรวมข้อมูลจะต้องดำเนินการตามช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น ทำให้ไม่เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงนำมาสู่การสร้างเครื่องคุณภาพวัดกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB ที่สามารถตรวจวัดการใช้กำลังงานไฟฟ้าภายในอาคารผ่านระบบเครือข่าย ทำให้มีความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลและเรียกใช้งานได้ในแบบทันที่[1] โดยจะนำมาใช้สำหรับการเก็บข้อมูลการใช้กำลังงานไฟฟ้า ณ อาคาร 6 คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB แสดงดังรูปที่ 1



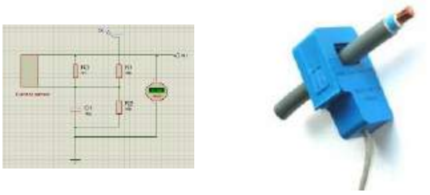
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB

จากรูปที่ 1 จะประกอบด้วยตัวตรวจวัดกระแส แรงดัน และตัวตรวจวัดอุณหภูมิ ทำหน้าที่วัดปริมาณกระแส แรงดันภายในตู้ MDB

เอาต์พุตที่ได้นำไปเชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตแบบแอนะล็อกของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino MAGA ซึ่งจะทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อหาค่าคุณภาพกำลังไฟฟ้าภายในอาคารดังนี้ กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent power) กำลังงานไฟฟ้าจริง (Real Power) ข้อมูลที่ได้จะส่งให้กับระบบเครือข่าย โดยใช้บอร์ด Ethernet Shield W5100 เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino MAGA เพื่อให้บอร์ดสามารถส่งข้อมูลไปยังเว็บไซต์บริการข้อมูล

2.2 ตัวตรวจวัดกระแส SCT013

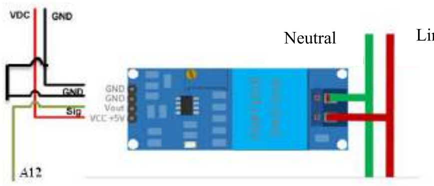
SCT013 ทำหน้าที่ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กเหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านวงจรจะทำให้เกิดเส้นสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปมา ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่โหลด ซึ่งจะวัดได้เฉพาะกระแสไฟฟ้าสลับ (AC)[2] แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวตรวจวัดกระแส SCT013

2.3 ตัวตรวจวัดแรงดัน (Voltage Sensor)

ตัวตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า AC สามารถวัดแรงดันสูงสุดได้เท่ากับ 250 VAC สัญญาณที่เอาต์พุตเป็นแบบแอนาล็อก สามารถนำไปต่อเข้ากับขาแอนะล็อกอินพุต กับบอร์ด Arduino Mega การปรับชดเชยค่าความผิดพลาดทำได้โดยการปรับค่าความต้านทานแบบปรับค่าได้ซึ่งติดตั้งบนบอร์ด[3] ดังแสดงในรูปที่ 3

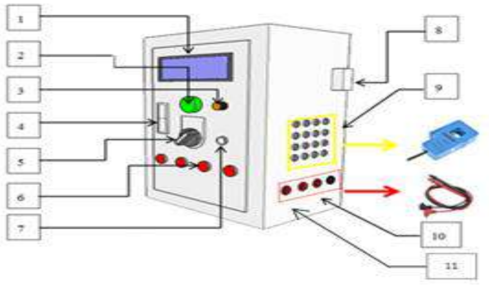


รูปที่ 3 ตัวตรวจวัดแรงดัน (Voltage Sensor)

3. การออกแบบและทดลอง

3.1 การออกแบบตู้คอนโทรล

ในการออกแบบสร้างเครื่องตรวจสอบคุณภาพเบรกเกอร์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB นั้นได้มีวางแผนและออกแบบโดยใช้โปรแกรม Sketch Up 2016 เพื่อกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์และการเชื่อมต่อต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เครื่องตรวจสอบคุณภาพเบรกเกอร์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB

จากรูปที่ 4 ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบคุณภาพเบรกเกอร์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB ดังหมายเลข (1). หน้าจอแสดงผลแบบ LCD แสดงผลการใช้งานการตรวจวัดกำลังงานไฟฟ้า (2). ไฟแสดงสถานะ เปิด – ปิดเครื่องตรวจสอบคุณภาพเบรกเกอร์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย (3). ปุ่มปรับหน้าจอแสดงผลแบบLCD (4). ปุ่มเปิดภายในตู้คอนโทรล (5). ปุ่ม เปิด-ปิด เครื่องตรวจสอบคุณภาพเบรกเกอร์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย (6). ปุ่มเซ็ตระบบ (7).ปุ่มรีเซ็ตระบบ (8). พอร์ตเชื่อมต่อสายระบบเครือข่ายแบบ LAN (9). พอร์ตเชื่อมต่อตัวตรวจกระแส SCT013 (10). พอร์ตเชื่อมต่อสายวัดแรงดันไฟฟ้า (11). พอร์ตเชื่อมต่อตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DHT22

3.2 การออกแบบและการสร้างเว็บไซต์

การออกแบบเว็บไซต์ โดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver CS6 เพื่อสร้างระบบความปลอดภัยโดยมีหน้า Login ทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสผ่านก่อนเข้าสู่หน้าโฮม และเชื่อมต่อเว็บ Cayenne แสดงผลการใช้กำลังงานไฟฟ้า[4] ภายในอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 5

(ก.)หน้า Login (ข.)หน้า Home (ค.)หน้าแสดงผล

รูปที่ 5 การออกแบบและแสดงผลบนเว็บไซต์

3.3 การทดลอง

3.3.1 การทดลองวัดกำลังงานไฟฟ้าจากโหลดจำลอง โดยการนำโหลดหลอดไฟจำนวน 6 หลอด หลอดละ 60W โดยทำการทดลอง

วัดที่กำลังงาน 60W วัดจนถึง 520W เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของเซ็นเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 การทดลองวัดกำลังงานไฟฟ้าจากโหลดจำลอง

3.3.2 การทดลองเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB ทดสอบสถานที่จริง โดยการทดสอบการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า ใช้เครื่องมือ Power Meter ในการวัดและเปรียบเทียบค่า เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงแม่นยำ ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 การทดลองเครื่องมือวัดกำลังงานไฟฟ้ากับ Digital Clamp Meter

4. ผลการทดลอง

ในการทดลองผลเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB แบ่งออกเป็น

1) การทดลองวัดกำลังไฟฟ้าจากโหลดจำลอง เพื่อหาค่าความผิดพลาดของการทำงานเครื่องมือ
2) การทดลองในสถานที่จริง เพื่อทดสอบการเก็บผลการใช้กำลังไฟฟ้าและการเรียกข้อมูลผ่านหน้าเว็ป

4.1 การทดลองวัดกำลังไฟฟ้าจากโหลดจำลอง

เป็นการทดลองวัดกำลังไฟฟ้าโดยใช้โหลดจำลองที่เป็นหลอดไฟชนิดไส้จำนวน 6 หลอดขนาด 60 วัตต์นำมาต่อเพื่อให้ได้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 60 ,120 ,180 ,240 ,320 ,520 Watt และในการวัดครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงาน ได้ใช้ Digital Clamp Meter ของบริษัท Kyorisu ในการวัดเทียบเพื่อหาค่าความผิดพลาดได้ผลการทดลองออกมาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของเครื่องมือ

เซนเซอร์ที่วัดได้	โหลดหลอดไฟ 1 – 6 หลอด					
	60W	120W	180W	240W	320W	520W
Vrms1	232 V	232 V	232 V	232 V	232 V	232 V
Calculate hand (I)	0.25 A	0.5 A	0.8 A	1.03 A	1.37 A	2.24 A
Digital clamp meter (I)	0.14 A	0.40 A	0.663 A	0.92 A	1.17 A	2.04 A
Project Control Cabinet (I)	0.15 A	0.42 A	0.662A	0.98 A	1.20 A	1.99 A
Power(VI) Calculate hand	46 W	116 W	178 W	238 W	318 W	518 W
Power(VI) Digital clamp meter	33 W	94 W	154 W	216 W	272 W	475 W
Power(VI) Project Control Cabinet	35 W	98 W	152 W	225 W	278 W	457 W
Error %	7.10%	5.00%	0.20%	6.50%	2.50%	2.40%

4.2 การทดลองในสถานที่จริง

การทดลองกับสถานที่จริงของเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB นั้นทำการวัดผลตั้งแต่ 21/11/60 – 27/11/60 และช่วงเวลาในการวัดคือ 00.00 – 23.59 น. รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 24 ชม. โดยทำการวัดที่ตู้ MDB อาคาร6 คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ซึ่งข้อมูลในการวัดจะได้นำไปเก็บไว้ Cayenne ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงาน จึงสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลหาค่ากำลังงานไฟฟ้าสูงสุด และกำลังงานไฟฟ้าต่ำสุด ได้ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 7 กราฟแท่งแสดงการใช้กำลังงานไฟฟ้า วันที่ 21/11/60 – 26/11/60

จากรูปที่ 7 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้า ภายในอาคาร 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และได้ทำการบันทึกผลจนครบ 24 ชั่วโมง โดยอธิบายผลในแต่ละวันของการวัดได้ดังนี้ วันที่ 21/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 น. กำลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.5 – 0.52 KW และช่วงใช้ไฟสูงสุดคือ 10.00 – 18.00 น. เท่ากับ 0.53 – 0.8 KW อธิบายได้ว่าช่วงนี้เปิดไฟรอบอาคาร วันที่ 22/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 – 10.00 น. เท่ากับ 0.5 – 3.2 KW และเป็นช่วงที่ใช้ไฟฟ้าสูงสุดอธิบายได้ว่า เช่น ระบบแสงสว่าง, ระบบสาธารณูประโภค และระบบปรับอากาศ วันที่ 23/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 น. เท่ากับ 0.42 KW ซึ่งเกิดจากการใช้งานระบบแสงสว่างภายในห้องน้ำ และใช้ไฟสูงสุดช่วง 18.00 – 23.00 น. เท่ากับ 0.60 KW เกิดจากการเปิดไฟรอบอาคาร วันที่ 24/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 น. เท่ากับ 0.42 KW และใช้ไฟสูงสุดช่วง 18.00 – 23.00 น. เท่ากับ 0.63 KW เกิดจากการเปิดไฟรอบอาคาร วันที่ 25/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 น. เท่ากับ 0.42 KW และใช้ไฟสูงสุดช่วง 18.00 – 23.00 น. เท่ากับ 0.63 KW อธิบายได้ว่าช่วงนี้เปิดไฟรอบอาคาร 6 วันที่

26/11/60 เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 07.00 – 13.00 น. เท่ากับ 0.82 KW เพราะเป็นวันอาทิตย์มีนักศึกษาภาคพิเศษมาใช้งานในการจัดการเรียนการสอน

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาใช้กำลังไฟฟ้า Peak สูงสุด และ Peak ต่ำสุด

Day	Time	Peak High (KW)	Time	Peak Low (KW)
21/11/2017	21:00 น.	0.75	09:00 น.	0.53
22/11/2017	9:00 น.	2.9	17:00 น.	0.44
23/11/2017	07:00 น.	0.75	14:00 น.	0.39
24/11/2017	18:00 น.	0.63	08:00 น.	0.39
25/11/2017	18:00 น.	0.63	09:00 น.	0.39
26/11/2017	07:00 น.	1.04	18:00 น.	0.62
27/11/2017	07:00 น.	0.67	14:00 น.	0.39

จากตารางที่ 2 นั้นเป็นช่วงเวลาการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุดภายในอาคาร 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ช่วงเวลาสูงสุด นั้นสามารถอธิบายได้ว่ามีการเปิดใช้งานอุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าภายในอาคาร 6 เช่น ระบบแสงสว่าง ปั๊มน้ำ ระบบปรับอากาศจึงทำให้ใช้กำลังไฟฟ้าสูง ณ ช่วงเวลานั้น และ ช่วงเวลาใช้กำลังงานไฟฟ้าต่ำสุด คือมีการใช้กำลังไฟฟ้าน้อยสุดสามารถอธิบายได้ว่า ณ ช่วงเวลานั้น ไม่มีการเรียนการสอน หรือมีการเปิดไฟเล็กน้อย เพื่อให้ความสว่างแก่ตอนกลางคืน

5. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองวัดกำลังไฟฟ้าจากโหลดจำลอง พบว่า เมื่อกำลังไฟฟ้า 60W จะมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 7.1 % กำลังไฟฟ้า 120W จะมีค่าเท่ากับ 5.0 % กำลังไฟฟ้าที่ 180W จะมีค่าเท่ากับ 0.2 % กำลังไฟฟ้าที่ 240W จะมีค่าเท่ากับ 6.5 % กำลังไฟฟ้า 320W จะมีค่าเท่ากับ 2.5 % และกำลังไฟฟ้า 520W จะมีค่าเท่ากับ 2.4 % การทดลองในสถานที่จริง วันที่ 21/11/60 มีการใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.8 KW ในช่วงเวลา 10.00 – 18.00 น. วันที่ 22/11/60 ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 3.2 KW ช่วงเวลา 07.00 – 10.00 น. วันที่ 23/11/60 ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.6 KW ช่วงเวลา 18.00 – 23.00 น. วันที่ 24/11/60 ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.63 KW ช่วงเวลา 18.00 – 23.00 น. วันที่ 25/11/60 ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.63 KW ช่วงเวลา 18.00 – 23.00 น. และวันที่ 26/11/60 ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.82 KW ช่วงเวลา 07.00 – 13.00 น.

6. คำอภิปราย

เครื่องตรวจสอบวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB ได้ทำการทดลองโดยทดสอบกับโหลดจำลองซึ่งพบค่าค่าความผิดพลาดของกำลังไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่กำลังวัตต์มากกว่า 300 วัตต์ขึ้นไป เนื่องจากตัวตรวจวัดกระแสที่นำมาใช้งานสามารถตรวจวัดกระแสได้ในย่านที่กว้างมาก ซึ่งเหมาะที่จะนำมาวัดกำลังไฟฟ้าที่มีการใช้กำลังสูง ดังนั้นสามารถนำไปใช้วัดกำลังไฟฟ้ารวมภายในอาคาร 6 คณะเทคโนโลยี มหาวิทาลัยราชภัฏอุดรธานีได้ สำหรับช่วงกำลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่า 200 วัตต์จะมีค่าความผิดพลาดมากเท่ากับ 7.1 เปอร์เซ็นต์จึงไม่เหมาะที่จะนำไปวัดแบบละเอียดหรือกำลังงานไฟฟ้าต่ำ สำหรับการเก็บข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายตั้งแต่วันที่ 21 – 27 พ.ย. 2560 สามารถบันทึกข้อมูลและเรียกใช้งานผ่านหน้าต่างเว็บเพจได้อย่างถูกต้อง

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตู้ MDB จะสำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดีจากคณาจารย์ เจ้าหน้าที่สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดโครงงานเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

บรรณานุกรม

[1] วิกิพีเดีย.(2559).อินเทอร์เน็ต.ออนไลน์.สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต: https://th.wikipedia.org.(06 กันยายน 2559)

[2] ร้าน Arduinothai.(ม.ป.ป.).การใช้งาน CT sensor.ออนไลน์.สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต:http://www.arduinothai.com. (06 กันยายน 2559)

[3] Thaieasyelec.(ม.ป.ป.).การใช้งานVoltage Sensor.ออนไลน์.สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต: http://www.thaieasyelec.com.(08 กันยายน 2559)

การสร้างตัวควบคุม SPI โดยใช้ FPGA และประยุกต์ใช้สำหรับ F-RAM

Implementation SPI Controller by Using FPGA and Applied for F-RAM

ถนอมศักดิ์ โสภณ[1], ไมตรี ธรรมมา[1], วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ[1] ภาสกร หาญประโคน[1] นิรัตชัย บุญสูงเนิน[1], ธนาฒน์ สุกนวล[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3124 E-mail: thanat@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างตัวควบคุมการสื่อสารแบบ SPI ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่ออนุกรมซิงโครนัส (Synchronous) แบบสายนำสัญญาณ 4 เส้น บน FPGA Xilinx Spartan 6 (XC6SLX9-TQG144) โดยใช้ภาษา VHDL โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปเชื่อมต่อ และควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการสื่อสารแบบ SPI ภายนอกได้ โดยคณะผู้จัดทำได้ออกแบบการควบคุม โดยใช้ Finite State Machine (FSM) หลังจากนั้นนำมา ทดสอบทำงาน (Device Under Test : DUT) บนโปรแกรม Xilinx Isim เพื่อตรวจสอบการทำงานของแต่ละสถานะว่าถูกต้องตามมาตรฐานการเชื่อมต่อ SPI เมื่อทำการจำลอง และทดสอบจนมั่นใจแล้ว จึงได้นำไปทดลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Ferroelectric Random Access Memory (F-RAM) FM25V05 ซึ่งมีรูปแบบการสื่อสารแบบ SPI โดยการทดลองดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างชุดถอดรหัสจากการรับส่งข้อมูลที่ได้รับจากการสื่อสารแบบ SPI แล้วนำมาแสดงผลเป็น ข้อมูลที่ทำการ อ่าน เละเขียนลงบน F-RAM ซึ่งเป็นการพิสูจน์ว่าโครงสร้างชุดควบคุม SPI ที่ได้ออกแบบนั้นถูกต้องตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: เอฟพีจีเอ, การสื่อสารแบบอนุกรม, เอสพีไอ, วีเอชดีแอล

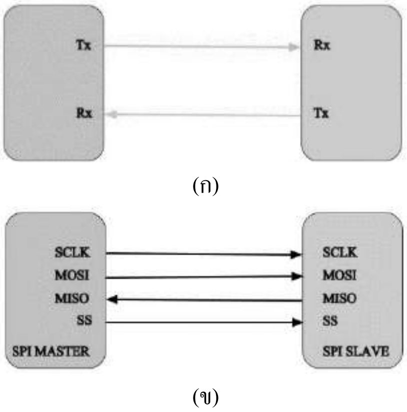
Abstract

This article proposes creating a control communication SPI, which is the standard for connecting synchronous serial 4 wires communication FPGA Xilinx Spartan on route 6 (XC6SLX9-TQG144) using the language VHDL, with the purpose to connect and control electronic devices that have a communication SPI. By the group designed a control using Finite State Machine (FSM) after the. Test run (Device Under Test: DUT) on the Xilinx Isim to verify the functionality of each State that is required by standard SPI simulation and test until when confidence and then be brought to trial, to connect to the device Random Access Memory Ferroelectric (F-RAM) FM25V05, which has a hole. SPI communication prohibited by such trials group has set out to decode data received from an SPI and the display is reading data, pulpy writing on F-RAM, which is to prove that the control structure SPI that design is correct according to the standard.

Keywords: FPGA, Serial Communications, SPI, VHDL

1. บทนำ

การสื่อสารอนุกรมแบบ SPI [1] (Serial Peripheral Interface) มีความนิยมอย่างแพร่หลาย ในการใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ไมโคร-คอนโทรลเลอร์ [2] กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซนเซอร์ อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล เป็นต้น ในการนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารแบบ SPI กับไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นสามารถนำไปใช้งานได้ง่าย เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้สร้างตัวควบคุมการสื่อสารแบบ SPI ไว้บนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เรียบร้อยแล้ว สำหรับการใช้งาน FPGA (Field Programmable Gate Array) นั้น เนื่องจากการเชื่อมต่อสื่อสารของ FPGA โดยเฉพาะ FPGA Xilinx Spartan 6 (XC6SLX9-TQG144) [3] นั้น เป็นการเชื่อมต่อสื่อสารแบบ GPIO (General Purpose Input Output) ซึ่งไม่สามารถเชื่อมต่อสื่อสารได้โดยตรงกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเชื่อมต่อสื่อสารแบบ SPI และปัญหาอีกประการหนึ่งสำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารแบบอนุกรม อีกชนิดที่นิยมใช้งานกันก็คือ การสื่อสารแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) โดยการเชื่อมต่อสื่อสารแบบ UART นี้มักจะเกิดปัญหาการสื่อสารข้อมูลผิดพลาดเนื่องจากการใช้สัญญาณนาฬิกาของการสื่อสารชนิดนี้ แยกออกจากกันระหว่าง ภาครับ – ส่ง แต่การสื่อสารแบบ SPI จะมีการใช้สัญญาณนาฬิการ่วมกันจึงทำให้เกิดการผิดพลาดในการรับ – ส่งข้อมูลน้อยกว่าดังรูปที่ 1

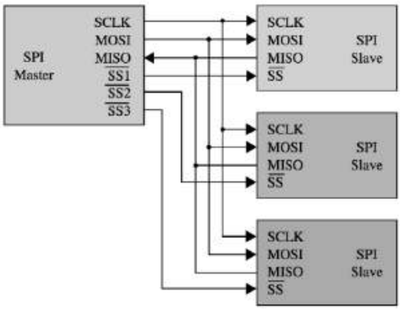


รูปที่ 1 (ก) การสื่อสารแบบ UART (ข) การสื่อสารแบบ SPI

2. การสร้างตัวควบคุม SPI

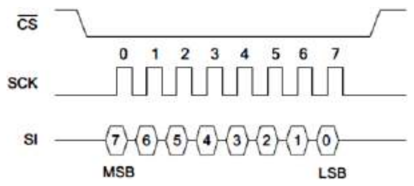
2.1 ข้อมูลจำเพาะของ SPI

SPI (Serial Peripheral Interface) เป็นวิธีการสื่อสารอนุกรมแบบ รูปแบบหนึ่ง ซึ่งทำงานในรูปแบบที่ให้อุปกรณ์ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นแม่ข่าย (Master) ในขณะที่อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นลูกข่าย (Slave) และสามารถส่งข้อมูลในโหมด Full-duplex นั่นหมายความว่า สัญญาณสามารถส่งหากันได้ระหว่าง Master และ Slave ได้อย่างต่อเนื่อง โดยที่รูปแบบข้อมูลการสื่อสารหรือ Protocol ของแบบ SPI นี้ ไม่ได้กำหนดตายตัว ว่าข้อมูลที่ส่งหากันต้องอยู่ในรูปแบบ แต่เป็นการกำหนดรูปแบบการสื่อสารตาม Datasheet ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยจากรูปที่ 2 สายเชื่อมต่อสื่อสารแบบ SPI จะมีด้วยกันทั้งหมด 4 เส้น ได้แก่ สาย SCLK (Serial Clock) ใช้สำหรับส่งสัญญาณนาฬิกาจากอุปกรณ์แม่ข่ายไปยังอุปกรณ์ลูกข่ายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล สาย MOSI (Master Out Slave In) ใช้ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์แม่ข่ายไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย สาย MISO (Master In Slave Out) ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ลูกข่าย และสุดท้าย สาย $\overline{SS}$ (Slave Select) ใช้ส่งสัญญาณ Low ไปยังอุปกรณ์ลูกข่ายที่อุปกรณ์แม่ข่ายต้องการรับส่งข้อมูล

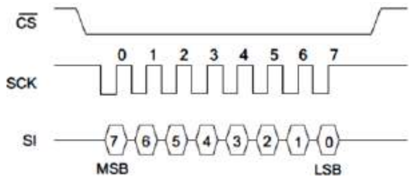


รูปที่ 2 การเชื่อมสื่อสารแบบ SPI ระหว่าแม่ข่ายกับลูกข่าย

การสื่อสารแบบ SPI ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ดังนั้นกำหนดรูปแบบการสื่อสารของอุปกรณ์แม่ข่ายให้ตรงกับอุปกรณ์ลูกข่ายโดยมีรายละเอียดที่กำหนดได้แก่ (1) กำหนดทิศทางการสื่อสาร รับส่งข้อมูลได้พร้อมกัน (Full Duplex) , ส่งข้อมูลอย่างเดียว (Half Duplex_Tx) , รับข้อมูลอย่างเดียว (Half Duplex_Rx) (2) รูปแบบการรับส่งข้อมูล 8บิต หรือ 16บิต (3) ลักษณะของขอบสัญญาณนาฬิกา เพื่อกำหนดจังหวะการรับ – ส่ง ข้อมูล โดย อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้แก่ F-RAM FM25V05 ซึ่งจะมีรูปแบบลักษณะของขอบสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูล 2 แบบ โดยแบบแรก เป็นการรับส่งสัญญาณนาฬิกา SPI โหมด 0 Clock polarity Low และ Clock phase 1st edge (CPOL_Low/CPHA_1Edge) ซึ่งหมายความว่า โดยที่ในสถานะเริ่มต้น สัญญาณนาฬิกาจะอยู่ในสถานะ Low ระบบจะเริ่มอ่านข้อมูลบิตแรก เมื่อพบขอบแรกของสัญญาณซึ่งเป็นลักษณะขอบขาขึ้น ดังรูป 3 และแบบที่สองจะเป็นการรับส่งสัญญาณนาฬิกา SPI โหมด 3 Clock polarity High และ Clock phase 1st edge (CPOL_High/CPHA_1Edge) ในสถานะเริ่มต้น สัญญาณนาฬิกาจะอยู่ในสถานะ High ระบบจะเริ่มอ่านข้อมูลบิตแรก เมื่อพบขอบแรกของสัญญาณซึ่งเป็นลักษณะขอบขาลง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 การส่งสัญญาณนาฬิกาของ F-RAM FM25V05 ที่ SPI โหมด 0



รูปที่ 4 การส่งสัญญาณนาฬิกาของ F-RAM FM25V05 ที่ SPI โหมด 3

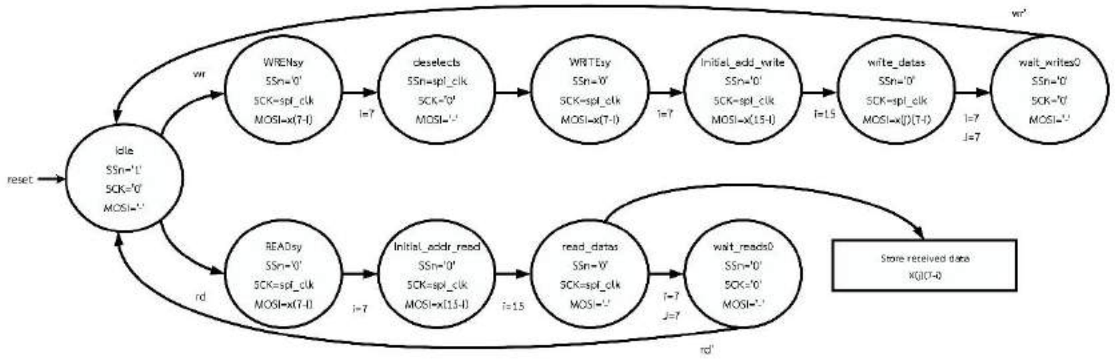
โดยบทความที่นำเสนอนี้ เราเลือกการสร้างตัวควบคุม SPI ที่โหมด 0 โดยจากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า FM25V05 มีการรับส่งข้อมูลที่ 8 บิต โดยมีโครงสร้างคำสั่งเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างคำสั่ง FM25V05

Name	Description	Opcode
WREN	Set write enable latch	0000 0110b
WRDI	Reset write enable latch	0000 0100b
RDSR	Read Status Register	0000 0101b
WRSR	Write Status Register	0000 0001b
READ	Read memory data	0000 0011b
FSTRD	Fast read memory data	0000 1011b
WRITE	Write memory data	0000 0010b
SLEEP	Enter sleep mode	1011 1001b
RDID	Read device ID	1001 1111b

2.2 การออกแบบ Finite State Machine

เมื่อเราทราบรูปแบบโปรโตคอลการสื่อสารแบบ SPI และคุณลักษณะเฉพาะของการรับ – ส่งข้อมูลของ ไอซี F-RAM FM25V05 แล้วก่อนที่จะทำการออกแบบโปรแกรมลงใน FPGA เราจะทำการออกแบ Finite State Machine Algorithm เพื่อให้การทำงานของตัวควบคุม SPI เป็นไปอย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 5 โดยการทำงานของ FSM สถานะเริ่มต้นสถานะ idle ค่าที่ SSn จะมีค่าเท่ากับ '1' ค่า SCK จะมีค่าเท่ากับ '0' ค่า MOSI = '-' (don't care) ค่า wr เท่ากับ '1' และค่า rd เท่ากับ '-' (don't care) เมื่อค่าเท่ากับ '-' (don't care) FSM จะเปลี่ยนสถานะจาก idle ไปสถานะ WRENsy

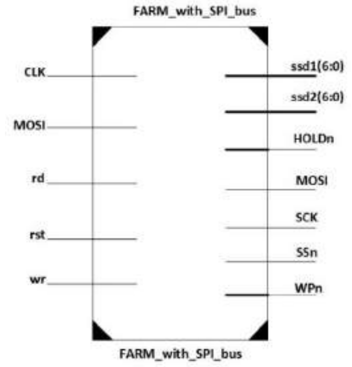


รูปที่ 5 Finite State Machine ของการสื่อสาร SPI สำหรับ F-RAM FM25V05

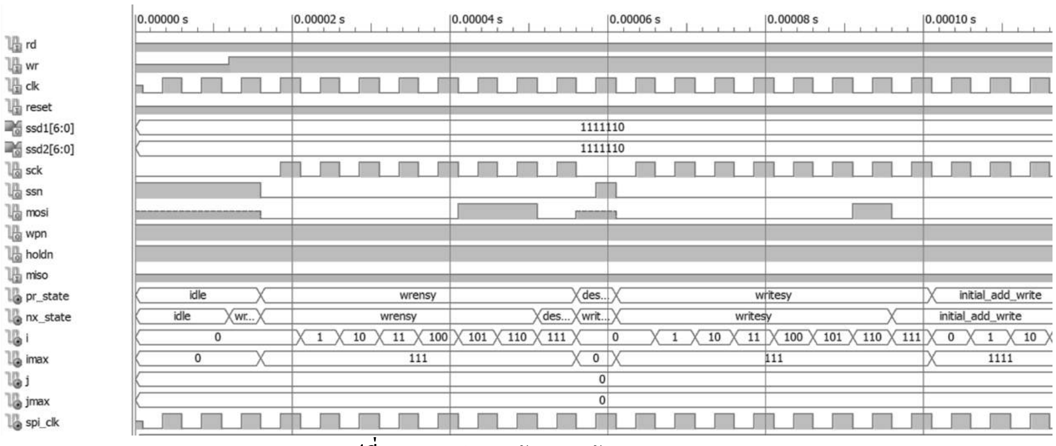
ค่า SSn มีค่าเท่ากับ '0' ค่า SCK จะมีค่าเท่ากับค่า spi_clk ค่า MOSI มีค่าเท่ากับ x(7-i) เมื่อค่า i เท่ากับ 7 FSM จะเปลี่ยนสถานะจาก WRENsy ไปที่สถานะ deselects ค่า MOSI จะมีค่าเท่ากับ x(7-i) เมื่อค่า i เท่ากับ 7 ก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นสถานะ initial_add_write ค่า SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเท่ากับ spi_clk ค่า MOSI มีค่าเท่ากับ x(15-i) เมื่อ i เท่ากับ 15 จะเปลี่ยนสถานะไปเป็นสถานะ wait_writes0 ค่า SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเป็น '0' ค่า MOSI มีค่าเป็น '-' (don't care) และรอค่า wr' (ค่า wr เป็น 0) เมื่อค่า wr มีค่าเป็น '0' สถานะของ FSM จะกลับมาที่สถานะ idle เมื่อค่า rd มีค่าเป็น '1' สถานะของ FSM จะเปี่ยนจากสถานะ idle เป็นสถานะ READsy ค่า SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเท่ากับค่า spi_clk ค่า MOSI มีค่าเท่ากับ x(7-i) เมื่อค่า i เท่ากับ 7 จะเปลี่ยนสถานะเป็นสถานะ initial_addr_read ค่า SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเท่ากับค่า spi_clk ค่า MOSI มีค่าเท่ากับ x(15-i) เมื่อค่า i มีค่าเท่ากับ 15 FSM จะเปลี่ยนสถานะเป็นสถานะ read_datas SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเท่ากับค่า spi_clk ค่า MOSI มีค่าเป็น '-' (don't care) เมื่อค่า i และค่า j มีค่าเป็น 7 FSM จะเปลี่ยนสถานะเป็น wait_reads0 SSn มีค่าเป็น '0' ค่า SCK มีค่าเป็น '0' ค่า MOSI มีค่าเป็น '-' (don't care) และรอค่า rd' และเมื่อค่า rd มีค่าเป็น '0' FSM จะเปลี่ยนสถานะไปเป็นสถานะเริ่มต้นคือสถานะ idle

2.3 Device Under Test (DUT)

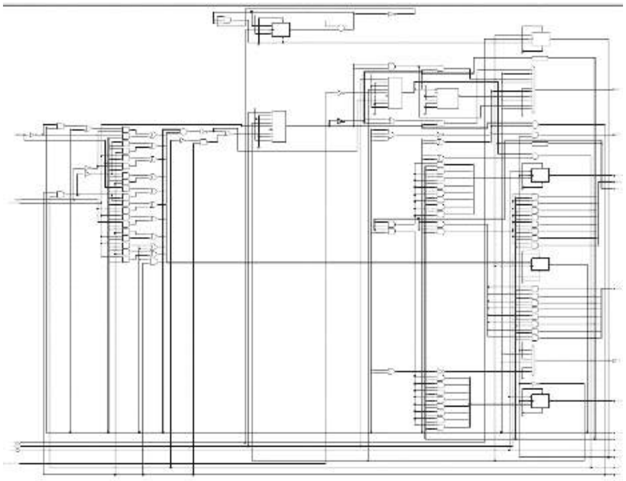
จากการออกแบบตัวควบคุม SPI สำหรับ โดยใช้ FSM นั้นทางคณะผู้จัดทำได้ทำการจำลองการทำงานบนโปรแกรม Xilinx Isim ซึ่งได้ใช้ภาษา VHDL ในการเขียนโปรแกรมจะลองการทำงานโดยมี ตัวควบคุม SPI เป็น DUT (Device Under Test) ตามรูปที่ 6 และจากรูปที่ 7 ผลการจำลองสัญญาณตัวควบคุม SPI โดยจำลองจากการสร้างบน Xilinx FPGA 6SLX9TQG144 ซึ่งได้สัญญาณ MOSI และ MISO เป็นไปตามมาตรฐานโปรโตคอลของ SPI



รูปที่ 6 Device Under Test ของ ตัวควบคุม SPI



รูปที่ 7 ผลการจำลองสัญญาณตัวควบคุม SPI



รูปที่ 8 RTL Schematic ของตัวควบคุม SPI

2.4. RTL Synthesis

เมื่อทำการทดสอบ DUT ได้ถูกต้องตามมาตรฐานโปรโตคอลของ SPI แล้วต่อจากนั้นจะเป็นการสังเคราะห์ในระดับ RTL (Register Transfer Level) เพื่อสร้างวงจรการทำงานบน FPGA โดยใช้โปรแกรมในการสังเคราะห์คือ Mentor Graphics Precision RTL โดยได้ผลสังเคราะห์ดังรูปที่ 8 โดยทรัพยากรของ FPGA เบอร์ 6SLX9TQG144 ที่ใช้ไปทั้งหมดมีรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Device Utilization for 6SLX9TQG144

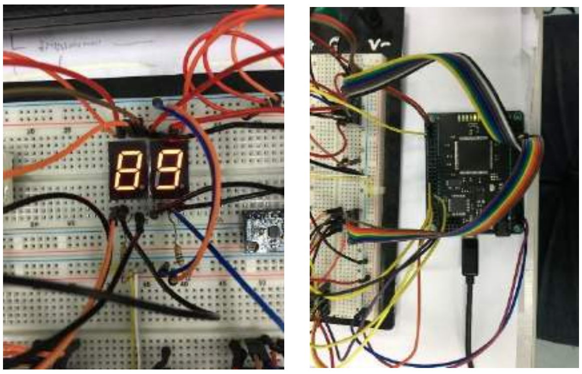
Resource	Used	Avail	Utilization
IOs	24	102	23.53%
Global Buffers	1	16	6.25%
LUTs	206	5720	3.60%
CLB Slices	52	1430	3.64%
Dffs or Latches	111	11440	0.97%
Block RAMs	0	32	0.00%
DSP48A1s	0	16	0.00%

2.5. Hardware Implementation

ในการนำไปสร้างบนฮาร์ดแวร์จริง คณะผู้จัดทำได้นำไปสร้างบนบอร์ดทดลอง ของ Embedded Micro System ซึ่งมีชิพ FPGA Xilinx Spartan 6 6SLX9TQG144 เป็นส่วนประกอบหลัก โดยทำการ Implement วงจรที่ได้จาการสังเคราะลงบนบอร์ดทดลองดังกล่าว แล้วทำการต่อร่วมกับไอซี FM25V05 ซึ่งมีการสื่อสารแบบ SPI โดยค่าที่ FPGA รับมาได้จากไอซี FM25V05 จะทำการเข้ารหัสเพื่อนำไปแสดงผลจากการรับค่าลงบน 7-Segments ดังรูปที่ 9

3. สรุป

จากการสร้างตัวควบคุม SPI โดยใช้ FPGA ซึ่งคณะผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นอันมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 9 ผลการทดลองที่ได้จาก Hardware Implementation

ที่มีการสื่อสารแบบ SPI กับ FPGA นั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง จากผลการทดลองเมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับ F-RAM ดังรูปที่ 9 ดังนั้นเราจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] TEXAS Instrument, “Keystone Architecture Serial Peripheral Interface (SPI)”, User Guide, Literature Number: SPRUGP2A, March 2012

[2] Han-Way Huang, “PIC Microcontroller: An introduction to Software and Hardware Interfacing”, Thomson Delmar Learning, ISBN 1-4018-3967-3

[3] Xilinx, Inc., “Spartan-6 FPGA Configuration User Guide”, August 11, 2016, UG380 (v2.9).

[4] Cypress Semiconductor Corporation, “FM25V05 512 Kbits (64 Kbits × 8) Serial (SPI) F-RAM”, Revised April 28, 2017.

การสร้างตัวควบคุม I^2C โดยใช้ FPGA และนำไปประยุกต์ใช้สำหรับ RTC

Implementation I^2C Controller by using FPGA and Applied for RTC

ธนาฒน์ สุกนวล[1], ไมตรี ธรรมมา[1], วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ[1], อิทธิ์สริยะ อักษรคิด[1], พัชพล สุขใจ[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3124 E-mail: thanat@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างตัวควบคุมการสื่อสารแบบ I^2C ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่ออนุกรมแบบสายนำสัญญาณ 2 เส้น บน FPGA Xilinx Spartan 6 (XC6SLX9-TQG144) โดยใช้ภาษา VHDL โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปเชื่อมต่อ และควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการสื่อสารแบบ I^2C ภายนอกได้ โดยคณะผู้จัดทำได้ออกแบบการควบคุมโดยใช้ Finite State Machine (FSM) จากนั้นนำมา จำลองการทำงานบนโปรแกรม Xilinx Isim เพื่อตรวจสอบการทำงานของแต่ละสถานะว่าถูกต้องตามโปรโตคอลมาตรฐานการเชื่อมต่อ I^2C เมื่อทำการจำลองและทดสอบจนมั่นใจแล้ว จึงได้นำไปทดลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Real Time Clock (RTC) PCF8593 ซึ่งมีรูปแบบการสื่อสารแบบ I^2C โดยการทดลองดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างชุดถอดรหัสจากการรับส่งข้อมูลที่ได้รับจากการสื่อสารแบบ I^2C แล้วนำมาแสดงผลเป็น วันที่ เดือน ปี และเวลา ซึ่งเป็นการพิสูจน์ว่าโครงสร้างชุดควบคุม I^2C ที่ได้ออกแบบนั้นถูกต้องตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: เอฟพีจีเอ, การสื่อสารแบบอนุกรม, ไอสแควร์ซี, วีเอชดีแอล

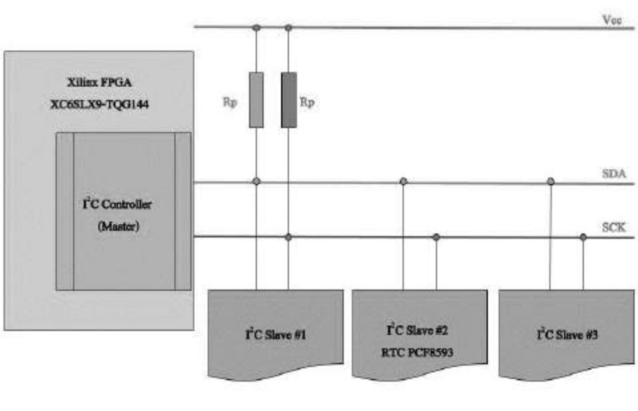
Abstract

This article proposes implementation an I^2C communication controller, with standard universal serial connection 2 wires on Xilinx Spartan 6 FPGA (XC6SLX9-TQG144) by language VHDL, with the purpose to connect and control electronic devices that have a communication I^2C. By the group designed a control using Finite State Machine (FSM) after the. Working on a program to verify the Isim work of each State, whether valid or not, the connection standards. I^2C, when simulation and test until confidence and then directed to the experimental device is connected to the Real Time Clock (RTC) PCF8593, in which patterns, communicate I^2C by such trials group, has set out to decode data received from communication I^2C and display a date, month, year, and time, which is to prove that the structure controls I^2C that design is correct according to the standard.

Keywords: FPGA, Serial Communications, I^2C, VHDL

1. บทนำ

ในปัจจุบันการใช้งานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมทั้งแบบความเร็วต่ำ และความเร็วสูงมีจำนวนเพิ่มขึ้น รูปแบบการเชื่อมต่ออนุกรมชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานอย่างมากในวงจรรวม (Integrate Circuit) ได้แก่การสื่อสารอนุกรมแบบ I^2C (Inter-Integrated Circuit) [1] เป็นการสื่อสารอนุกรมชนิดสายนำสัญญาณสองเส้น (Two Wires Communications) ซึ่งได้แก่ สายสัญญาณ Serial Data Line (SDA) และสายสัญญาณ Serial Clock Line (SCL) โดยสายสัญญาณทั้งสองสามารถเชื่อมต่อระหว่างแม่ข่าย (Master) และสามารถเชื่อมต่อกับลูกข่าย (Slave) ได้หลายตัว ซึ่งสามารถลดจำนวนขาของการเชื่อมต่อของวงจรรวมได้ ดังรูปที่ 1ซึ่งเป็นลักษณะที่นิยมใช้ในการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภท ไอซีดิจิตอล ,ไมโครคอนโทรลเลอร์ [2], ไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล เป็นต้น



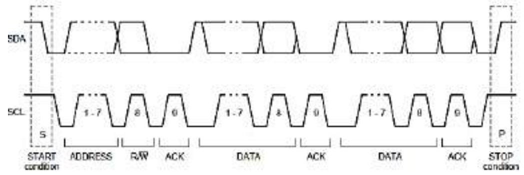
รูปที่ 1 การเชื่อมต่อแบบ I^2C

ปัญหาในการประยุกต์ใช้งาน Xilinx Spartan 6 FPGA (XC6SLX9-TQG144) [3] เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่มีการรับ-ส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อแบบ I^2C นั้น ในชิพ FPGA จะมีขาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เป็นแบบ GPIO (General Purpose Input Output) เท่านั้น ดังนั้นวิธีการที่จะติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายนอกที่มีการสื่อสารแบบ I^2C ได้นั้น เราจะต้องออกแบบตัวควบคุม I^2C บน FPGA เพื่อที่จะสามารถนำสัญญาณดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. การสร้างตัวควบคุม I^2C

2.1 ข้อมูลจำเพาะของ I^2C

การสื่อสารแบบ I^2C เป็นที่นิยมในการสื่อสารแบบอนุกรมสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากใช้งานง่าย สามารถมีลูกข่ายได้มากกว่า 1 ตัว สามารถกำหนดความเร็วในการสื่อสารได้ง่ายโดยมีค่าความถี่ในการสื่อสารที่ 100 kHz – 400 kHz ในโหมดปกติ (Normal Mode) และที่ค่าความถี่ในการสื่อสาร 3.4 MHz – 5 MHz ในโหมดความเร็ว (Fast Mode) วิธีการเชื่อมต่อเพียงแค่ใช้สายนำสายนำสัญญาณเพียง 2 เส้น ต่อร่วมกับตัวต้านทานแบบ Pull-Up ดังรูปที่ 1 แต่เนื่องจากการใช้งานทางกายภาพที่ง่าย การสื่อสารแบบ I^2C จึงมีโปรโตคอล (Protocol) ที่ซับซ้อนกว่าการสื่อสารอนุกรมแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) และSPI (Serial Peripheral Interface)

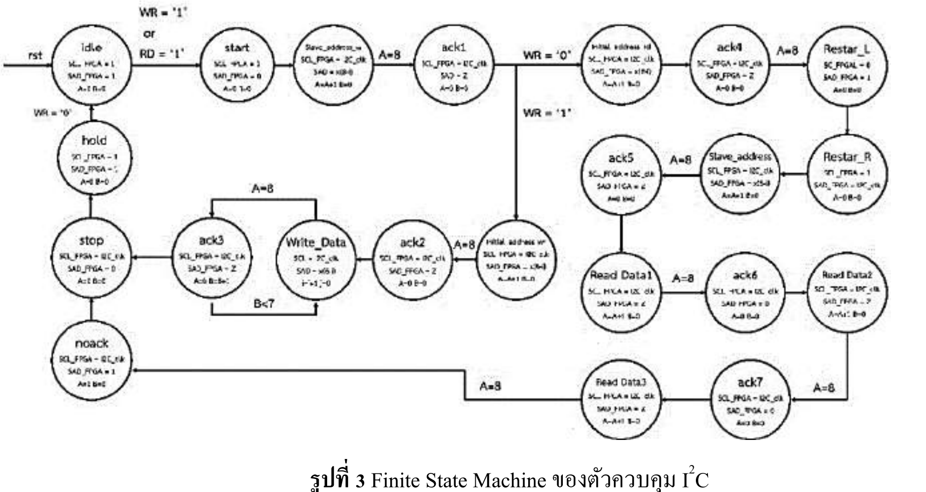


รูปที่ 2 โปรโตคอลมาตรฐานของ I^2C

จากรูปที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเงื่อนไข (Start Condition) การเริ่มต้นเงื่อนไขของ Address Frame จะอยู่ที่ขอบขาลงของสัญญาณ SDA (Serial Data Line) จะต้องมาก่อนขอบขาลงของสัญญาณ SCL (Serial Clock Line) หลังจากนั้นจะเป็นข้อมูลของ 7 bits Address โดยข้อมูลนี้จะถูกกำหนดอยู่ที่สาย SDA ซึ่งจะบ่งชี้ว่า แม่ข่ายจะติดต่อกับ ลูกข่าย ตัวใด จากนั้น บิตที่ 8 จะเป็นการคงค่าสถานะ ACK (Acknowledge) เพื่อรอรับค่าเฟรมบิตของ Data Frame โดยจำนวนบิตของ Data Frame จะมีจำนวน 8 บิต โดยจะเป็นค่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ตัวแม่ข่ายจะทำการรับ – ส่ง ข้อมูลกับลูกข่าย เช่น เป็นข้อมูลอุณหภูมิ ที่รับส่งระหว่าง แม่ข่าย กับลูกข่าย (เซนซอร์อุณหภูมิ) โดยในกรณีของบทความฉบับนี้การรับ – ส่ง ข้อมูลจะเป็นเวลา วัน เดือน ปี ตาม Data Sheet ของ RTC PCF8593 [4] เมื่อมีการส่ง Data Frame สิ้นสุดลง จะมีการส่งสัญญาณ ACK อีกครั้งเพื่อตรวจสอบสถานะหลังจากนั้นจะเป็นการส่งสัญญาณ Stop Condition เป็นการสิ้นสุดการรับ – ส่งข้อมูล โดยเงื่อนไขของการสิ้นสุด สัญญาณขอบขาขึ้นของ SCL จะมาก่อนสัญญาณขอบขาขึ้นของ SDA เสมอ

2.2 การออกแบบ Finite State Machine ของ I^2C

เมื่อเราทราบรูปแบบโปรโตคอลการสื่อสารแบบ I^2C และคุณลักษณะเฉพาะของการรับ – ส่งข้อมูลของ ไอซี RTC PCF8593 แล้วก่อนที่จะทำการออกแบบโปรแกรมลงใน FPGA เราจะทำการออกแบ Finite State Machine Algorithm เพื่อให้มการทำงานของตัวควบคุม I^2C เป็นไปอย่างถูกต้อง

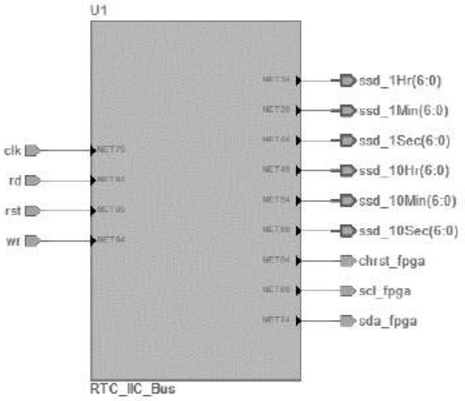


รูปที่ 3 Finite State Machine ของตัวควบคุม I^2C

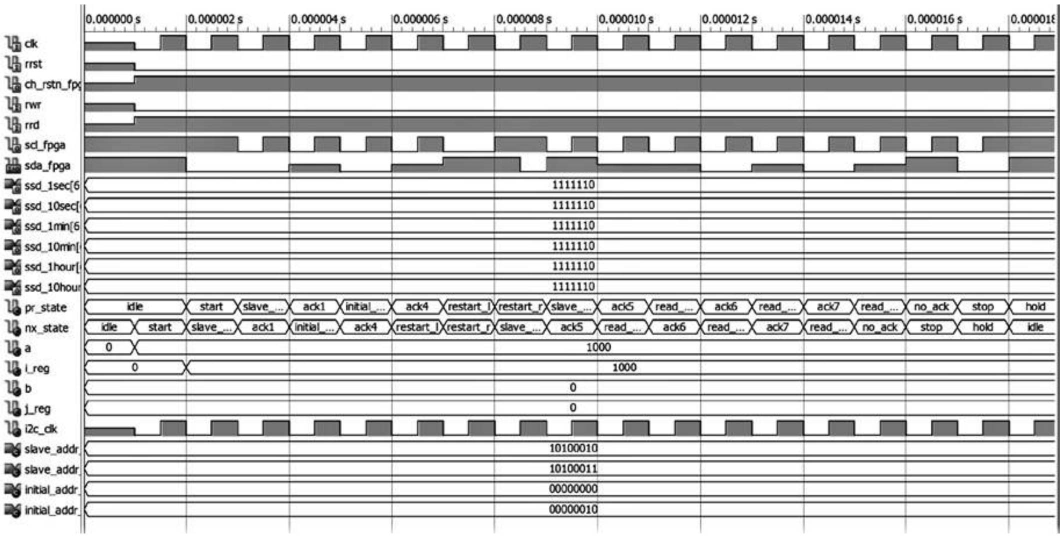
จากรูปที่ 3 เมื่อ rst='0' สถานะ idle จะกำหนดค่าขา SCL_FPGA = '0' , SDA_FPGA = '0' และตัวแปร A=0 B =0 และเมื่อมี input WR or RD = '1' จะย้ายไปยังสถานะไปที่ start กับ slave_address_wr ทั้ง 2 สถานะจะทำงานในเวลาใกล้เคียงกันโดยเมื่อ สถานะ start ป้อนค่าให้ SCL_FPGA = '1' , SDA_FPGA = '0' ไปยัง slave เพื่อให้รู้ว่ามีการทำงานแล้ว ในสถานะ slave_address_wr ป้อน สัญญาณ I^{2}C_clk ที่ขา SCL_FPGA และส่งที่อยู่ของ slave โดยให้ตัวแปร x(8-i) คือการส่งข้อมูลไปที่ละ 1 บิต จำนวน 8 บิต โดยให้ตัวแปร A เป็นตัวนับเมื่อ A=8 จะส่งไปยังสถานะ ack1 จะถามหาที่อยู่ของ slave ที่ตรงกับที่อยู่ที่ส่งจากสถานะ slave_address_wr เมื่อที่อยู่ตรงกับ slave แล้ว เราสามารถเลือกจะอ่านหรือเขียน ในที่นี้เราใช้ ไอซี PCF8591 เป็น slave และ บอร์ด Spartan-6 FPGA Xilinx เป็น แม่ข่าย เราจึงเลือกเฉพาะโหมดอ่าน คือ WR = '0' สถานะ initial_address_rd จะส่งข้อมูลบอกว่าจะอ่านโดยส่งข้อมูล 8 บิต ไปที่ขา SDA_FPGA โดยให้ตัวแปร A เป็นตัวนับเมื่อ A=8 สถานะ ack4 จะรับข้อมูลจาก initial_address_rd และจะเริ่มการส่งข้อมูลกลับโดยที่สถานะ restar_L และ restar_R จะป้อนสัญญาณเพื่อให้ slave รู้ว่าจะเริ่มรับข้อมูล และสถานะ slave_address จะส่งที่อยู่ของ slave มี 8 บิตเมื่อ เมื่อ A=8 ที่สถานะ ack5 แม่ข่าย จะอ่านข้อมูล 8 บิต โดยให้ตัวแปร A เป็นตัวนับเมื่อ A=8 ที่สถานะ ack6 ก็จะถามหาข้อมูล 8 บิต อีกเช่นกัน เนื่องจาก ไอซี แต่ละชนิดมีการรับส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ตัวอย่างไอซี PCF8591 ที่ยกขึ้นมา มีการส่งข้อมูลที่ละ 8 บิต จากรูปมีการอ่านข้อมูล 3 ชุด คือ สถานะ ack5 Read data1, ack6 Read data2, ack7 Read data3 เป็นต้น เมื่ออ่านครบจำนวนที่ต้องการแล้วจะย้ายไปสถานะ noack จะเปลี่ยนขา SAD_FPGA เป็นลอจิก 1 เพื่อให้รู้ว่ามีการหยุดทำงาน แล้วไปที่สถานะ stop ทำให้ขา SAD_FPGA = '0' แล้วส่งไปสถานะ hold เพื่อรอ WR = 0 กลับไปที่สถานะ idle

2.3 Device Under Test

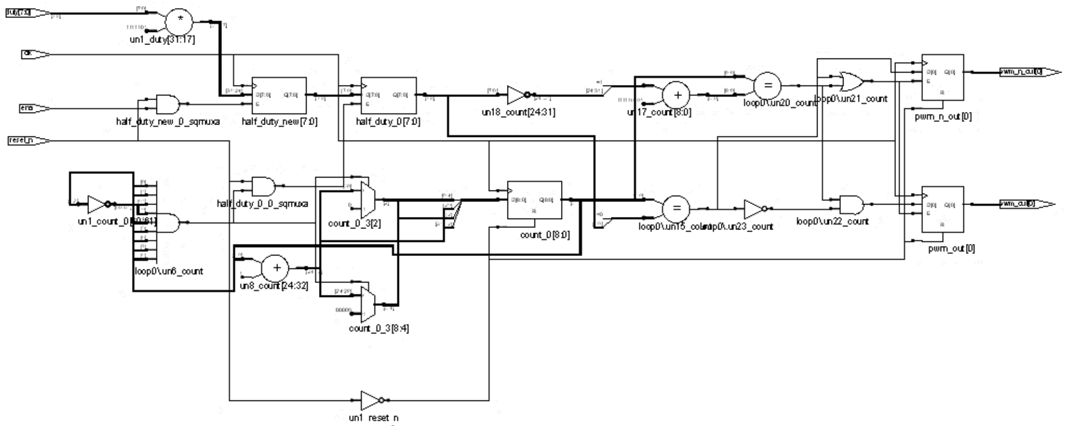
จากการออกแบบตัวควบคุม I^{2}C โดยใช้ FSM นั้นทางคณะผู้จัดทำได้ทำการจำลองการทำงานบนโปรแกรม Xilinx Isim ซึ่งได้ใช้ภาษา VHDL [5] ในการเขียนโปรแกรมจะจำลองการทำงานโดยมี ตัวควบคุม I^{2}C เป็น DUT (Device Under Test) ตามรูปที่ 4 และจากรูปที่ 5 ผลการจำลองสัญญาณตัวควบคุม I^{2}C โดยจำลองจากการสร้างบน Xilinx FPGA 6SLX9TQG144 ซึ่งได้สัญญาณ SDA และ SCK เป็นไปตามมาตรฐานโปรโตคอลของ I^{2}C



รูปที่ 4 Device Under Test ของ ตัวควบคุม I^{2}C



รูปที่ 5 ผลการจำลองสัญญาณตัวควบคุม I^{2}C



รูปที่ 6 RTL Schematic ของตัวควบคุม I^{2}C

2.4 วงจร RTL Synthesis

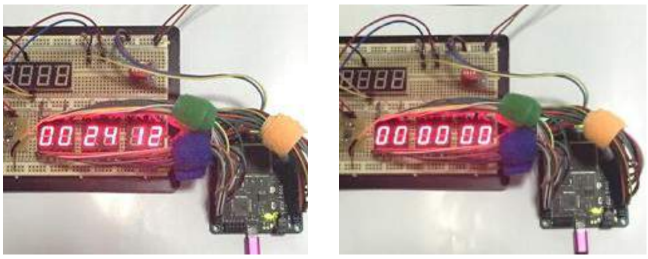
เมื่อทำการทดสอบ DUT ได้ถูกต้องตามมาตรฐานโปรโตคอลของ I^{2}C แล้วต่อจากนั้นจะเป็นการสังเคราะห์ในระดับ RTL (Register Transfer Level) เพื่อสร้างวงจรการทำงานบน FPGA โดยใช้เครื่องมือในการสังเคราะห์คือ Synopsis Synplify โดยได้ผลสังเคราะห์ดังรูปที่ 6 โดยที่ใช้ทรัพยากรของ FPGA เบอร์ 6SLX9TQG144 ไปทั้งหมดมีรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Device Utilization for 6SLX9TQG144

Resource	Used	Avail	Utilization
IOs	49	102	48.04%
Global Buffers	1	16	6.25%
LUTs	111	5720	1.94%
CLB Slices	28	1430	1.96%
Dffs or Latches	60	11440	0.52%
Block RAMs	0	32	0.00%
DSP48A1s	0	16	0.00%

2.5. Hardware Implementation

ในการนำไปสร้างบนฮาร์ดแวร์จริง คณะผู้จัดทำได้นำไปสร้างบนบอร์ดทดลอง FPGA ของ Embedded Micro ซึ่งมีชิพ FPGA Xilinx Spartan 6 6SLX9TQG144 เป็นตัวประมวลผลโดยทำการ สร้างวงจรที่ได้จากการสังเคราะห์ลงบนบอร์ดทดลองดังกล่าว หลังจากนั้นทำการเชื่อมต่อร่วมกับ ไอซี RTC PCF8593 ซึ่งมีการสื่อสารข้อมูลแบบ I^{2}C โดยข้อมูลที่ FPGA 6SLX9TQG144 รับมาได้จากไอซี RTC PCF8593 นั้นจะนำมาทำการเข้ารหัส BDC to 7-Segments เพื่อแสดงผลข้อมูลจาก RTC PCF8593 ลงบน 7-Segments ดังรูปที่ 7



(ก) (ข)

รูปที่ 7 ผลการทดลองที่ได้จาก Hardware Implementation (ก) การแสดงวันที่ และเดือน (ข) การแสดงการเริ่มนับเวลา

3. สรุป

จากการสร้างตัวควบคุม I^{2}C โดยใช้ FPGA ซึ่งคณะผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นอันมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการสื่อสารแบบ I^{2}C กับ FPGA นั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยศึกษาได้จากผลการทดลองเมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับ ไอซี Real Time Clock (RTC PCF8593) จากเหตุผลดังกล่าวเราสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล หรือเซนเซอร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] NXP Semiconductor, “I^{2}C-Bus Specification and User Manual”, Rev.6, 4 April 2014, UM10204.

[2] TEXAS Instruments, “Understanding the I^{2}C Bus”, Application Report, June 2015, SLVA704.

[3] Xilinx, Inc., “Spartan-6 FPGA Configuration User Guide”, August 11, 2016, UG380 (v2.9)

[4] NXP Semiconductor., “PCF8593 Low power clock and calendar product data sheet”, Rev. 04, October 6 2010.

[5] IEEE Standard, “1076 IEEE Standard VHDL Language Reference Manual”, IEEE Computer Society, 17 May 2002

ระบบปั๊มน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประยุกต์ใช้งานเกษตรกรรม

Solar water pump system for agricultural applications

เอกชัย พือสันเทียะ[1] อภิเชษฐ์ แย้มโพธิ์กลาง[1] สุรินทร์ อ่อนน้อม[1] สมสิน วางขุนทด[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 E-mail: aekachai.pu@gmail.com

)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบปั๊มสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับการประยุกต์ใช้งานเกษตรกรรม โดยระบบดังกล่าวถูกออกแบบให้มีขนาด กะทัดรัด สามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้ในพื้นที่ เกษตรกรรมที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ได้อย่างคล่องตัวและเหมาะสม สามารถกำเนิดพลังงานไฟฟ้าได้ 250 วัตต์ พลังงานที่ด้านเอาต์พุตของ ระบบสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่องทางโดยผ่านแผงวงจรควบคุมการประจุไฟฟ้าได้แก่ เอาต์พุตแรกคือต่อกับปั๊มน้ำขนาด 12 โวลต์ เอาต์พุตสองคือ การจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 45 แอมแปร์/ชั่วโมง 12 โวลต์ การทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถ ทำงานได้จริงและสามารถเคลื่อนที่ไปในสถานที่ต่าง ๆ ตามการประยุกต์ใช้งาน

คำสำคัญ: วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์, โซลาร์เซลล์

Abstract

This paper present the application of solar pump system for use in remote agricultural areas. The compact system was designed in order to focus on using in rural area. The prototype system can generate 250 watts. The output power can be divided into two channels through the charge controller. The first output is connected to a 12 volt water pump. The second output is a direct current supply of 45 ampere / hour 12 volts. According to the testing found that the system can work well in different locations with corresponding the application area.

Keywords: buck converter circuit, solar panels

1. บทนำ

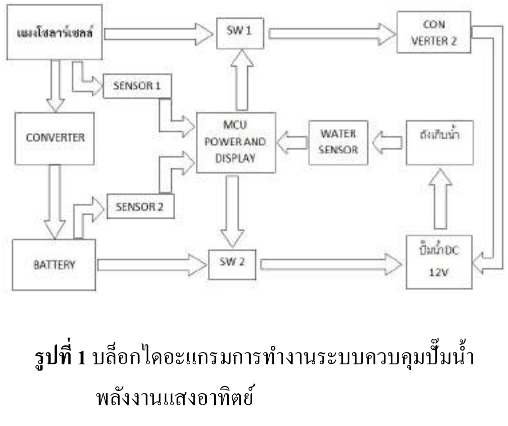
การสูบน้ำในชนบทเพื่ออุปโภค บริโภค และเพื่อการเกษตร ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานทางด้านอาหาร น้ำดื่ม และเกษตรกรรม ปัจจุบันเกษตรกรใช้เครื่องสูบน้ำดีเซลเป็นส่วนใหญ่ มีบางท้องที่ใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้าอย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าใช้ การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าก็ยังมีข้อจำกัด เฉพาะบริเวณที่มีสายส่งถึงส่วนบริเวณที่ไม่มีสายส่งถึง ที่เป็นบริเวณเพาะปลูกห่างหมู่บ้านหลายกิโลเมตรและมีความต้องการน้ำจะไม่สามารถสูบน้ำด้วยไฟฟ้าได้

จากปัญหาข้างต้น จึงมีแนวคิดจึงสร้างเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เคลื่อนที่[1] โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แปรมาเป็นไฟฟ้าเพื่อใช้ในการสูบน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ในด้านการเกษตรที่ใช้น้ำในการเพาะปลูกขนาดเล็ก เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นี้สามารถใช้สูบน้ำได้โดยจากโซลาร์เซลล์ที่มีแรงดัน 15โวลต์หรือมากกว่าจะใช้แหล่งจ่ายจากโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งจ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำ หากแรงดันจากโซลาร์เซลล์ที่มีน้อยกว่า 15 โวลต์ จะสลับไปใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำแทน

2. การออกแบบ

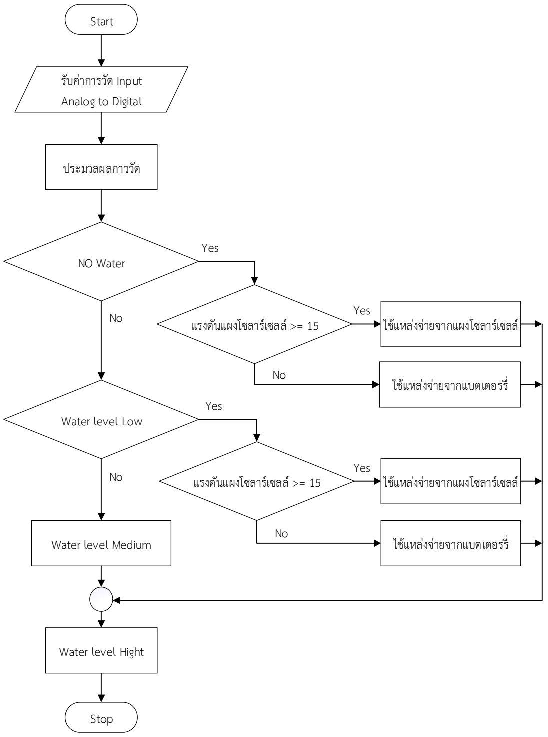
2.1 ขั้นตอน

การออกแบบระบบควบคุมปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยภาคต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ภาคบั๊กคอนเวอร์เตอร์ ภาควัดค่าพลังงานและแสดงผล ภาคสวิตช์สลับแหล่งจ่ายให้ปั๊มน้ำ และภาควัดระดับน้ำ มีวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ สวิตช์กำลัง วงจรขับสวิตช์กำลัง และภาคกำเนิดพัลส์วิดท์มอดูเลชัน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานระบบควบคุมปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การทำงานจะใช้ Arduino Mega 2560 เพื่อควบคุมและแสดงผลการวัดค่าพลังงาน เมื่อระดับน้ำในถังน้ำขนาด1,000 ลิตร อยู่ต่ำกว่าระดับที่ตั้งค่าไว้ จะทำการประมวลผลเพื่อทำการตรวจสอบแหล่งจ่าย โดยใช้แหล่งจ่ายจากโซลาร์เซลล์เป็นหลัก ซึ่งในกรณีแรงดันจากโซลาร์เซลล์ตั้งแต่ 15 โวลต์ขึ้นไป จะใช้แหล่งจ่ายจากโซลาร์เซลล์ จ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำ หากต่ำกว่า 15 โวลต์ จะทำการสลับแหล่งจ่ายไปใช้แบตเตอรี่จ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำ หลังจากน้ำถึงระดับที่กำหนดไว้ระบบก็จะสั่งปิดปั๊มน้ำดังแสดงในรูปที่ 2

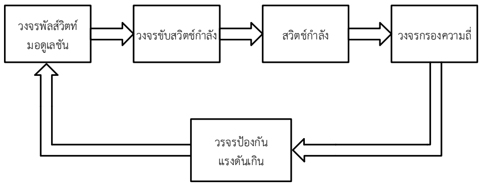


รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของการสลับแหล่งจ่ายกำลังให้ปั๊มน้ำ

2.2 การออกแบบบั๊กคอนเวอร์เตอร์

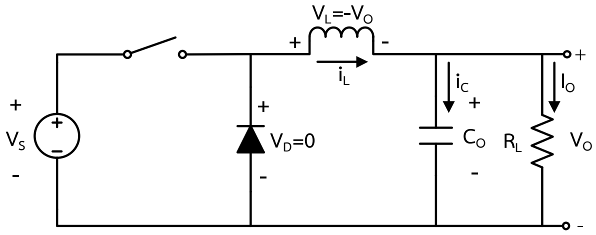
การออกแบบบั๊กคอนเวอร์เตอร์แบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกเป็นวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์สำหรับแปลงแรงดันจากโซลาร์เซลล์เพื่อนำมาชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 45 แอมแปร์/ชั่วโมง 12 โวลต์และชุดที่สองเป็นวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์สำหรับแปลงแรงดันจากโซลาร์เซลล์นำมาเป็นแหล่งจ่ายให้ปั๊มน้ำกระแสตรง 12 โวลต์

วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์จะประกอบด้วย ภาคพัลส์วิดท์มอดูเลชัน วงจรขับสวิตช์กำลังสวิตช์กำลัง วงจรกรองความถี่ทางเอาท์พุตและวงจรป้องกันแรงดันเกินดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์

วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์คือวงจรที่ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าด้านออกมีค่าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านขาเข้า และเพื่อให้แรงดันไฟฟ้าด้านออกที่มีความเป็นกระแสตรง นิยมใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter โดยส่วนใหญ่จะเลือกใช้วงจรกรองแบบ)LC เพราะมีอัตราการลดทอนสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการ ผกผันกับกำลังสองของความถี่ดังแสดงในรูปที่ 4



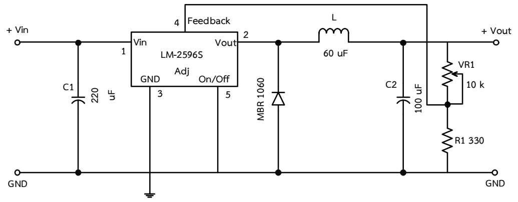
รูปที่ 4 วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์

การออกแบบวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์นั้น เริ่มต้นจากการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าที่จ่ายจากโซลาร์เซลล์ขนาด 250 วัตต์ กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 33 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าด้านออกของวงจร เพื่อใช้สำหรับชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ สามารถหาค่าดิวตี้ไซเคิลในการออกแบบวงจรได้จากสมการที่ (1)[2]

$$D = \frac{V_O}{V_S} \qquad (1)$$

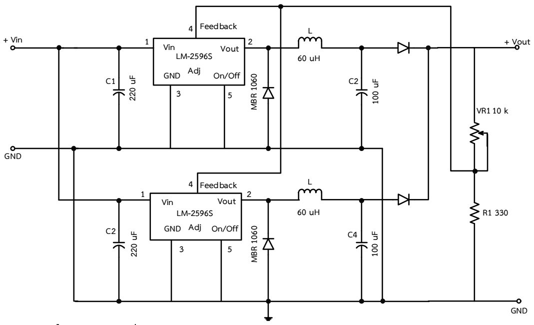
การออกแบบภาคบั๊กต้องคำนึงถึงแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จะไหลผ่านสวิตช์ผ่านตัวเหนี่ยวนำไปยังโหลดขณะนำกระแส ในการออกแบบภาคบั๊กคอนเวอร์เตอร์จึงเลือกใช้ไอซีที่ใช้ออกแบบวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ เบอร์ LM2596S ซึ่งมีความถี่ที่ถูกกำหนดไว้ภายในตัวไอซี 150 กิโลเฮิร์ต รับแรงดันอินพุตได้สูงสุด 45 โวลต์ จ่ายแรงดันเอาท์พุตได้ตั้งแต่ 1.2 โวลต์ถึง 37 โวลต์ ภายในตัวไอซีมีสวิตช์กำลังเป็นแบบทรานซิสเตอร์ จ่ายกระแสได้สูงสุด 3 แอมแปร์จะทำงานสลับกันกับไดโอด เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส

วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ชุดที่หนึ่ง สำหรับแปลงแรงดันจาก 33 โวลต์ เป็น 14.5 โวลต์เพื่อนำมาชาร์จแบตเตอรี่ จึงมีการควบคุมแรงดันทางเอาท์พุตให้แรงดันคงที่ดังแสดงในรูปที่ 5



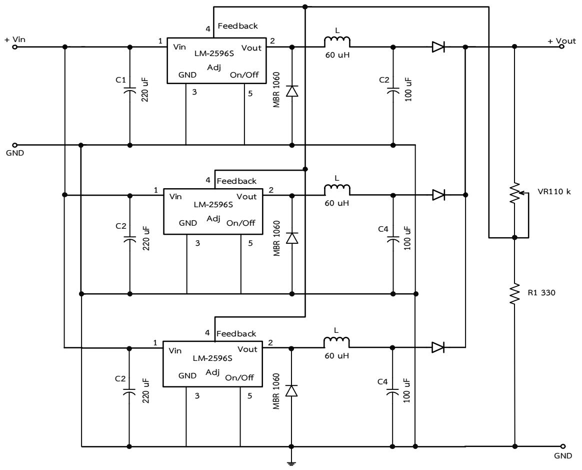
รูปที่ 5 การควบคุมแรงดันทางเอาท์พุต

เนื่องจากไอซีเบอร์ LM2596S จ่ายกระแสได้สูงสุดเพียง 3 แอมป์ จึงนำวงจรที่ออกแบบ นำมาขนานให้ได้กระแสทางเอาท์พุตเพิ่มขึ้นเพื่อนำวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้สำหรับแปลงแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 14.5 โวลต์ มาชาร์จแบตเตอรี่ดังแสดงในรูปที่ 6



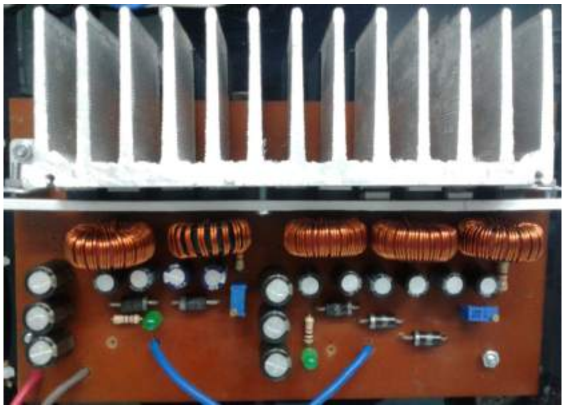
รูปที่ 6 วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์สำหรับแปลงแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 14.5 โวลต์

วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ชุดที่สอง ใช้สำหรับแปลงแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 13 โวลต์เพื่อใช้สำหรับลดระดับแรงดันจากแผงโซลาร์เซลล์ที่มีแรงดัน 33 โวลต์นำมาเป็นแหล่งจ่ายให้ปั๊มน้ำ 12 โวลต์ เนื่องจากปั๊มน้ำสามารถทำงานได้ตั้งแต่กระแส 4 แอมแปร์ ถึง 9 แอมแปร์ จึงนำวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบมาขนานเพื่อให้ได้กำลังงานที่พอเหมาะสมสำหรับปั๊มน้ำดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบสำหรับแปลงแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 13โวลต์

ซึ่งภายในวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ประกอบไปด้วยวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ใช้สำหรับแปลงแรงดันจากแผงโซลาร์เซลล์ที่มีแรงดัน 33 โวลต์เป็น 13 โวลต์ ใช้สำหรับนำมาเป็นแหล่งจ่ายให้ปั๊มน้ำ 12 โวลต์และวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ใช้สำหรับแปลงแรงดันจากโซลาร์เซลล์ที่มีแรงดัน 33 โวลต์ เป็น 14.5โวลต์ ใช้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ดังแสดงในรูปที่ 8



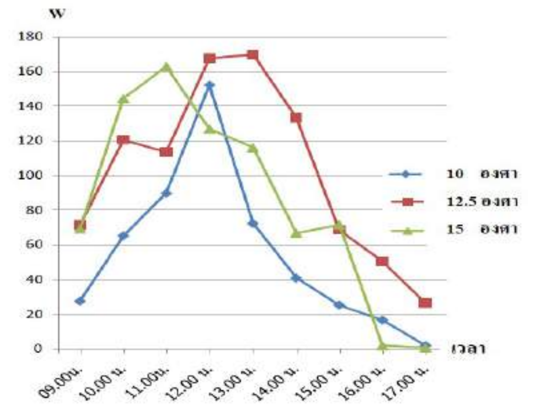
รูปที่ 8 วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

3. ผลการทดลอง

การทดสอบกำลังงานเอาท์พุตที่โซลาร์เซลล์ขนาด 250 วัตต์ แรงดันเอาท์พุต 33 โวลต์ โดยใช้โหลดตัวต้านทาน 4.7 โอห์มเพื่อหาค่ากำลังงาน และช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานคำนวณหากระแสที่ไหลจากแผงโซลาร์เซลล์จากสมการที่ (2)[3]

$$P = VI \qquad (2)$$

โดยแบ่งจากการทำมุมของแผงโซลาร์เซลล์คือ ทำมุม 10 องศา 12.5 องศา และ 15 องศา ช่วงเวลาในการทดสอบ 9.00 น. ถึง 17.00 น. ผลการทดสอบเป็นดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ค่ากำลังงาน(วัตต์)ที่ผลิตได้แต่ละช่วงเวลา

การทดสอบวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์โดยปรับแผงโซล่าเซลล์ทำมุม 12.5 องศาและทดสอบในช่วงเวลา 12.00 น.ถึง 13.00 น.จะได้กำลังงานอินพุตกำลังงานเอาท์พุต และประสิทธิภาพของวงจรทั้งสองแบบคือ วงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้แปลงแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 14.5 โวลต์เพื่อใช้ชาร์จแบตเตอรี่ และวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้แปลงระดับแรงดันจาก 33 เป็น 13 โวลต์จ่ายให้กับปั๊มน้ำและหาประสิทธิภาพของวงจรจากสมการที่ (3)

$$Efficientcy = \frac{P_{out}}{P_{in}} \qquad (3)$$

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์

ค่าเฉลี่ยวงจรบั๊กคอนเวอร์เตอร์ (จำนวน 30 ครั้ง)	กำลังงานอินพุต (วัตต์)	กำลังงานเอาท์พุต (วัตต์)	ประสิทธิภาพวงจร (เปอร์เซ็นต์)
ชาร์จแบตเตอรี่ 12 โวลต์	**53.45**	**41.82**	**78.24**
ปั๊มน้ำ 12 โวลต์	**12.36**	**9.29**	**75.16**

4. สรุป

งานวิจัยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่สำหรับประยุกต์ใช้งานเกษตรกรรม กรณีแรกเมื่อแรงดันจากแผงโซลาร์เซลล์ 15โวลต์ขึ้นไปจะใช้แหล่งจ่ายจากโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งจ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำ โดยผ่านวงจรลดระดับแรงดันจาก 33 โวลต์เป็น 13 โวลต์และอีกกรณีหากแรงดันจากโซลาร์เซลล์น้อยกว่า 15 โวลต์ จะใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังให้กับปั๊มน้ำ วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์วงจรแรกชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์มีกำลังงานอินพุต 53.45 วัตต์ กำลังงานเอาท์พุต 41.82 วัตต์และมีประสิทธิภาพวงจรเท่ากับ 78.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวงจรที่สองจ่ายให้ ปั๊มน้ำ 12 โวลต์มีกำลังงานอินพุต 12.36 วัตต์ กำลังงานเอาท์พุต 9.29 วัตต์และมีประสิทธิภาพวงจรเท่ากับ 75.16 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำงานได้จริงและสามารถเคลื่อนที่ไปในสถานที่ต่าง ๆ ตามการประยุกต์ใช้งาน

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนในด้านสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จตามความมุ่งหมาย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ที่ให้คำแนะนำ และข้อมูลอันเกิดประโยชน์ต่อการจัดทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] อำนวย เรืองวารี, ศิริชัย ต่อสกุล, วิรชัย โรยนรินทร์, กุลกนิษฐ์ ทองเงา, "ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่สำหรับประยุกต์ใช้งานเกษตรกรรม," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 4-6 พฤศจิกายน 2558.

[2] เกษม ตรีภาค, สุวรรณ จันทร์อินทร์, ศตวรรษ กรรณิกา, อรรถพล ชัยวงศ์, พิทยา จิ๋วเจริญและ นพพร พัชรประกิติ, "วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์สำหรับชาร์จประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ",การประชุมวิจัยระดับชาตินเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ , 21 – 22 กรกฎาคม 2559

[3] วิชิต มาลาเวช, "ชุดสาธิตการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน",การประชุมวิจัยระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23, 22-25 พฤษภาคม 2556

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1สำหรับระบบควบคุมความเร็ว

Type 1 State Feedback Controller Design for Speed Control System

ไมตรี ธรรมา เอกชัย พือสันเทียะ จักรี จันทร์บุษราคัม ธนาฒน์ สุกนวล และวิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

744 ถนนสุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสมีา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 โทรสาร 044-233052 E-mail: info@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีการปริภูมิสถานะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติที่สภาวะคงตัวของระบบควบคุมความเร็วเพื่อกำจัดค่าผิดพลาดให้เป็นศูนย์ โดยอาศัยตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1และอัตราขยายในส่วนไปหน้า จากค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมจากแบบจำลองของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีการวางตำแหน่งโพล โดยการเปลี่ยนระบบความเร็วของมอเตอร์จากระบบชนิด0 เป็นระบบชนิด1 แล้วคำนวณหาค่าเมตริกซ์อัตราขยายด้วยวิธีเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ของระบบป้อนกลับสถานะกับสัมประสิทธิ์ของโพล ซึ่งที่หาได้จากสมกการลักษณะเฉพาะ จากผลการจำลองและการทดลองพบว่าตัวควบคุมป้อนกลับสถานะให้ผลตอบสนองที่ดี และสามารถกำจัดค่าผิดพลาดที่สภาวะคงตัว

คำสำคัญ: ตัวควบคุมป้อนกลับสถานะ, ระบบชนิด1, การวางตำแหน่งโพล, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

Abstract

The design and implementation of state feedback type1 for DC motor speed control using state space technique has been presented in this paper. The objective of the work is to improve the steady state performance of the DC motor speed control system thereby eliminating the steady state error of the motor speed. The state space model of the DC motor is considered and state feedback controller design is proposed. The state feedback controller with Feed-forward control are designed using Pole Placement Technique. Change speed system of motor from type0 to type1 after then find the value of feedback gain matrix by compare coefficient of system and coefficient of pole which find from characteristic equation. According to the experimental result, state feedback controller with feed-forward path control has the better performance in terms of steady state error.

Keywords: state feedback, type1 system pole placement, dc motor,

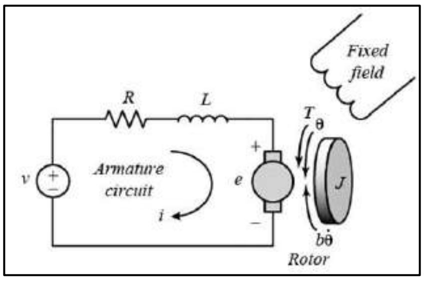
1. บทนำ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างยิ่งและนิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้คงที่นั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างมาก

บทความนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยระบบควบคุมป้อนกลับ โดยใช้ตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่สามารถควบคุมระบบที่มีความซับซ้อนได้และรวมทั้งระบบที่มีสัญญาณขาเข้าหลายทางและสัญญาณขาออกหลายทาง อีกทั้งเป็นระบบควบคุมที่ไม่จำกัดจำนวนโพลและซีโร่ของตัวควบคุม และในตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 เป็นตัวควบคุมที่จะทำให้ผลตอบสนองนั้นไม่มีค่าผิดพลาดในสภาวะคงตัว นั่นคือสามารถควบคุมความเร็วได้คงที่

2. มอเตอร์กระแสตรง

แบบจำลองระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบจำลองระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

แรงบิดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นสัดส่วนกับกระแสอาร์เมเจอร์ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\tau = k_i i \quad (1)$$

เมื่อ k_i คือ ค่าแรงบิดคงตัวของมอเตอร์ แรงดันไฟฟ้าย้อนกลับเป็นสัดส่วนกับความเร็วเชิงมุมสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$e = k_e \dot{\theta} \tag{2}$$

โดยที่ k_e คือ แรงดันไฟฟ้าย้อนกลับคงตัวของมอเตอร์ จากกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชื่อฟฟ์ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$L\frac{di}{dt} + Ri = V - k\dot{\theta} \tag{3}$$

จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้

$$J\ddot{\theta} + b\dot{\theta} = k_i \tag{4}$$

อาศัยจากสมการ (3) และ (4) โดยใช้วิธีการแปลงลาปลาซ สามารถเขียนสมการในรูปได้ดังนี้

$$s(Js + b)\theta(s) = kI(s) \tag{5}$$
$$(Ls + R)I(s) = V(s) - ks\theta(S) \tag{6}$$

จากสมการที่ (5) และ (6) เพื่อหาฟังก์ชันการถ่ายโอนวงเปิด จะทำการกำจัด $I(s)$ ซึ่งระหว่างทั้งสองสมการ ที่ความเร็วในการหมุนถือว่าเป็นเอาต์พุตและแรงดันไฟฟ้าอาร์เมเจอร์ถือว่าเป็นอินพุต สามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\frac{\dot{\theta}(s)}{V(s)} = \frac{k}{(Ls+R)(Js+B)+k^2}\left[\frac{red/\sec}{V}\right] \tag{7}$$

สามารถเขียนในรูปสมการสถานะได้ดังนี้

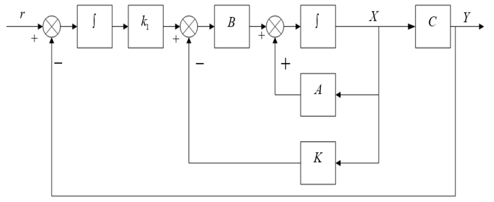
$$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix}\dot{\theta}\\ i\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-\frac{B}{J} & \frac{k_i}{J}\\ -\frac{k_\omega}{L} & -\frac{R}{L}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\theta\\ i\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0\\ \frac{1}{L}\end{bmatrix}u \tag{8}$$

และ

$$y = \begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{\theta}\\ i\end{bmatrix} \tag{9}$$

3. การออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะ

แผนภาพของระบบควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 แสดงดังรูปที่ 2 โดยกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบมีดังนี้ ให้มีช่วงเวลาเข้าที่ไม่เกิน *2* วินาที ค่าพุ่งเกินสูงสุด น้อยกว่า *5%* และค่าผิดพลาดที่สภาวะคงตัวเป็นศูนย์



รูปที่ 2 ระบบควบคุมป้อนกลับสถานชนิด1

จากรูปที่2 ระบบควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 สามาถเขียนสมการดังนี้

$$\dot{x} = Ax + Bu$$
$$y = Cx$$
$$u = -kx + k_I\xi$$
$$\dot{\xi} = r - y = r - Cx$$
$$\dot{e} = \hat{A}e + \hat{B}u_e$$

เมื่อ

x = ตัวแปรสถานะ
u = สัญญาณควบคุม
y = สัญญาณเอาท์พุท
$\dot{\xi}$ = เอาพุตของอินทิเกรเตอร์
r = สัญญาณอ้างอิง
A = เมทริกซ์ระบบ $(n \times n)$
B = เมทริกซ์ระบบ $(n \times 1)$
C = เมทริกซ์ระบบ $(1 \times n)$

พิจารณาการหาผลตอบสนองของระบบป้อนกลับสถานะจากเมตริกซ์ของระบบโดยอาศัยแทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังนี้

$$J = 1.60*10^{-6}\,Nms^2$$
$$B = 1.09*10^{-5}\,Nms$$
$$R = 5.22\Omega$$
$$L = 2.95*10^{-3}\,H$$
$$k_\omega = 2.34*10^{-2}\,Vs$$
$$k_i = 2.34*10^{-2}\,Nm/A$$

อาจเขียนแสดงได้ว่า

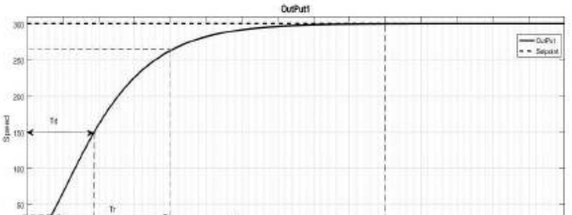
$$A = \begin{bmatrix} -6.8125 & 14625 \\ -7.9322 & 1769.5 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 338.98 \end{bmatrix} \quad (12)$$

กำหนดตำแหน่งโพลที่ต้องการ -1.686 และ -90.7 และ -150 โดยค่าอัตราส่วนการหน่วง (damping ratio) หรือ ζ =2.48 และค่า Wn= 64,036 หาค่าอัตราขยายของตัวควบคุมด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากสมการลักษณะเฉาะของโพลและระบบ ได้ค่าอัตราขยายของตัวควบคุม เท่ากับ0.0058 , 0.454 และค่าอัตราขยายวิถีไปหน้า เท่ากับ 4.636

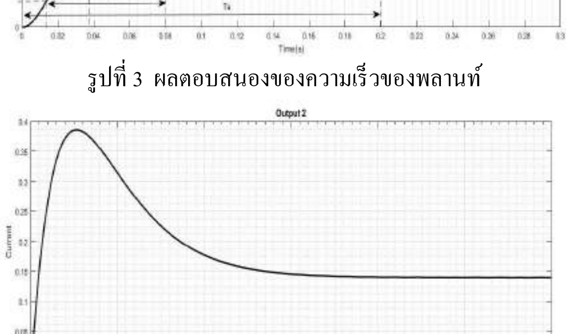
เมื่อได้ค่าอัตราขายและตัวแปรสถานะที่กำหนดข้างต้น สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink ซึ่งกำหนดให้สัญญาณอ้างอิงเป็นค่าคงที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 300 รอบต่อนาที

4. ผลการจำลองสถานการณ์และผลทดลอง

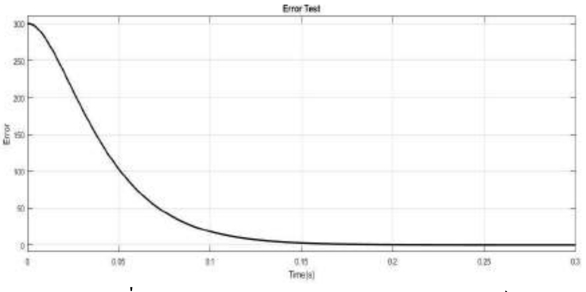
ผลการจำลองสถานการณ์ของระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 3 และผลทดลองจากการออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะและสร้างตัวควบคุมแบบเวลาจริงโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 12 บิตประมวลผลร่วมกับโปรแกรม MATLAB/Simulink จากค่าอัตราการขยายของตัวควบคุมให้ผลตอบสนองดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 5



รูปที่ 3 ผลตอบสนองของความเร็วของพลานท์

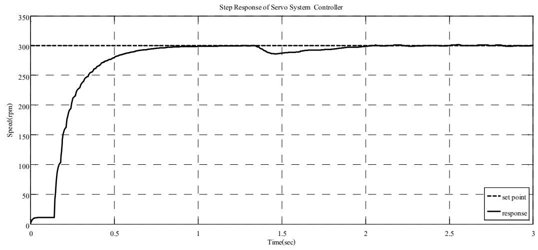


รูปที่ 4 ผลตอบสนองของกระแสของพลานท์



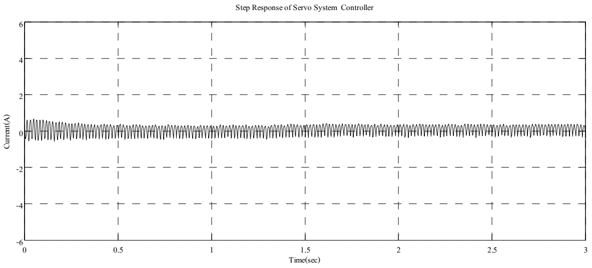
รูปที่ 5 ผลตอบสนองของค่าผิดพลาดของพลานท์

จากผลตอบสนองข้างต้นระบบใช้เวลาในการเข้าสู่การทำงานที่กำหนัดไว้ในเวลา0.2 วินาที โดยมีเวลาขอบขาขึ้นที่ 0.04วินาที และเวลาหน่วงเกือบ 0.04 วินาที ซึ่งผลตอบสนองที่ดี ในระบบป้อนกลับ ที่ใช้ตัวควบคุมป้อนกลับสถานะเซอร์โวชนิด1 กับพลานท์ที่ไม่มีอินทิเกรเตอร์นั้น(หรือระบบชนิด0) เห็นได้ว่าจะไม่มีค่าผิดพลาดในสภาวะคงตัว และรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงกระแสที่คงที่ในสภาวะคงตัว



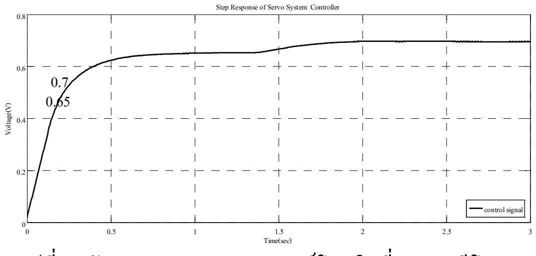
รูปที่ 6 ผลตอบสนองระบบ ขณะมีโหลด

จากรูปที่ 6 ผลตอบสนองระบบเซอร์โวชนิดที่ 1(ตัวควบคุมไม่มีอินทิกรัล) ขณะมีโหลด ช่วงเวลาขึ้น 0.267 วินาที ช่วงเวลาเข้าที่ 1.08 วินาที และเมื่อมีโหลดเกิดขึ้นในระบบที่เวลา 1.35 วินาที จนถึง 3 วินาที จากรูประบบแก้ไขค่าผิดพลาดและกลับเข้าสู่ค่าอ้างอิงที่เวลา 1.07 วินาทีระบบใช้เวลาในการเข้าสู่ค่าอ้างอิงประมาณ 0.72 วินาที ซึ่งเป็นการแก้ไขค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบ เพื่อรักษาระดับความเร็วให้คงที่

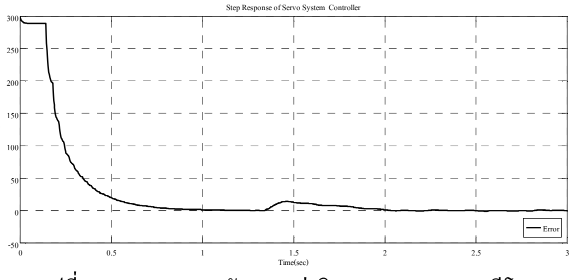


รูปที่ 7 สัญญาณกระแสระบบ ขณะมีโหลด

จากรูปที่ 7 กระแสไฟฟ้าขณะที่ไม่มีโหลดมีค่าประมาณ 0.29แอมป์ เมื่อมีโหลดเกิดขึ้นในระบบที่วลา 1.35 วินาที กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นวัดได้ 0.38 แอมป์ เพื่อจะรักษาความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ และสัญญาณควบคุมแสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 สัญญาณควบคุมระบบเซอร์โวชนิดที่ 1 ขณะมีโหลด



รูปที่ 9 ผลตอบสนองสัญญาณค่าผิดพลาดระบบ ขณะมีโหลด

จากรูปที่ 9 เมื่อมีโหลดเข้ามาในระบบที่เวลา 1.35 วินาที ทำให้สัญญาณผิดพลาดมีค่าไม่เท่ากับ 0 ซึ่งระบบเซอร์โวชนิดที่ 1 เมื่อ พลานต์ไม่มีอินทิกรัล จะทำการแก้ไขค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบให้มีค่าเท่ากับ 0 เพื่อให้ความเร็วของมอเตอร์ให้คงที่ซึ่งระบบใช้เวลาแก้ไขค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบประมาณ 0.72 วินาทีเพื่อให้ค่าผิดพลาดของระบบมีค่าเท่ากับ 0 และให้ค่าความเร็วของมอเตอร์คงที่

5. สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1(พลานท์ไม่มีอินทิเกรเตอร์)สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จากการจำลองสถานการณ์และการทดลองสร้างตัวควบคุมแบบเวลาจริงโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 12 บิตประมวลผลร่วมกับโปรแกรม MATLAB/Simulink จากค่าอัตราการขยายของตัวควบคุมที่คำนวณค่าจากแบบจำลอง พบว่าตัวควบคุมป้อนกลับสถานะชนิด1 ให้ผลตอบสนองทางเวลาที่ดีและค่าผิดพลาดที่สภาวะคงตัวเป็นศูนย์

6. กิตติกรรมประกาศ

เครื่องมือสำหรับทำการทดลองได้ความอนุเคราะห์จากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และงบประมาณสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] T. H. S. Abdelaziz and M. Valasek, “A direct algorithm for pole placement by state-derivative feedback for single-input linear systems,” *Acta Polytechnica*, vol. 43, no. 6, pp. 52-60, 2003.

[2] T. H. S. Abdelaziz and M. Valasek, “Pole-placement for SISO linear systems by state-derivative feedback,” *IEE Proceedings: Control Theory and Applications*, vol. 151, no. 4, pp. 377-385, 2004.

[3] T. H. S. Abdelaziz and M. Valasek, “State derivative feedback by lqr for linear time-invariant systems,” *In Proceeding of 16th IFAC World Congress*, vol. 16, Part 1, Prague, Czech Republic, July, 2005.

[4] K. Ogata, *Modern Control Engineering*, Prentice Hall, New York, NY, USA, 2002.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบระบบควบคุมสำหรับรถเข็นคนพิการ

Control System Design For Electric Wheelchair

วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ วิชา ตุลาชัย ไมตรี ธรรมมา และ ธนาฒน์ สุกนวล
คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044 233 000 E-mail: Vichupong@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการด้วยระบบควบคุมระบบปิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงผลการตอบสนองของระบบให้เสถียรมากขึ้น รวมทั้งกำจัดค่าผิดพลาดที่เกิดจากระบบการควบคุมแบบเปิดในการควบคุมความเร็วของรถเข็นไฟฟ้า และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานจริงระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถเข็นไฟฟ้าประกอบไปด้วยชุดขับมอเตอร์ที่ใช้เอ็นโค้ดเดอร์เป็นตัวตรวจจับความเร็วของมอเตอร์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ตระกูล STM32 เป็นตัวควบคุม เขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ Matlab/Simulink แสดงผลแบบเวลาจริงผ่านพอร์ตอนุกรม ผลของการทดลองพบว่าการออกแบบตัวควยคุมแบบ พี สามารถควบคุมความเร็วของรถเข็นไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ

คำสำคัญ: ระบบควบคุมความเร็ว, รถเข็นคนพิการ, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง,ตัวควบคุมแบบพี

Abstract

This research presents a design of speed control system for electric wheelchair using closed loop control system. The design targets to improve the system response to be more stabilized as well as to remove errors caused by open loop system with regard to electric wheelchair speed control. It helps facilitate real users of the speed control system for electric wheelchair which comprises motor driver by applying encoder to detect motor speed and 32-bit microcontroller of STM32 family as controller. The control program is based on Matlab/Simulink and results displayed on a real time basis on computer monitor via serial port. Based on the study, the designed P controller can control the speed of electric wheelchair as required.

Keywords: speed control, electric wheelchair, dc motor, P controller

1.บทนำ

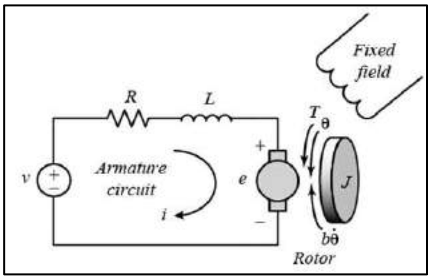
ในปัจจุบันรถเข็นคนพิการเคลื่อนที่ด้วยระบบไฟฟ้าในท้องตลาดมีราคาสูง สูงตั้งแต่ 30,000-50,000 บาท/คัน ทำให้ผู้พิการส่วนใหญ่ขาดโอกาสที่จะใช้รถเข็นคนพิการเคลื่อนที่ด้วยระบบไฟฟ้าเนื่องจากราคาสูง โดยที่ระบบควบคุมรถเข็นคนพิการขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าทั่วไปเป็นระบบควบคุมแบบเปิด ซึ่งระบบควบคุมแบบเปิดไม่มีการนำสัญญาณทางด้านเอาต์พุตป้อนกลับทางอินพุตทำให้การควบคุมนั้นขาดความเสถียรภาพไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ควบคุม

ในบทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนารถเข็นคนพิการเคลื่อนที่ด้วยระบบไฟฟ้าเพื่อลดปัญหาดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้การควบคุมแบบปิดด้วยระบบควบคุมแบบพี ใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink ในการเขียนควบคุมระบบ โดยนำฟังก์ชันถ่ายโอนสมการทางคณิตศาสตร์มาควบคุมระบบเพื่อให้ได้ตัวควบคุมระบบเป็นไปตามต้องการ บังคับด้วยคันบังคับ ก้านควบคุม (joystick) โดยใช้ FIO2 เป็นตัวควบคุมระบบสร้างการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (PWM) ป้อนให้วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ สามารถปรับความเร็วได้ 3 ระดับ มีเอ็นโค้ดเดอร์วัดความเร็วค่าจริงทางเอาต์พุตป้อนกลับทางอินพุต เพื่อควบคุมความเร็วให้มีเสถียรภาพและสมรรถนะที่ดีขึ้นตามความต้องการของผู้ควบคุม และมีราคาต่ำกว่าท้องตลาดเพื่อให้ผู้พิการมีโอกาสในการใช้งานรถเข็นแบบไฟฟ้าได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

พื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถหาสมการทางคณิตศาสตร์ ได้จากความสัมพันธ์ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบจำลองของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหาค่าความสัมพันธ์แรงดันทางด้านอาร์เมเจอร์ คือ

$$\mathrm{v}_a = R_a i_a + La\frac{di_a}{dt} + e_g \tag{1}$$

เมื่อแทนค่า $e_g = k_e\omega$ สามารถเขียนแสดงได้ว่า

$$\mathrm{v}_a = R_a i_a + La\frac{di_a}{dt} + e_g \tag{2}$$

แรงบิดที่เกิดขึ้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถเขียนแสดงได้ว่า

$$T_d = J\frac{d\omega}{dt} + \beta\omega + T_L \tag{3}$$

เนื่องจาก $T_d = k_i i_a$ เนื่องจากกระแสสนามมีค่าคงที่ ดังนั้น

$$k_i i_a = J\frac{d\omega}{dt} + \beta\omega + T_L \tag{4}$$

สามารถเขียนสมการ (3) และ (4) ในรูปสมการสถานะได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix}\frac{di_a}{dt}\\ \frac{d\omega}{dt}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\frac{-R_a}{L_a} & \frac{-k_e}{L_a}\\ \frac{k_t}{J} & \frac{-\beta}{J}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}i_a\\ \omega\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\frac{1}{L_a} & \frac{-k_e}{L_a}\\ 0 & \frac{-\beta}{J}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}V_a\\ T_i\end{bmatrix} \tag{5}$$

สามารถพิจารณาสมการทางไฟฟ้าและสมการทางกลของมอเตอร์กระแสตรงจากสมการ (3) และ (4) โดยแปลงให้อยู่ในรูปลาปลาซ ในรูปของกระแสอาร์เมเจอร์และความเร็วเชิงมุม ได้ดังนี้

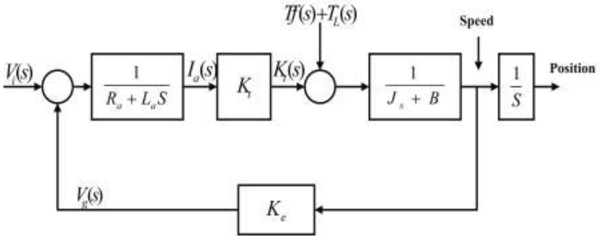
$$L_a(s) = \frac{V_a(s) - K_e(\omega)(s)}{SL_a - R_a} \tag{6}$$

$$\omega(s) = \frac{k_t l_a(s) - T_L(s)}{SJ - \beta} \tag{7}$$

จากสมการ (5) และ (6) สามารถเขียนฟังก์ชันการถ่ายโอนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ดังนี้

$$\frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{K_t}{L_a JS^2 + (L_a\beta + R_a)S + k_e k_t} \tag{8}$$

สามารถเขียนเป็นแผนภาพบล็อกได้ดังรูปที่ 2

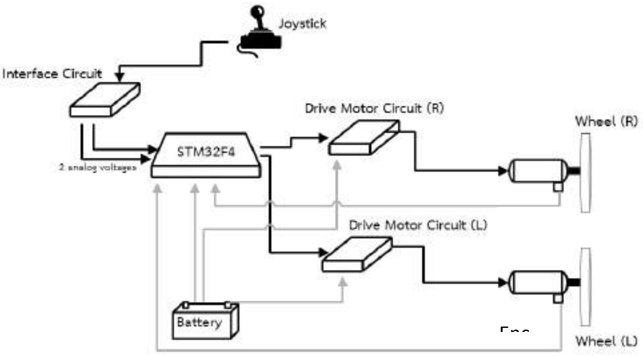


รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมจากสมการพื้นฐาน

3. การออกแบบระบบควบคุมสำหรับรถเข็นคนพิการ

3.1 การออกแบบตัวควบคุม

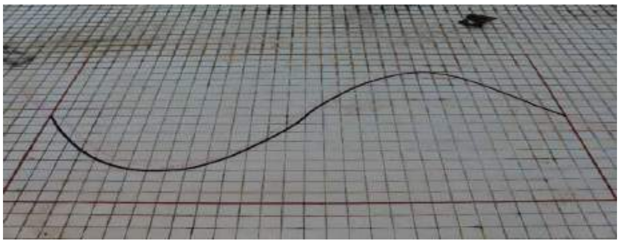
การทำงานเริ่มจากก้านบังคับส่งสัญญาณแอนะล็อกไปยังตัวควบคุมที่ใช้ STM32F4 ทำการประมวลผลส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังวงจรขับมอเตอร์เพื่อขวบคุมทิศทาง และส่งสัญญาณพัลส์ในการควบคุมความเร็ว เมื่อวงจรขับมอเตอร์ได้รับสัญญาณดังกล่าวจะจ่ายกระแสไปยังมอเตอร์และชุดขับเคลื่อน มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน



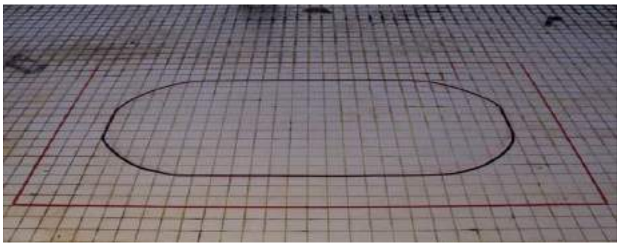
รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบตัวควบคุมแบบพี
สำหรับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการ

3.2 การทดสอบขับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการตามรูปแบบที่กำหนดที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมแบบพี

การทดสอบขับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการตามรูปแบบที่กำหนดในส่วนการทดสอบขับได้กำหนดรูปแบบในการทดสอบขับได้แก่ ทดสอบขับรูปแบบตัวเอสและทดสอบขับรูปแบบวงรี ดังรูปที่ 4 และ รูปที่ 5



รูปที่ 4 รูปแบบตัวเอสที่ใช้ในการทดลองขับ



รูปที่ 5 รูปแบบวงรีที่ใช้ในการทดลองขับ

4. ผลการทดลอง

4.1 การออกแบบตัวควบคุมแบบพี

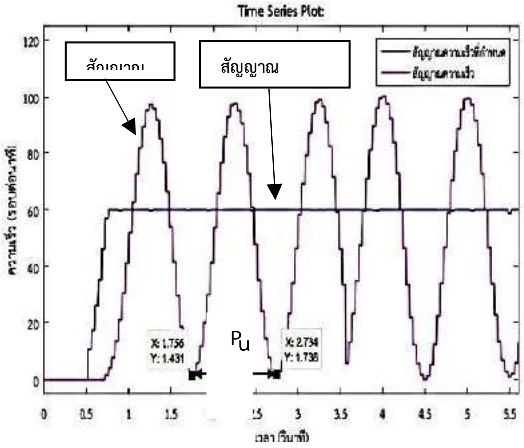
การออกแบบตัวควบคุมแบบพี โดยหาค่า K_P ของตัวควบคุมด้วยวิธีการของ Ziegler–Nichols โดยอาศัยการทดสอบระบบควบคุม แบบวงปิด ด้วยตัวควบคุมแบบพี เพื่อปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุม ให้ระบบเกิดการสั่นไกว ดังรูปที่ 4 และน าค่าอัตราขยาย Ku และ ช่วงเวลาการสั่นไกว Puมาหาค่าตัวแปรควบคุมได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมของ Ziegler-Nichols

Control type	KP	KI	KD
P	0.50Ku	-	-
PI	0.45Ku	1.2Kp/Pu	-
PID	0.60Ku	2Kp/Pu	8Kp/Pu

โดยที่ K_P คือ ค่าอัตราการขยายตัวควบคุมแบบพี K_I และ K_D คือ ค่าคงที่ของตัวควบคุมแบบไอและแบบดีตามลำดับ

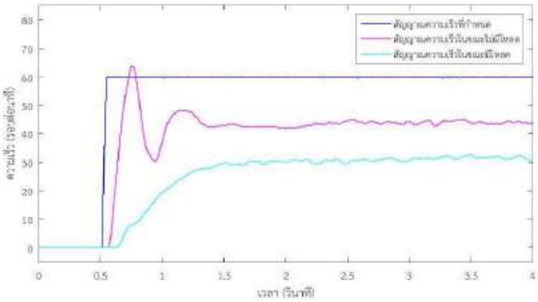
จากรูปที่ 7 เมื่อวัดค่า Pu หาค่าตัวพารามิเตอร์ของตัวควบคุม ได้จากตารางที่ 2 จะได้ค่าพารามิเตอร์ Pu= 0.978, K_p=0.44



รูปที่ 7 ผลตอบสนองเมื่อระบบเกิดการสั่นไกว

4.2 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบมีโหลดและไม่มีโหลด

การทดสอบค่า K_P ขณะทดสอบขับเพื่อหาค่าอัตราการขยายที่เหมาะสมให้กับระบบควบคุมแบบพี จากการใช้วิธี Ziegler – Nichols จะได้ค่า KP = 0.44 ผลตอบสนองทางเวลาของระบบแสดงดังรูปที่ 8



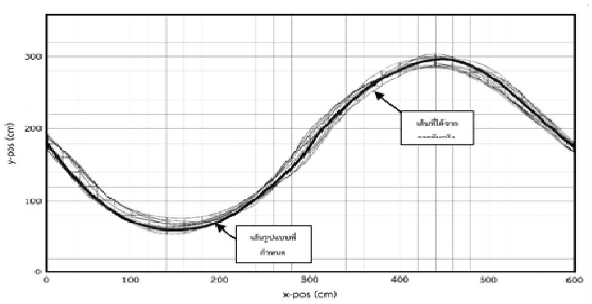
รูปที่ 8 กราฟแสดงผลค่าความเร็วขณะมีโหลดและไม่มีโหลด ที่ได้จากค่า KP= 0.4419

จากรูปที่ 8 ความเร็วที่ได้ยังไม่ถึงค่าความเร็วที่กำหนด โหลดที่ใช้ทดสอบ 80 กิโลกรัม เมื่อมีโหลดความเร็วจะลดลง และการตอบสนองของระบบช้าลงผลของตัวควบคุมแบบพีทำให้ระบบตอบสนองได้เร็วและเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโหลด

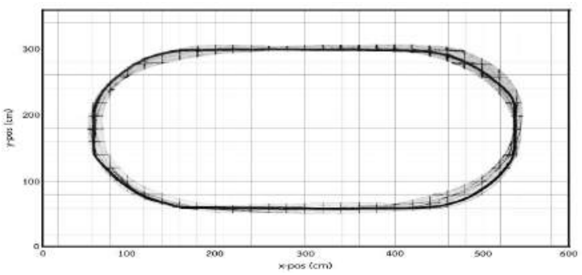
4.3 ผลการทดสอบขับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการตามรูปแบบที่กำหนดและผลการทดสอบความเร็ว 3 ระดับ

การทดสอบขับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการตามรูปแบบที่กำหนดที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมแบบพี ผลการทดลองที่ได้ผู้ขับสามรถควบคุมตามรูปแบบที่กำหนดได้ โดยสังเกตจากเส้นที่วิ่งจำนวน 10 เส้น เมื่อเทียบ

กับเส้นรูปแบบที่กำหนด ได้แก่ รูปแบบตัวเอสและรูปวงรี ดังรูปที่ 9 และ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 รูปแบบตัวเอสที่ได้จากการทดลองขับ



รูปที่ 10 รูปแบบวงรีที่ได้จากการทดลองขับ

5. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมแบบพีสำหรับรถเข็นไฟฟ้าคนพิการ ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่มีความสำคัญในการควบคุมระบบ โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink ในการออกแบบระบบควบคุมซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 เป็นตัวควบคุม ผลที่ได้จากการควบคุมความเร็ว ความเร็วได้ยังไม่ได้ตามที่กำหนด ระบบควบคุมแบบพียังมีค่าผิดพลาดในการควบคุมระบบ ถ้าต้องการให้ค่าผิดพลาดเป็นศูนย์สามารถทำได้โดยเพิ่มตัวควบคุมแบบพีไอ โดยอาศัยฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบ อย่างไรก็ตามการออกแบบระบบควบคุมความเร็วรถเข็นไฟฟ้าคนพิการสามารถใช้ตัวควบคุมแบบพีก็เพียงพอ ในการให้รถเข็นวิ่งไปตามความเร็วและทิศทางที่ต้องการ

6. กิตติกรรมประกาศ

เครื่องมือสำหรับทำการทดลองได้ความอนุเคราะห์จากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และงบประมาณสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] K. J. Astrom, T. Hagglund, Automatic Tuning of PID Controllers. Instrument Society of America. 1998.

[2] W. Zhang, Y. Xi, G. Yang, X. Xu, "Design PID controllers for desired time-domain or frequency-domain response," ISA Transactions. vol.41 , pp. 511–520, 2002.

[3] T.E. Marlin, Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. McGraw Hill, New York, 2000.

[4] J.K. Seok, J.K Lee, D.C. Lee, "Sensorless speed control of nonsalient permanent-magnet synchronous motor using rotor-position-tracking PI controller", IEEE Transactions on Industrial Electronics. vol. 53, pp.399-405, 2006.

[5] Mohannad Abid and Shehab Ahmed, "Design Modeling and Imprementation of PIC Based Electrical Wheelchair", Diyala Journal of Engineering Sciences. vol. 07, no. 04, pp. 62-81, 2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง

The construction and efficiency evaluation of the Damage simulating of an Amplifier

ชาญ สิงห์แก้ว[1] ธวัช ธรรมบุตร[2]

[1]สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-336370 E-mail: Thawach.thammabut@gmail.com

)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง และ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่าชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง ที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในการเรียน การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ 83.60/81.41 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตาม สมมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: ชุดจำลอง, คอกนิทีฟโหลด

Abstract

The purpose of this research was to construction and efficiency evaluation of the Damage simulating of an Amplifier. In addition, the student' scholastic achievement is considered by comparing the average score between pre-test and post-test. Research tools include: Damage simulating of an Amplifier and the achievement measure. The samples were 30 students at the 2nd year Diploma level

This research has resulted in 83.60/81.41 that is higher than the determined criteria and furthermore, the average score of post-test are higher than those of pre-test with statistically significant level of .01

Keywords: Damage simulating , Amplifier

1. บทนำ

แผนการศึกษาห่งชาติ (พ.ศ. 2545 – 2559มุ่งเน้นการพัฒนาคน และคุณภาพของคน และเพื่อให้เป็นไปตามแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545 – 2559) สถานศึกษาอาชีวศึกษาจะต้องจัดการศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ทางทฤษฎีควบคู่ กับการปฏิบัติ โดยมีสมรรถนะทางเทคนิคและสมรรถนะทั่วไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เพื่อเตรียม บุคคลเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจยุคใหม่ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา เพื่อให้ ทันกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสม อันจะส่งผลต่อความเจริญก้าวหน้า ของประเทศ การจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษาในทุกสาขาวิชามีความจำเป็นที่ต้องศึกษา ภาคทฤษฎีและฝึกปฏิบัติจริงควบคู่กันไป สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องสร้างผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติจริงตามบริบท สร้างโอกาสในการเข้าถึงสื่อเทคโนโลยีเครื่องมือหรือแหล่ง การเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ออกแบบระบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งการเรียนเป็นกลุ่ม หรือการเรียนรายบุคคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีภาพและเสียง ถือว่าเป็นวิชาสำคัญทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีเนื้อหาเดียวกับเครื่องขยายเสียง และถูกนำไปใช้ ในการให้ข้อมูลข่าวสาร ความบันเทิง และสาระความรู้ต่าง ๆ รวมถึงสามารถนำไปประกอบอาชีพส่วนตัวได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการตรวจเช็คอาการเสียของเครื่องขยายเสียง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาในหัวข้ออาการเสียของเครื่องขยายเสียงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ควบคู่กับภาพประกอบ ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจในเนื้อหาและไม่สามารถวิเคราะห์และตรวจเช็คอาการการเสียของเครื่องขยายเสียงได้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ที่สามารถแสดงหลักการทำงานของเครื่องขยายเสียงพร้อมแสดงอาการเสียของเครื่องขยายเสียงได้ สื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องดังกล่าวคือ ชุดจำลอง ที่สามารถแสดงสถานการณ์หรือ

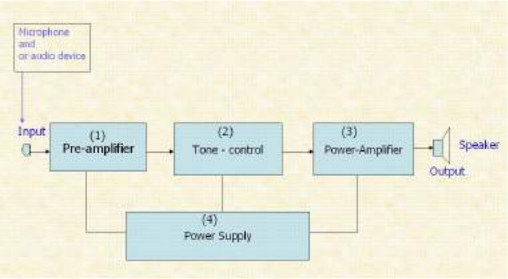
เหตุการณ์จำลองเสมือนจริงได้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้และสามารถปฏิบัติจริงได้

จากสาเหตุของปัญหาและความสำคัญของปัญหาดังข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะออกแบบและสร้างชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียงเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีระบบภาพและเสียง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาแลส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเองได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องขยายเสียง

โดยหลักการทำงานของเครื่องขยายเสียงแล้ว การขยายเสียงจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีภาคต่าง ๆ ของเครื่องขยายเสียงหลัก ๆ 4 ภาคได้แก่ ภาคขยายส่วนหน้า(pre-amplifier), ภาคปรับแต่งเสียง(tone-control), ภาคขยายกำลัง(power amplifier) และภาคจ่ายไฟ(power supply)



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมภาคการทำงานของเครื่องขยายเสียง

ภาคขยายส่วนหน้า(pre-amplifier)ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่รับมาจากอินพุตให้มีความแรงของสัญญาณมากขึ้น

ภาคปรับแต่งเสียง(tone-control)ทำหน้าที่ปรับแต่งเสียง ต่ำ กลาง และเสียงสูงตามความต้องการ

ภาคขยายกำลัง(power amplifier) ขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้นก่อนที่จะส่งสัญญาณไปยังเอาท์พุต

และภาคจ่ายไฟ(power supply) จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียง

2.2 การหาประสิทธิภาพ

การตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งคือการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนตามเกณฑ์ E_1/ E_2 ที่ตั้งไว้ การหาประสิทธิภาพตามวิธีนี้อยู่บนฐานแนวคิดว่า หากนวัตกรรมการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพจริง เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ของนวัตกรรมนั้นครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว คะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากการดำเนินกระบวนการระหว่างเรียนของผู้เรียนทั้งกลุ่มจะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน โดยไม่ควรมีค่าแตกต่างกันเกินร้อยละ 5

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ที่ได้จากการทดสอบย่อย ในการทำกิจกรรมในระหว่างเรียนทุกกิจกรรม

E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใด ควรกำหนดโดยยึดเกณฑ์ในการพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ คือ 80/80, 85/85, 90/90
2. เนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ อาจตั้งเกณฑ์ให้ต่ำลงมาได้เล็กน้อย คือ 70/70, 75/75 หรือตั้งเกณฑ์สูงกว่านี้ก็ได้

การคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X_1$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียน

2.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน(ไม่อิสระจากกัน) เช่นในกรณีที่ทำการศึกษาที่มีลักษณะเป็นคู่กัน เช่น ฝาแฝด หรือคนกลุ่มเดียวแต่มีการทดสอบสองครั้ง เช่น ทดสอบก่อนการทดลองและทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้ค่าแจกแจง t – test แบบ Dependent Samples ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

; df = n-1

เมื่อ t แทนค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t – distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือ จำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทนผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ แทนผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

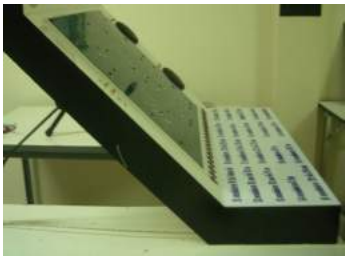
1. ชี้แจงรายละเอียด ข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบลำดับวิธีการเรียนการสอน
2. ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนด้วยชุดจำลอง
3. ให้ผู้เรียนศึกษาอาการเสียของเครื่องขยายเสียงจากชุดจำลองทีละภาคของเครื่องขยายและทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยให้ผู้เรียนเลือกอาการเสียของเครื่องขยายเสียงด้วยการกดสวิตย์เลือกและให้ผู้เรียนใช้มัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปวัดที่จุดวัด ที่ผู้เรียนคิดว่าเป็นจุดทดสอบของอาการเสียในแต่ละอาการหลังจากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
4. ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนชุดจำลอง
5. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง

ผลของการออกแบบและสร้างชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียงเป็นแบบสเตอริโอ ประกอบด้วยอาการเสียทั้งหมด 20 อาการ ได้แก่ ภาคขยายกำลังไฟฟ้า อาการเสีย 16 จุด ภาคโทนคอนโทรลแบบแอกตีบปรับเสียง ทุ้ม และ แหลม อาการเสีย 4 จุด แสดงดังภาพ

รูปที่ 2 ด้านหน้าชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง



รูปที่ 3 ด้านข้างชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง

4.2 ประสิทธิภาพของชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียง

จากการนำชุดจำลองไปใช้กับนักศึกษาจำนวน 30 คน โดยคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด 30 คะแนน คะแนนเต้มของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 30 คะแนน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ คะแนนการทำแบบฝึกหัดและแบบวัด

รายการ	N	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	30	26.32	30	87.73
คะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	24.30	30	81

4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จาการทดสอบความรู้ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	ค่าเฉลี่ย	S.D	ผลต่างค่าฉลี่ย	t
ก่อนเรียน	30	5.24	1.3	20.10	-51.85
หลังเรียน	30	24.30	2.08		

5. สรุป

5.1 ชุดจำลองอาการเสียของเครื่องขยายเสียงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.73/81 โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดของนักศึกษาระหว่างเรียนเฉลี่ยร้อยละ 87.73 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 81 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนได้ 5.24 และค่าคะแนนเปลี่ยหลังเรียนได้ 24.30 เมื่อทดสอบสมมติฐานทางเดียวด้วยสถิติ Dependent t-test พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

อกสารอ้างอิง

[1] อาภรณ์ ใจเที่ยง. **หลักการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2550.

[2] สายัณต์ ชื่นอารมณ์. **ช่างสร้างเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์และไอซี**. พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ส่งเสริมเทคโนโลยี, 2550

[3] ทัศนัย แสนพลพัฒน์. (2541). **การออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงด้วยคอมพิวเตอร์.**วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[4] สุเมธ พลับพลา. (2546). **ชุดจำลองฝึกต่อวงจรไฟฟ้ารถยนต์.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] สุมิตร์ เขียววิชัย. (2543). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดจำลองปฏิบัติการประลองบนคอมพิวเตอร์.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] ณัฐพงศ์ แก้ววงศ์. (2553). **การพัฒนาชุดฝึกวงจรเครื่องขยายเสียง.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต(วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตา

Visually Weight – Taking Machine

สุรินทร์ อ่อนน้อม[1], ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา[2], ปัญญา อันสุริย์[1], รัตนาภรณ์ ฉุนฉิมพลี[1], ธนาฒน์ สุกนวล[1], พิพัฒน์ อมตฉายา[3], สุกัลยา อมตฉายา[4]

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3124 E-mail: thanat@rmuti.ac.th

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3124 E-mail: acr2freezer@gmail.com

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3124 E-mail:pipat_24@hotmail.com

[4]สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
123 หมู่ 16 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ 043-202085 E-mail: samata@kku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนออุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตา สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยมีความผิดปกติของการเดิน เนื่องจากการลงน้ำหนักไม่ถูกต้อง อีกทั้งเป็นอุปกรณ์ช่วยให้นักกายภาพบำบัด เก็บสถิติการลงน้ำหนักของผู้ป่วยเพื่อนำมาวิเคราะห์ และหาแนวทางการทำกายภาพบำบัดให้ถูกต้อง โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ ส่วนควบคุมการประมวลผลน้ำหนักผู้ป่วย, ส่วนควบคุมการแสดงผลจอ แอลซีดี, ส่วนเก็บบันทึกข้อมูล, ส่วนควบคุมหลัก และส่วนควบคุมโดยอุปกรณ์สมาร์ทโฟน โดยเมื่อนำอุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตาไปใช้งานจริงกับผู้ป่วยพบว่ามีผลทำให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจที่จะทำกายภาพให้ดีขึ้น จึงมีแนวโน้มที่ผู้ป่วยจะมีลงน้ำหนักในการก้าวเดินอย่างถูกต้อง อีกทั้งยังช่วยลดภาระของนักยาภาพบำบัดได้มาก

คำสำคัญ: การสื่อสารแบบไร้สาย, โหลดเซลล์, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents the Visually Weight – Taking Machine (VWTM). Created with the purpose of helping patients with disorders of gait because of incorrect loading. The device enables physiotherapists to keep record the patient's weight. To analyze and correct treatment. Such devices are important components include control processing, patient weight, controls the display LCD screen, parts storage, Parts control and the main control by Smartphones by bringing down the weight display devices through recognition visually to trial in patients found to have resulted in the patient's motivation to provide better and more likely to have patients in the step correctly. It also reduces the burden of student drug therapy have many images.

Keywords: Wireless Communication, Load cell, Microcontroller

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้อขาอ่อนแรง หรือผู้ป่วยเป็นอัมพฤกษ์ อันเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการอาทิ เช่น โรคหลอดเลือดในสมอง พบมากในผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูง เบาหวาน หรือผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกสันหลังอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ โดยผู้ป่วยไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้แต่ยังพอมีทางรักษาให้อาการดีขึ้น ซึ่งแนวทางในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการกล้ามเนื้อขาอ่อนแรง คือ การทำกายภาพบำบัดดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 การกายภาพบำบัดผู้ป่วยกล้ามเนื้อขาอ่อนแรง

หากขาดการกายภาพบำบัดอย่างต่อเนื่องอาจจะทำให้กล้ามเนื้อของผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรง และลีบได้ จากที่กล่าวมาข้างต้นการทำกายภาพบำบัดเป็นสิ่งสำคัญในการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วย ดังนั้นในการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยที่มีขาอ่อนแรง หรือขาลีบนั้น การลงน้ำหนักของขาแต่ละข้างจึงต้องทำอย่างถูกต้อง โดยผู้ป่วยควรจะต้องลงน้ำหนักในการก้าวเดินในของขอแต่ละข้างนั้นให้ได้อย่างน้อย 80% ของน้ำหนักตัวขึ้น

ไป ซึ่งที่ผ่านมาในการทำกายภาพบำบัดนั้นผู้ป่วยไม่มีทางรับรู้เลยว่าตนเองลงน้ำหนักที่ขาไปเท่าไร จึงเป็นเหตุให้การฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วยเป็นไปอย่างล่าช้า คณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ที่จะสร้างอุปกรณ์ที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยรับรู้ปริมาณน้ำหนักตนเองในการก้าวเดิน หรือการพยายามลงน้ำหนักที่ขาของผู้ป่วยที่ไม่มีแรงได้ และสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้ป่วยมีความพยายามลงน้ำหนักขาที่อ่อนแรงให้เพิ่มขึ้นโดยมีการแสดงแถบสี ที่แสดงถึงปริมาณการลงน้ำหนักของผู้ป่วย อีกทั้งมีความสามารถบันทึกผลการลงน้ำหนักให้ของผู้ป่วย เพื่อให้นักกายภาพบำบัดสามารถนำไปวิเคราะห์ และติดตามการรักษาผู้ป่วยได้ อุปกรณ์ดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำขอเรียกว่า “อุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตา (Visually Weight – Taking Machine: VWTM)” ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 อุปกรณ์ VWTM และการทดลองใช้งานอุปกรณ์ VWTM

2. ระบบควบคุมอุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตา

อุปกรณ์แสดงปริมาณการลงน้ำหนักผ่านการรับรู้ทางสายตาจะแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนวัดน้ำหนักด้านซ้าย และด้านขวา โดยส่วนวัดน้ำหนักนี้จะรับค่าน้ำหนักจากผู้ป่วยเพื่อส่งไปยังชุดกล่องควบคุม โดยการส่งสัญญาณแบบบลูทูธ เพื่อประมวลผลการลงน้ำหนักของผู้ป่วย และส่งค่าน้ำหนักที่ประมวลผลได้นั้น ไปยังสมาร์ทโฟนซึ่งจะมีหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ และแสดงกราฟการลงน้ำหนักของผู้ป่วย อีกทั้งยังทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปแสดงผลยังจอ LCD

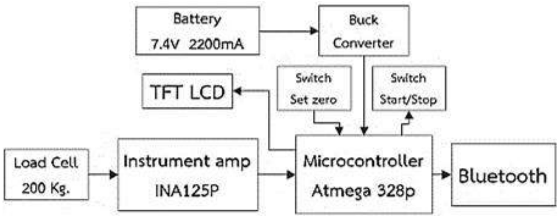
2.1 ระบบประมวลผลอุปกรณ์รับน้ำหนักแบบไร้สาย

ส่วนของอุปกรณ์รับน้ำหนักจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ Atmega328p [1] เพื่อใช้ในการประมวลผลสัญญาณที่ได้จากโหลดเซลล์ ซึ่งโหลดเซลล์นี้มีพิกัด 200 kg หลังจากนั้นจะทำการขยายสัญญาณด้วย Instrument Amplifier INA – 125 P [2] ดังรูปที่ 3 โดยการต่อใช้งาน โดยค่าอัตราการขยายของวงจรสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 1

$$G = 4 + \frac{60k\Omega}{R_G} \qquad (1)$$

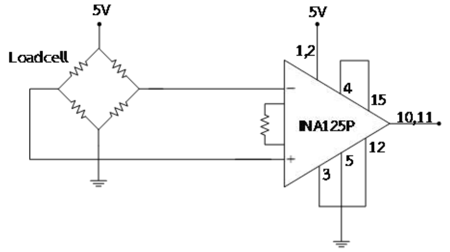
เมื่อ G คือ อัตราการขยายของวงจร

R_G คือค่าความต้านทานสำหรับกำหนดอัตราการขยาย



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมของอุปกรณ์รับน้ำหนัก

Instrument Amplifier นั้นสามารถต่อใช้งานร่วมกับโหลดเซลล์ ได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การต่อใช้งาน Instrument Amplifier ร่วมกับโหลดเซลล์

ดังนั้นค่าแรงดันขาออกของวงจร Instrument Amplifier คือ

$$V_O = \left(V_{IN}^{+} - V_{IN}^{-}\right)G \qquad (2)$$

เมื่อ V_O คือ แรงดันขาออกของ Instrument Amplifier

V_{IN}^{+} คือแรงดันขาเข้า Non Inverting ของ Instrument Amplifier

V_{IN}^{-} คือแรงดันขาเข้า Inverting ของ Instrument Amplifier

การปรับระดับแรงดัน V_O นี้มีความสำคัญต่อการใช้งานของระบบการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter : ADC) ที่มีใน ATmega328p ซึ่งมีความละเอียด 10 บิต โดยจะต้องปรับแรงดันสูงสุดที่น้ำหนัก 120 kg (Design Dead Load) ให้มีค่า 5 โวลต์ หรือใกล้เคียงที่สุดเพื่อที่จะนำสัญญาณไปประมวลผลต่อไป หลังจากการปรับอัตราการขยายสูงสุดที่ใช้กับโหลดเซลล์เรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการหาค่าสมการของของระบบ เพื่อเป็นสมการในการประมวลผลสัญญาณให้แก่ ATmega328p โดยเริ่มจากการทำการนำตุ้มน้ำหนักทีละขนาด โดยมีขนาด 5, 10, 15, 20, 25, … , 120 kg มาชั่งกับโหลดเซลล์ แล้วบันทึกแรงดันที่ได้โดยมีผลการทดลอง ดังรูปที่ 5 จากนั้นนำข้อมูลความสัมพันธ์ที่บันทึกได้ มาทำการวิเคราะห์การถดถอย (Simple Regression Analysis) ดังนั้นสมการของระบบที่ได้คือ

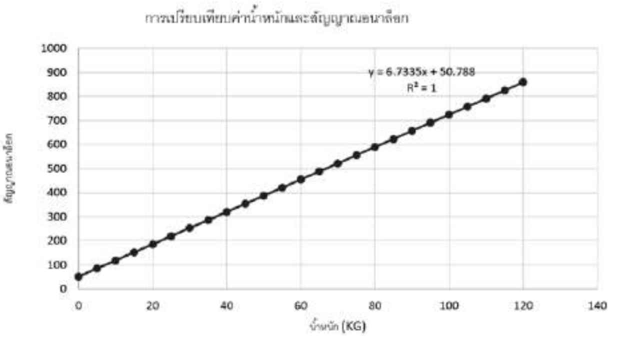
$$y = 6.7335x + 50.788 \qquad (3)$$

เมื่อ y คือ สัญญาณเอาต์พุตจาก ADC ของ Atmega328p

x คือ ค่าน้ำหนักที่กดลงบนโหลกเซลล์

เมื่อได้สมการของระบบแล้ว จึงทำการโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ (Atmega328p) เพื่อใช้ในการประมวลผลแปลงเป็นค่าน้ำหนัก

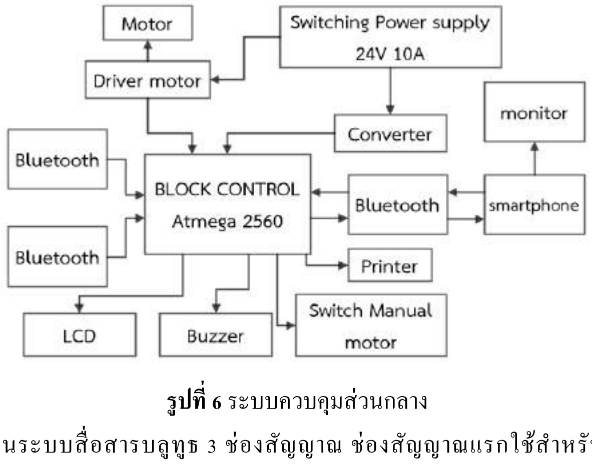
และส่งค่าน้ำหนักที่ประมวลผลได้ไปยังระบบควบคุมส่วนกลางผ่านระบบสื่อสารแบบบลูทูธ (เป็นการสร้าง Wireless Sensor) ต่อไป



รูปที่ 5 กราฟเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่กดลงบนโหลดเซลล์กับสัญญาณเอาต์พุตจาก ADC ของ Atmega328p

2.2 ระบบควบคุมส่วนกลาง

ในระบบควบคุมส่วนกลางนี้ ทางคณะผู้จัดทำเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega2560 [3] เป็นตัวประมวลผล เนื่องจากในส่วนประมวลผลกลางนี้จะต้องมีส่วนเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกมาก ได้แก่ ระบบการควบคุม และขับเคลื่อนมอเตอร์, ระบบสื่อสารบลูทูธ 3 ช่องสัญญาณ, ระบบควบคุมจอแสดงผล LCD, เครื่องพิมพ์ (Printer), Buzzer และสวิทซ์สำหรับเลือกระบบสำหรับเลือกการควบคุม (สมาร์ทโฟน หรือสวิทซ์) ดังรูปที่ 6 โดยระบบการควบคุม และขับเคลื่อนมอเตอร์นั้นใช้สำหรับควบคุมทิศทางของเก้าอี้ปรับระดับความสูงได้ เพื่อใช้กับผู้ป่วยในกรณีที่ผู้ป่วยนั้น ทำการกายภาพในท่าการลุก – นั่ง โดยนักกาพบำบัดต้องการทราบว่าผู้ป่วยใช้การลงน้ำหนักที่ขาเป็นปริมาณเท่าไร เพื่อจะได้พัฒนาวิธีการลงน้ำหนักที่ขาของผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 6 ระบบควบคุมส่วนกลาง

ในระบบสื่อสารบลูทูธ 3 ช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณแรกใช้สำหรับอุปกรณ์สมาร์ทโฟน เพื่อให้นักกายภาพบำบัดได้ใช้ในการควบคุมระบบทั้งหมดของระบบควบคุมส่วนกลาง เช่น ปรับระดับความสูงของเก้าอี้ในการทำกายภาพบำบัดได้ การสั่งพิมพ์ผลการทดลองผ่านเครื่องพิมพ์ การสั่งบันทึกข้อมูลการลงน้ำหนักของผู้ป่วยระหว่างการทำกายภาพบำบัดได้และการมอนิเตอร์การลงน้ำหนักของผู้ป่วยแบบเวลาจริง (Real-time) เป็นต้น สำหรับช่องสัญญาณบลูทูธที่สอง และสามนั้น ใช้สำหรับรับค่าจากระบบประมวลผลอุปกรณ์รับน้ำหนักแบบไร้สายทั้งข้างซ้าย และขวา ระบบควบคุมการแสดงผล LCD ใช้สำหรับการแสดงสถานการณ์ทำงานของระบบควบคุมส่วนกลาง เช่น สถานการณ์เชื่อมต่อช่องสัญญาณบลูทูธ , ค่าของน้ำหนักที่รับได้จากระบบประมวลผลอุปกรณ์รับน้ำหนักแบบไร้สายทั้งข้างซ้าย และขวา เป็นต้น Buzzer จะมีเสียงเตือนให้ผู้ป่วยทำการกายภาพบำบัดได้ตรงตามการกำหนด (ปริมาณน้ำหนัก, จำนวนครั้งที่ปฏิบัติ) ของนักกายภาพบำบัด

2.3 แอพพลิเคชั่น บนสมาร์ทโฟน

ในการจัดทำ แอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ VWTM ทางคณะผู้จัดทำได้ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Operating System) โดยจะมีฟังก์ชั่นการทำงานหลักได้แก่ ฟังก์ชั่นบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 7 (ก) ใช้สำหรับการบันทึกหมายเลข, ชื่อ – นามกสุล , อายุ , น้ำหนัก, ส่วนสูง อีกทั้ง สามารถบันทึกข้อมูลการทำกายภาพบำบัด (การลงน้ำหนักที่ขา) ของผู้ป่วย ฟังก์ชั่นปรับเก้าอี้ ดังรูปที่ 7 (ข) ใช้สำหรับปรับความสูง – ต่ำ และหน้า – หลัง ของเก้าอี้สำหรับให้ผู้ป่วยทำการกายภาพในท่า นั่ง – ลุก

(ก)

(ข)

รูปที่ 7 (ก) ฟังก์ชั่นบันทึกข้อมูล (ข) ฟังก์ชั่นปรับเก้าอี้

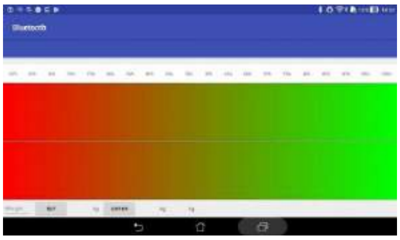
ฟังก์ชั่นแสดงแถบสี ดังรูปที่ 8 (ก) ใช้สำหรับแสดงสถานะการลงน้ำหนักของผู้ป่วยได้เห็นว่าตนเองพยายามลงน้ำหนักไปได้เท่าไร หรือถึงน้ำหนักที่นำกกายภาพบำบัดกำหนดไว้หรือยัง โดยจะมีการไล่แถบสีตั้งแต่โทนสีแดง ไปจนถึงโทนสีเขียว เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ป่วยมีความพยายามในการลงน้ำหนักที่ขาของตนเองให้มากขึ้น สุดท้ายฟังก์ชั่นแสดงผลแบบเวลาจริง ดังรูปที่ 8 (ข) ใช้สำหรับให้นักกายภาพบำบัดตรวจสอบปริมาณการลงน้ำหนักที่ขาระหว่างที่ผู้ป่วยกำลังทำกายภาพบำบัด

3. ผลการทดลอง

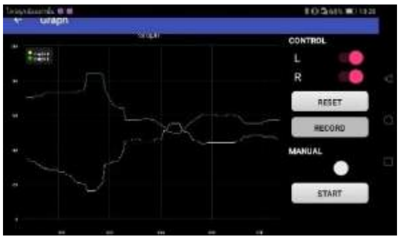
3.1 การทดลองการทดลองการสอบเทียบ

ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาค่าความไม่แน่นอนของค่าน้ำหนักที่ระบบประมวลผลอุปกรณ์รับน้ำหนักแบบไร้สายประมวลผลค่าน้ำหนักออกมาได้ โดยเลือกค่า CMC (Calibration and

Measurement Capability) ที่ 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96 108, 120 kg ดังรูปที่ 9 โดยมีผลการสอบเทียบได้ค่าความไม่แน่นอนของการวัดของระบบประมวลผลอุปกรณ์รับน้ำหนักแบบไร้สาย มีค่า ±0.1kg



(ก)

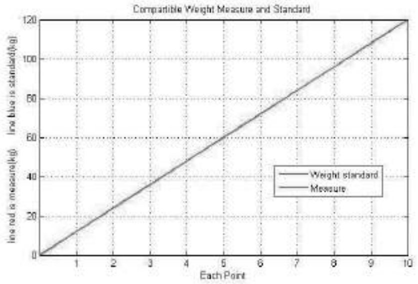


(ข)

รูปที่ 8 (ก) ฟังก์ชั่นแสดงแถบสี (ข) ฟังก์ชั่นแสดงผลแบบเวลาจริง

3.2 ผลการทดลองการกายภาพบำบัดแบบ นั่ง – ลุกขึ้นยืน

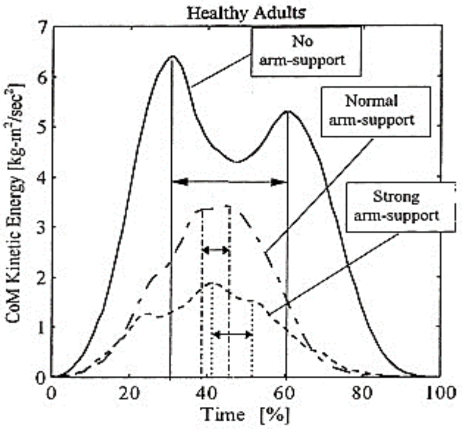
การทดลองนี้จะมีการทดลองอยู่สองกลุ่ม กลุ่มแรกจะเป็นการทดลองกับบุคลปกติ เพื่อตรวจสอบค่ากราฟที่ได้เทียบกับค่ากราฟมาตรฐาน [4] ดังรูปที่ 9 (ก-ข) อีกกลุ่มจะเป็นการทดลองกับผู้ป่วยเพื่อดูการเบี่ยงเบนของค่าน้ำหนักระหว่างค่าปกติ กับกลุ่มผู้ป่วยซึ่งมีผลการทดลองดังรูปที่ 9 (ค) โดยจะเห็นว่าผู้ป่วยนั้นมีการลงน้ำหนักในการลุกขึ้นยืน จะใช้เวลานานกว่าคนปกติ



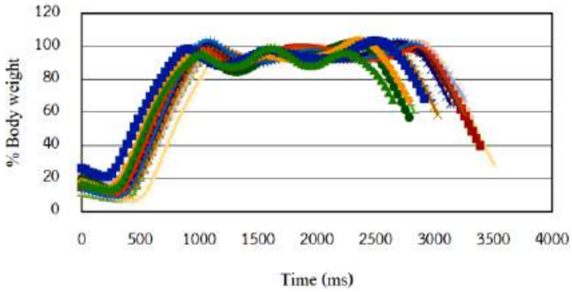
รูปที่ 9 ผลการสอบเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

4. สรุป

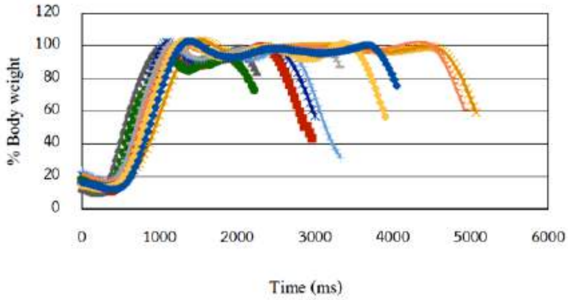
ในการนำอุปกรณ์ VWTM ไปใช้งานจริงนั้นสามารถให้ความเชื่อมั่นแก่นักกายภาพบำบัด เนื่องจากค่าของน้ำหนักที่วัดได้มีค่าความไม่แน่นอนในการวัดเพียง ±0.1kg ซึ่งค่าไม่แน่นอนดังกล่าวสามารถยอมรับได้ในกรณีที่ใช้กับมนุษย์ อีกทั้งผลจากการทำกายภาพบำบัดทำให้ผู้ป่วยจำนวนมากมีความอยากทำกายภาพบำบัดมากขึ้น จึงเป็นผลทำให้ผู้ป่วยฟื้นฟูร่างกายได้ดีขึ้น



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 10 (ก) กราฟมาตรฐานการลงน้ำหนักของคนปกติในท่าลุก – นั่ง, (ข) กราฟการลงน้ำหนักของคนปกติในท่าลุกนั่งที่ได้จากการวัดโดย VWTM, (ค) กราฟการลงน้ำหนักของผู้ป่วยในท่าลุก – นั่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] Atmel Corporation, "Atmel-42735B-ATmega328/P Datasheet Complete", Microchip Technology, Nov 2016

[2] Burr – Brown, "Instrumentation Amplifier with Precision Voltage Reference INA125", 1997 Burr-Brown Corporation.

[3] Atmel Corporation, "8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash", Microchip Technology, Feb 2014

[4] Fariba bahrami, Robert Tiener, "Biomechanical analysis of sit-to-stand transfer in healthy and paraplegic", Journal of Clinical Biomechanical, Elsevier, pp. 123 – 133, 15-2000

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

Air conditioner with underground coolant Automatic control by electronic system

สิทธิเดช เหล่าจูม[1] สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์[2]

[1]สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

E-mail:Sitthidech.laojum@gmail.com

[2]สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

E-mail: somsak.ta@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการนำเอาความเย็นใต้พิภพมาปรับลดอุณหภูมิภายในห้องพักอาศัย โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานควบคุมอย่างอัตโนมัติ ซึ่งระบบความเย็นจากใต้พิภพจะอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการโอนถ่ายอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ด้วยการไหลเวียนของน้ำผ่านท่อโลหะที่บริเวณด้านนอกเป็นพื้นดินแบบชุ่มน้ำเป็นตัวช่วยโอนถ่ายอุณหภูมิ จำนวน 12 ชุด จากนั้นนำน้ำที่ผ่านท่อโลหะดูดความร้อนออกไปแล้วมาผ่านชุดคอยเย็น ซึ่งมีพัดลมเป่าลมเย็นด้วยความเร็ว 3 ระดับ กระจายให้ครอบคลุมบริเวณห้อง ที่ออกแบบและควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องพักอาศัย ลดลงได้อย่างน้อย 1-3 ^{0}C สามารถลดลงพลังงานที่ใช้ในระบบได้ 47 % เทียบระบบเครื่องปรับอากาศบ้านขนาด 1000 วัตต์ (9000 BTU) ซึ่งผลการวิจัยนี้คาดว่าจะได้ต้นแบบของระบบปรับอากาศความเย็นใต้พิภพควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบปรับอากาศทางเลือกต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ความเย็นใต้พิภพ, ระบบปรับอากาศ, การถ่ายเทความร้อน, ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This paper presents the underground cooling system used the water medium to transfer the temperature difference by the water flow passed the metal pipe 12 groups outside of a ground with water to transfer a temperature difference. After that, to use the water flow through a metal pipe with eject the high temperature and to use the fan with 3 levels blowed the cool air cover the room area with design and control automatically by the microcontroller. The result of the this paper has reduced the temperature inside the living room less than 1-3 celsius and the energy used in system decrease less than 47% that is compare with the 1000 watts (9000BTU) air conditioner. There for. the air condition with underground coolant automatic control by electronic system is prototype of air condition system and a selected a cooling system in the future.

Keywords: Geothermal cooling, Air condition system, Ventilation cooling, Automation

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น[1] ในทำนองกลับกันค่าอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมสำหรับห้องพักอาศัยเพื่อให้รู้สึกสบายจะมีค่าระหว่าง 21.1 ^{0}C ถึง 27 ^{0}C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 20-70 [2] แต่สภาพบ้านเรือนในเมืองโดยส่วนมากมีตึกสูงปิดบังทิศทางลมพัดผ่าน มีผลทำให้อุณหภูมิสูงเกินค่าที่จะทำให้ผู้อาศัยในบ้านเรือนรู้สึกสบาย ดังนั้นจึงมีการใช้พัดลมเป่าอากาศหรือเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิลง โดยใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานหลัก หลักการคือใช้สารเคมีอัดความดันด้วยคอมเพรสเซอร์(Compresser) ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงเกิน ๑๐๐๐ วัต ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่สูง แต่ถ้าสังเกตดูว่าในขณะที่เรานั่งพักอยู่ใต้ร่มไม้ที่มีลมพัดผ่าน หรือใต้พื้นดินของตึกบ้านพักอาศัยในเมือง จะรู้สึกเย็นสบาย แม้กระทั้งพื้นดินที่มีน้ำขังนิดหน่อยเวลานั่งใกล้ๆก็จะรู้สึกเย็นเช่นกัน ด้วยการเล็งเห็นความสำคัญที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอ แนวคิดจะที่นำเอาความเย็นใต้พิภพมาใช้แทนระบบปรับอากาศแบบเดิม ระบบความเย็นจากใต้พิภพจะอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการโอนถ่ายอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ด้วยการนำเอาน้ำมาผ่านท่อโลหะ โดยท่อโลหะจะฝังตัวอยู่ภายใต้พื้นดินที่มีน้ำแฉะเป็นตัวช่วยโอนถ่ายอุณหภูมิ จำนวน 12 ชุด จากนั้นนำน้ำที่ผ่านท่อโลหะดูดความร้อนออกไปแล้ว มาผ่านชุดคอยเย็น ซึ่งมีพัดลมเป่าลมเย็นกระจายให้ครอบคลุมบริเวณห้องพักขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2.5 เมตร โดยระบบที่ออกแบบสามารถควบคุมได้อย่างอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (ATmega8)

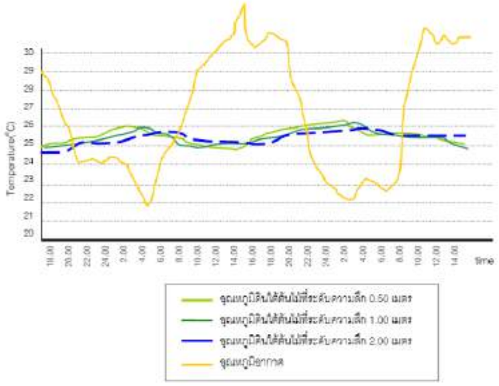
ATmega8 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต มีสถาปัตยกรรมแบบ RISE (Reduce instruction set computer) โดยสามารถประมวลผล 1 คำสั่งในเวลา 1 สัญญาณนาฬิกา และทำงานกับความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 16 MHz ภายในได้รวบรวมวงจรสนับสนุนการทำงาน เช่น Analog to Digital, SPI, Timer, Counter, PWM ซึ่งวงจรสนับสนุนการทำงานเหล่านี้ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้กว้างและใช้อุปกรณ์ต่อร่วมภายนอกน้อยมาก ดังในรูปที่ 2.7

(ก) ATmega8 แบบ TQFP (ข) ATmega8 แบบ PDIP

รูปที่ 1 โครงสร้างระบบปรับอากาศด้วย

2.2 อุณหภูมิพื้นดินที่ระดับความลึกต่างๆ

จากงานวิจัยพบว่าอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึกต่างๆกันที่ระดับความลึก 0.50 ม. 1.00 ม. และ 2.00 ม. ในสภาพแวดล้อมอยู่ใต้ต้นไม้เดียวกันพบว่าที่ความลึกระดับ 2 เมตร ในเวลากลางวันมีอุณหภูมิต่ำที่สุดตามลำดับ [3] ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นดินใต้ต้นไม้ที่ระดับความลึกต่างๆ [3]

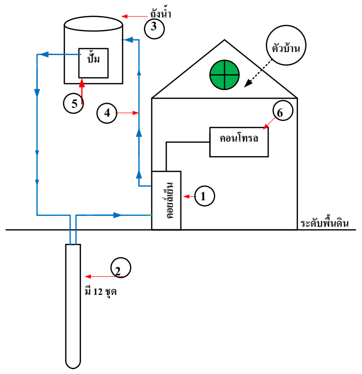
2.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Convection)

การถ่ายเทความร้อนโดยการพาคือ การถ่ายเทความร้อนโดยมีวัตถุหรือตัวกลางที่ได้รับความร้อนเป็นตัวพาเอาความร้อน จะเกิดได้เฉพาะวัตถุพวกของเหลวและก๊าซเท่านั้น[4] เช่น กาต้มน้ำ น้ำตอนล่างที่อยู่ใกล้กับเตาไฟได้รับความร้อนแล้วขยายตัวจึงมีความหนาแน่นน้อยและลอยขึ้นตอนบน ส่วนที่เย็นซึ่งหนักกว่าจะจมลงมาแทนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นกระแสวนเวียนจนทั่วทั้งกาน้ำจึงร้อนทั่วถึงทั้งหมด

2.4 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การปรับอากาศหมายถึง การปรับอากาศให้เย็นลง หรือร้อนขึ้น ถ้าปรับอากาศให้เย็นจะนึกถึงคำว่าแอร์ หลักการทำงานของแอร์คือนำเอาความร้อนจากภายในห้องไปข้างนอกห้อง โดยใช้อุปกรณ์หลัก 4 ชุด คือ คอยล์เย็น(Evaporator) คอยล์ร้อน(Condenser) เครื่องอัดความดัน (Compressor) และท่อลดความดัน (Capillary Tube) [5]

3 การออกแบบโครงสร้างระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพ



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพ

ในรูปที่ 3 อธิบายถึงระบบปรับอากาศความเย็นใต้พิภพที่ออกแบบติดตั้งในพื้นที่ห้องขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2.5 เมตร อุปกรณ์ในระบบที่ติดตั้งแบ่งออกเป็น 6 ส่วนด้วยกัน

หมายเลข 1 ชุดคอยล์เย็น ทำหน้าที่กระจายความเย็นสู่ภายในห้องด้วยน้ำ

หมายเลข 2 ชุดท่อหล่อเย็น มีอยู่ 12 ท่อน ฝังไว้ใต้ดิน ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำในระบบที่ส่งไปยังคอยล์เย็น

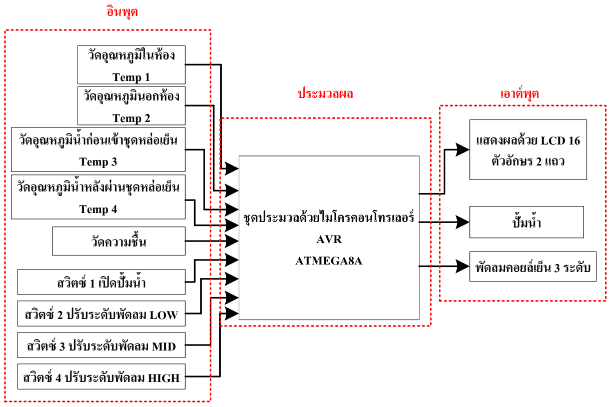
หมายเลข 3 ถังพักน้ำ จะตั้งอยู่บนที่สูงเพื่อพักน้ำไว้ก่อนที่จะส่งไปที่คอยล์เย็น

หมายเลข 4 ท่อน้ำพีอี ใช้ต่อเป็นนทางไหลเวียนของน้ำหล่อเย็น

หมายเลข 5 ปั๊มน้ำ ใช้ในการดันน้ำในระบบให้ไหลเวียนเพื่อให้เกิดการถ่ายเทอุณหภูมิระหว่างคอยล์เย็นกับอากาศภายในห้อง

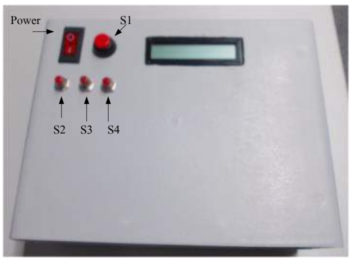
หมายเลข 6 ชุดคอนโทรล ทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ พัดลมคอยล์เย็น และปั๊มน้ำ โดยมีการวัดอุณหภูมิจากภายในห้อง ภายนอกห้อง

อุณหภูมิน้ำเข้าน้ำออก และวัดความชื้นในอากาศ โดยมีจอแอลซีดี (LCD) ขนาด 16 ตัวอักษร 2 แถว เป็นตัวแสดงผลการทำงาน



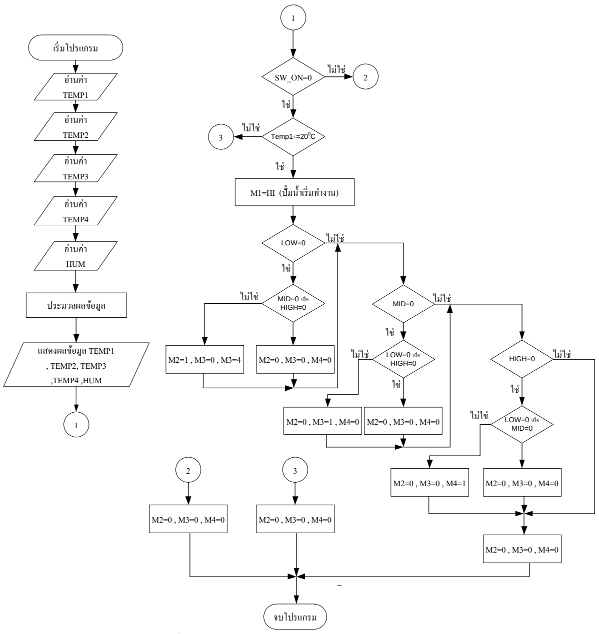
รูปที่ 4 บล็อคไดอะแกรมระบบควบคุม

ในรูปที่ 4 อธิบายการควบคุมระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ ภาคอินพุต ชุดประมวลผล และภาคเอาต์พุต ซึ่งแต่ละชุดมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันออกไป



รูปที่ 5 กล่องควบคุมระบบปรับอากาศ

กล่องควบคุม ปุ่ม Power ใช้สำหรับเปิด และปิด ระบบการทำงานของระบบ สวิตซ์ S1 ใช้สำหรับ เปิด-ปิด ปั๊มน้ำ สวิตซ์ S2 เลือกระดับความเร็วพัดลมที่คอยล์เย็นต่ำสุด สวิตซ์ S3 เลือกระดับความเร็วพัดลมที่คอยล์เย็นปานกลาง สวิตซ์ S4 เลือกระดับความเร็วพัดลมที่คอยล์เย็นสูงสุด และจอแอลซีดี แสดงผลการทำงาน



รูปที่ 6 ลำดับการทำงานของโปรแกรม

อธิบายลำดับการทำงานของระบบเริ่มจากอ่านค่าอุณหภูมิภายในห้อง (Temp1) อุณหภูมิภายนอกห้อง (Temp2) อุณหภูมิน้ำก่อนเข้าชุดหล่อเย็น (Temp3) อุณหภูมิน้ำหลังผ่านชุดหล่อเย็นใต้พิภพ (Temp3) และค่าความชื้นภายในห้อง (HUM) ดังรูปที่ 6

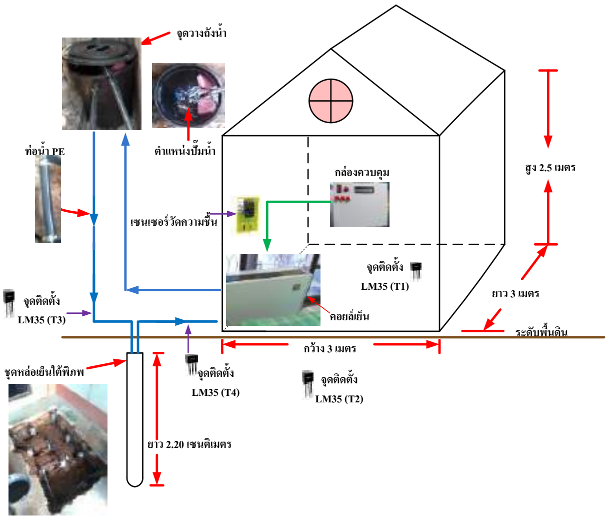
ตรวจสอบสวิตซ์ 1 เท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ พัดลมคอยล์เย็นและปั๊มน้ำจะไม่ทำงาน ถ้าใช่ ทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิภายในห้องมีค่ามากกว่า 20 องศาหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ พัดลมคอยล์เย็นและปั๊มน้ำจะไม่ทำงาน ถ้าใช่ พัดลมคอยล์เย็นและปั๊มน้ำจะทำงาน

ตรวจสอบสวิตซ์ 2 เท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ข้ามไปทำงานขั้นตอนอื่น ถ้าใช่พัดลมจะทำงานในระดับความเร็วต่ำสุด

ตรวจสอบสวิตซ์ 3 เท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ข้ามไปทำงานขั้นตอนอื่น ถ้าใช่พัดลมจะทำงานในระดับความเร็วปานกลาง

ตรวจสอบสวิตซ์ 4 เท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ข้ามไปทำงานขั้นตอนอื่น ถ้าใช่พัดลมจะทำงานในระดับความเร็วสูงสุด

ผังจำลองการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในตัวบ้านอธิบายได้ดังรูปที่ 7



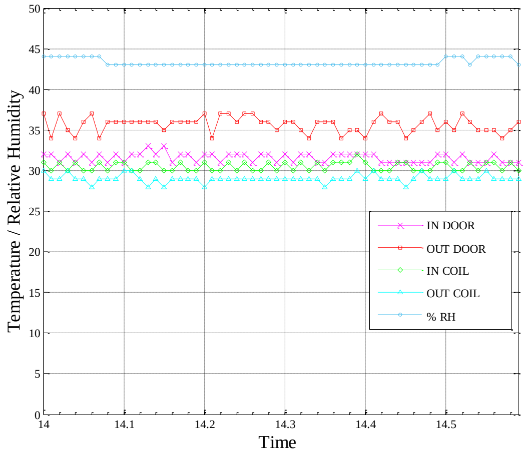
รูปที่ 7 การติดตั้งระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพ

4 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพ

รูปที่ 8 ทดสอบระบบปรับอากาศภายในห้องพัก

พื้นที่ทดสอบระบบอยู่ในเขตตัวเมืองขอนแก่น เป็นห้องขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2.5 ดังรูปที่ 8

ทำการทดสอบระบบในวันที่ 15 มีนาคม 2560 ช่วงเวลา 14.00 น.-15.00 น. อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกห้อง(OUT DOOR) จะอยู่ที่ 34.71 องศาเซลเซียส ภายในห้อง(IN DOOR) 32.58 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องจะต่ำกว่าภายนอกห้องประมาณ 2.13 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำก่อนเข้าคอยล์เย็น(IN COIL) อยู่ที่ 31.46 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิน้ำที่ไหลผ่านคอยล์เย็น(OUT COIL) อยู่ที่ 30.11 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่ไหลออกจากชุดคอยล์เย็นจะลดลงประมาณ 1.35 องศา เซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) เฉลี่ยจะอยู่ที่ 43.13% อธิบายดังรูปที่ 9 ส่วนพลังงานรวมที่ใช้ในระบบอยู่ที่ประมาณ 530 วัตต์/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าระบบเครื่องปรับอากาศบ้านขนาด 1000 วัตต์ (9000 BTU) ประมาณ 47%



รูปที่ 9 ผลการทดสอบระบบปรับอากาศในช่วงเวลา 14:00 -15:00 น.

5. สรุปผล

ผลการทดสอบที่ได้ ระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำงานได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ คือระบบสามารถทำให้อุณหภูมิภายในห้องพักอาศัยและภายนอกห้อง ลดลงได้เฉลี่ยประมาณ 1-3 °C ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 43.13% จะต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม (50%-55%) เนื่องจากเป็นช่วงหน้าร้อน สามารถลดพลังงานที่ใช้ในระบบได้ 47% เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 1000 วัตต์ ผลการวิจัยนี้ได้ต้นแบบของระบบปรับอากาศด้วยความเย็นใต้พิภพควบคุมอย่างอัตโนมัติด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นระบบปรับอากาศทางต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] งานวิจัยด้านสภาพภูมิอากาศ http://www.greenpeace.org/seasia/th/campaigns/climate-and-energy/climate-change-science/climate-research/ เข้าดูเมื่อวันที่ 3/2/2561

[2] สุนทร บุญญาธิการ, “เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า,” พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2542.

[3] ธนรัชต์ ลิมปคุปตถาวร, “ประสิทธิภาพของการทำความเย็นด้วยท่อใต้ดิน ในการออกแบบอาคารพักอาศัยแบบร้อนชื้น,” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[4] การถ่ายเทความร้อน https://th.wikipedia.org/wiki/การถ่ายเทความร้อน, เข้าดูเมื่อวันที่ 4/3/2561

[5] การทำงานของเครื่องปรับอากาศ http://www.flowtechworld.com/article/article-450/ เข้าดูเมื่อวันที่ 4/3/2561

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

รถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย
Convenience car of the elderly

ณัฐพงศ์ บุตรธนู* ปองพล แสนสอน และ อนันต์ วณิชยาไพสิฐ
สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042211040 ต่อ 3404 อีเมล์ n.bootthanu@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ รถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย การสร้างระบบควบคุม และการทดสอบหาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ หลักการทำงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมทิศทาง และปรับระดับความเร็ว ระบบของรถจะมีคันโยก (Joystick) ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ตามต้องการ มีปุ่มปรับระดับได้ 3 ระดับ การทดสอบความเร็วสูงสุดและน้ำหนักโหลดสูงสุดที่ 70 กิโลกรัม ขณะวิ่งทางราบความเร็วเฉลี่ยที่วัดได้ ระดับ 3 วิ่งที่ความเร็ว 3.6 km/hr กระแส 5.67 A การวิ่งในทางลาดชัน 6 องศา ระดับความเร็ว 1 และ 2 ไม่สามารถขึ้นได้ทางชันได้เนื่องจากมีกำลังไม่เพียงพอ ระดับ 3 วิ่งที่ความเร็วเฉลี่ย 1.7 km/hr กระแส 15.51 A การใช้พลังงานแบตเตอรี่ 12 V กระแส 9.0 A ผลการทดลองการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องรถสามารถวิ่งได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง จากการแบตเตอรี่ที่มีพลังงานเต็มประจุ แรงดันที่วัดก่อนใช้ 13.32 V (100%) แรงดันที่วัดหลังใช้เหลือ 11.80 V (45%)

คำสำคัญ: รถอำนวยความสะดวก, ระบบควบคุมรถสำหรับผู้สูงอายุ

Abstract

This paper present convenience car of the elderly. Creating a control system and performance testing of the system. Working principle of microcontroller as a directional control and speed. The system of the car is a joystick used to control the movement as needed, there are 3 levels. Maximum speed test and maximum load of 70 kg while running flat. Average speed measured at level 3 runs at 3.6 km/hr. current 5.67 A. Running on steep slopes 6 degrees of speed 1 and 2 can not climb steep because of inadequate level 3 running at an average speed of 1.7 km/hr current 15.51 A battery power 12 V current 9.0 A. Continuous power test results The vehicle can run for up to 2 hours on a fully charged battery. Measurement before use 13.32 V (100%) Rated voltage after use 11.80 V (45%).

Keywords: Convenience car of the elderly, Convenience car of the elderly control system.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในอาเซียนที่เข้าสู่การเป็นสังคมสูงวัย (Aging Society) การเป็นสังคมสูงวัย คือ การที่มีจำนวนผู้สูงอายุหรือประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป เพิ่มสูงขึ้นจนมากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรทั้งหมด ในขณะที่ วัยเด็กและแรงงานลดน้อยลง ผู้สูงอายุหมายถึงผู้ที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป จากผลสำรวจของ สำนักงานสถิติแห่งชาติ 4 ครั้ง ที่ผ่านมาพบว่าประเทศไทยมีจำนวนและสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องโดยในปี 2537 มีจำนวนผู้สูงอายุคิดเป็น ร้อยละ 6.8 ของประชากรทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.4 ร้อยละ 10.7 ร้อยละ 12.2 ในปี 2545 2550 2554 ตามลำดับ ผลการสำรวจปี 2557 พบว่า มีจำนวนผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 14.9 ของประชากรทั้งหมด (ชายร้อยละ 13.8 และหญิงร้อยละ 16.1) จากจำนวนผู้สูงอายุทั้งสิ้น 10,014,699 คน เป็นชาย 4,514,812 และ หญิง 5,499,887 คน หรือคิดเป็นชายร้อยละ 45.1 และหญิงร้อยละ 54.9 ของ ผู้สูงอายุทั้งหมด ซึ่งปัญหาสำคัญของผู้สูงอายุคือการหกล้มขณะที่เดิน การหกล้มหลายคนอาจมองเป็นเรื่องธรรมดา เพราะทุกคนก็หกล้มได้ แต่สำหรับผู้สูงอายุแล้วไม่ใช่เรื่องธรรมดา เพราะคนไทยมีปัญหาเรื่องโรคกระดูกพรุนค่อนข้างสูง การหกล้มแต่ละที่มีโอกาสทำให้เกิดกระดูกหักได้ง่ายนำมาซึ่งโรคแทรก ซ้อนต่างๆ มากมาย และสามารถ นำไปสู่การเสียชีวิตได้ในที่สุดการหกล้มที่เป็นเหตุนำไปสู่การเสียชีวิตเกินครึ่งเกิดขึ้นในคนที่อายุ 75 ปีขึ้นไปในผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 65-69 ปี เมื่อเกิดการหกล้มจะพบปัญหากระดูกสะโพกหักได้ถึง 1 ใน 200 ราย และจะพบปัญหานี้มากขึ้น ตามอายุที่เพิ่มขึ้น ในผู้สูงอายุ 85 ปีขึ้นไป จะพบปัญหากระดูกสะโพกหักได้สูงถึง 1 ใน 10 ราย ทำให้การนำรถเข็นเข้ามาช่วยเหลือผู้สูงอายุถือเป็นการช่วยเหลือที่ถูกจุดและเพื่อทำให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้ง่ายมากขึ้นการประดิษฐ์รถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัยที่สามารถควบคุมทิศทางที่จะไปของผู้สูงอายุเองนั้นทำให้การใช้งานเพื่อการเคลื่อนที่ของผู้สูงอายุสามารถทำได้โดยสะดวกสบายและปลอดภัยมากขึ้นในการดำเนินชีวิต

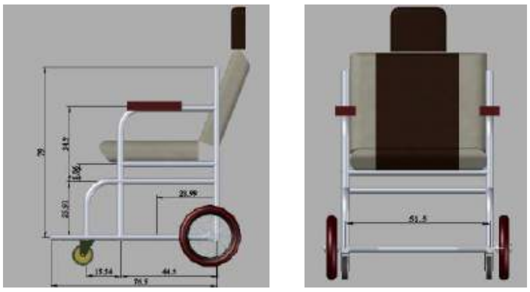
ดังนั้นจึงได้แนวคิดออกแบบรถอำนวยความสะดวกแก่ผู้สูงอายุ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ และ

จะได้สะดวกสบายในการขยับตัวหรือทำกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละวันได้ทำธุระส่วนตัวเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบประกอบด้วย ระบบควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้า ถอยหลัง ตัวล้อจะมีมอเตอร์ติดทั้งสองข้างเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้แบตเตอรี่ 12 VDC เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับระบบ

2. โครงสร้างและการออกแบบ

2.1 ออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบมีการใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป ช่วยในการออกแบบ โดยออกแบบให้รถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย มีขนาด ความกว้าง 51.50 ซม. ความยาว 76.5 ซม. มีความสูงรวม 118.24 ซม. ในตัวรถประกอบไปด้วย เบาะนั่งมีพนักพิงศีรษะหุ้มด้วยหนังเทียมสีเทา-ดำ ขนาด กว้าง 50 ซม. สูง 70 ซม. ล้อด้านหน้า ขนาด 4 นิ้ว ล้อด้านหลังขนาด 8 นิ้ว ใช้วัสดุเหล็กในการสร้างโครงรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย ดังรูปที่ 1



(ก) ด้านข้าง (ข) ด้านหน้า

รูปที่ 1 การออกแบบรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย

รูปที่ 2 โครงสร้างรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย

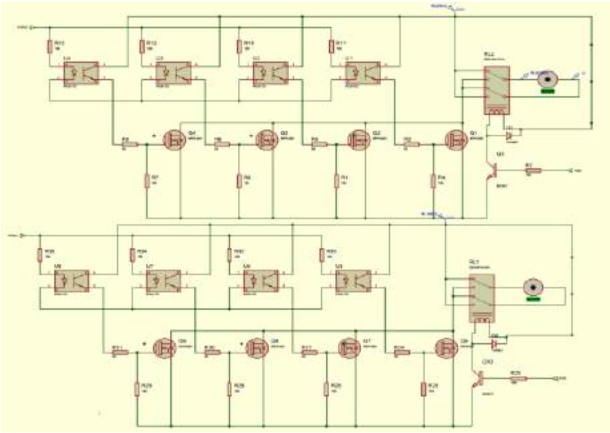
2.2 หลักการทำงานของระบบ

คันโยก (Joystick) ทำหน้าที่เป็นอินพุท ส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล สั่งการให้กับวงจรขับมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน ดังรูปที่ 3

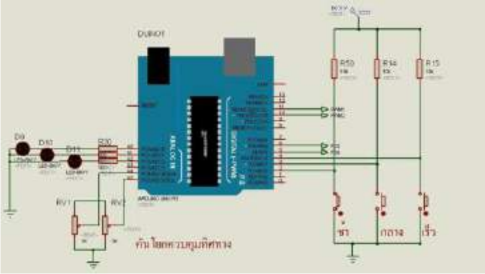
รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

2.3 การออกแบบวงจรควบคุม

ออกแบบวงจรขับมอเตอร์โดยใช้โปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในการออกแบบวงจรโดยเราเลือกใช้วงจรไฮบริด ใช้ไฟ 12 - 30 V โดยทนกระแสได้ถึง 40 A สามารถทนกระแสได้มากเหมาะกับการใช้งานกับรถอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัยเพราะต้องรับน้ำหนักทั้งคนและรถทำให้กินกระแสมาก จึงเลือกใช้วงจรนี้ในการใช้งานและวงจรสามารถหมุนทั้งไปและกลับได้ ดังรูปที่ 4 และ ในส่วนชุดคอนโทรลเลอร์นี้ เราจะใช้บอร์ด Arduino ในการควบคุมทิศทางเดินหน้า, ถอยหลัง, ซ้าย, ขวา (ในส่วนของการบังคับทิศทางในชิ้นงานจริงทางเราได้ใช้ Joystick มาแทนสวิตซ์) ส่วน ระดับความเร็ว ซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ ช้า, ปลานกลาง และ เร็ว ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 วงจรขับมอเตอร์



รูปที่ 5 วงจรควบคุม

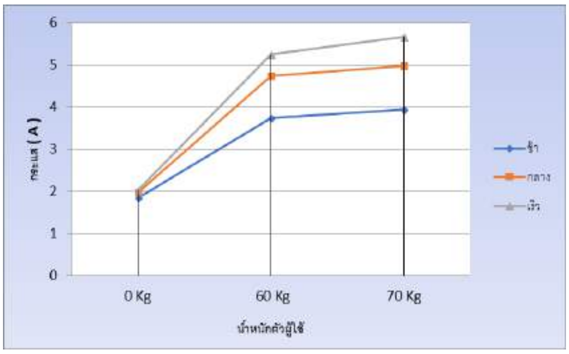
3. ผลการทดลอง

จากการทำรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย ได้ทำการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย ได้ทำการทดลองที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เพื่อหาผลการทดลองต่างๆ ทั้งการวิ่งทางราบ และ การวิ่งทางลาดชัน ดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7 ตามลำดับ

รูปที่ 6 สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบในทางราบ

รูปที่ 7 สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบในทางขึ้นลาดชัน 6 องศา

1. ทดลองกระแสโหลดจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้ ขณะวิ่งทางราบ และทางขึ้นลาดชัน ในการทดลองจะทดลองโหลดจากน้ำหนัก ในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อทดสอบหาอัตราความเร็วรวมถึงการวัดกระแสโหลดของน้ำหนักตัวผู้ใช้ โดยใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแส ระยะทาง 10 เมตร เพื่อคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยขณะวิ่งทางราบ ดังรูปที่ 8 ขณะวิ่งทางลาดชัน 6 องศา จากการทดลอง 10 ครั้ง ใช้ระดับความเร็วสุดได้เท่านั้น เนื่องจากระดับ ช้า, กลาง ไม่มีกำลังพอที่จะขึ้นทางลาดชันได้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กระแสโหลดจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้ขณะวิ่งในทางราบ

รูปที่ 9 กระแสโหลดจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้ขณะวิ่งในทางราบ

2. ทดลองหาความเร็วเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวของผู้ใช้ จากผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ในทางราบ เป็นระยะทาง 10 เมตร ทำการทดสอบ 10 ครั้ง จากน้ำหนักตัวผู้ใช้ จากการทดลองหาระยะเวลาเฉลี่ย ทั้ง 3 ระดับ น้ำหนักตัวผู้ใช้ 60 kg ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย ระดับช้า 15.806 วินาที ระดับกลาง 13.693 วินาที ระดับเร็ว 9.95 วินาที และ น้ำหนักตัวผู้ใช้ 70 kg ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย ระดับช้า 17.236 วินาที ระดับกลาง 14.746 วินาที ระดับเร็ว 10.962 วินาที ดังรูปที่ 10 และการหาความเร็วเฉลี่ย กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะหาได้จากสมการที่ 1

$$V_{ava} = s / t \tag{1}$$

รูปที่ 10 ทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ในทางราบระยะทาง 10 เมตร

3. ทดลองหาระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่

ผลการทดสอบหาระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่ 12V 9.0 Ah จำนวน 2 ลูกต่อขนานกัน จากการใช้งานอย่างต่อเนื่องโดยใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและมิเตอร์วัดระดับแบตเตอรี่ วัดได้จากแบตเตอรี่ที่เต็ม 100% จากแรงดันที่วัดได้ขณะแบตเตอรี่ชาร์จเต็มที่เฉลี่ยที่ 13.46V (100%) ใช้ระยะเวลาการทดลองไปทั้งหมด 2 ชั่วโมง แบตเตอรี่แรงดันคงเหลือเฉลี่ยที่ 11.94 V (54%) จะสรุปได้ว่าผู้ใช้งานรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัยที่มีน้ำหนัก 60 kg สามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานถึง 2 ชั่วโมง และยังสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องอีก ดังรูปที่ 11

	00.00 นาที	00.15 นาที	00.30 นาที	00.45 นาที	01.00 นาที	01.15 นาที	01.30 นาที	01.45 นาที	02.00 นาที
ครั้งที่ 1	13.45	12.95	12.76	12.67	12.52	12.4	12.22	12.13	11.92
ครั้งที่ 2	13.48	12.96	12.78	12.65	12.49	12.39	12.24	12.12	11.94
ครั้งที่ 3	13.46	12.95	12.8	12.67	12.53	12.4	12.25	12.15	11.97
ค่าเฉลี่ย	13.46	12.95	12.78	12.66	12.51	12.39	12.23	12.13	11.94

รูปที่ 11 ทดสอบผลระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากน้ำหนัก 60 kg

จากผลการทดสอบหาระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่ 12V 9.0Ah จำนวน 2 ลูกต่อขนานกัน จากการใช้งานอย่างต่อเนื่องโดยใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันและมิเตอร์วัดระดับแบตเตอรี่ วัดได้จากแบตเตอรี่ที่เต็ม 100% จากแรงดันที่วัดได้ขณะแบตเตอรี่ชาร์จเต็มที่เฉลี่ยที่ 13.32V (100%) ใช้ระยะเวลาการทดลองไปทั้งหมด 2 ชั่วโมง แบตเตอรี่แรงดันคงเหลือเฉลี่ยที่ 11.80V (45%) จะสรุปได้ว่าผู้ใช้งานรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัยที่มีน้ำหนัก 70kg สามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานถึง 2 ชั่วโมง และยังสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องอีก ดังรูปที่ 12

ครั้งที่ 1	13.33	13.04	12.85	12.67	12.51	12.32	12.17	12	11.79
ครั้งที่ 2	13.3	13.06	12.81	12.69	12.51	12.36	12.18	11.93	11.68
ครั้งที่ 3	13.34	13.15	12.79	12.82	12.63	12.44	12.29	12.13	11.94
ค่าเฉลี่ย	13.32	13.08	12.81	12.72	12.55	12.37	12.21	12.02	11.8

รูปที่ 12 ทดสอบผลระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากน้ำหนัก 70 kg

3. สรุป

จากการทดลองรถช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงวัย และเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองวัดกระแสในทางราบและทางขึ้นลาดชัน การหาความเร็วเฉลี่ย และ ระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่ ต่อน้ำหนักตัวของผู้ใช้เพื่อหาความแตกต่าง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

น้ำหนัก 60 kg กระแสเฉลี่ยในทางราบที่ 5.25 A ทางขึ้นลาดชัน 6 องศา 12.94 A ส่วนความเร็วเฉลี่ยทางราบที่หาได้คือ ระดับช้า 2.2 km/hr ระดับกลาง 2.6 km/hr ระดับเร็ว 3.6 km/hr และทางขึ้นลาดชัน 6 องศา ระดับเร็ว ที่ 2.1 km/hr ด้านการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากการทดลองใช้งานอย่างต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง ก่อนทำการทดลองแรงดันที่วัดได้ 13.46V (100%) หลังการทดลอง 11.94V (54%)

น้ำหนัก 70 Kg กระแสเฉลี่ยในทางราบที่ 5.67 A ทางขึ้นลาดชัน 6 องศา 15.51 A ส่วนความเร็วเฉลี่ยทางราบที่หาได้คือ ระดับช้า 2.0 km/hr ระดับกลาง 2.4 km/hr ระดับเร็ว 3.2 km/hr และทางขึ้นลาดชัน 6 องศา ระดับเร็วที่ 1.7 km/hr ด้านการใช้พลังงานแบตเตอรี่จากการทดลองใช้งานอย่างต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง ก่อนทำการทดลองแรงดันที่วัดได้ 13.32V (100%) หลังการทดลอง 11.80V (45%)

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา ใจเย็น. (2558). อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ สำนักพิมพ์ อัมรินทร์ บุ๊ค.

[2] จักรี รัศมีฉาย. (2558). ทดลองและใช้งานบอร์ด Arduino Uno R3 ด้วยโปรแกรม Ni Labview. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ บริษัท ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด.

[3] ศักดา ทิพย์เจริญ. (2558). อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ โรงพิมพ์ ไทยเจริญการพิมพ์.

[4] สนอง อิ่มเอม. (2558). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เล่มที่ 1 .พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ บริษัท สยาม สปอร์ตซินดิเคท จำกัด.

[5] โอภาส ศิริศรชิตถาวร. (2550). เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Arduino และบอร์ด Unicon.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ บริษัท อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

[6] โอภาส ศิริศรชิตถาวร. (2550). เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Arduino และบอร์ด Unicon พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์.

[7] อำนาจ ทองผาสุข, วิทยา ประยงค์พันธุ์. (2559). การควบคุมมอเตอร์ พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ที่พิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[8] การเขียนโปรแกรมพื้นฐาน Arduino. (2557). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://ilearn.lnwshop.com/article/ (29 ธันวาคม 2559).

[9] สินค้าอิเล็กทรอนิกส์. (2558). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaieasyelec.com/ (29 ธันวาคม 2559).

[10] อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. (2558). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.psptech.co.th/ (29 ธันวาคม 2559).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลในจังหวัดสกลนคร

Wireless Sensor Network for Detection of Water Quality for Farm Nile Tilapia in Sakon Nakhon Province.

สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์[1]*, ถนอมศักดิ์ วงศ์มีแก้ว[2]

โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ[2] คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

*E-mail: sboonkirdram@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลในจังหวัดสกลนคร โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ NodeMCU ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ระดับน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจน เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ และทำหน้าที่ส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังหน่วยศูนย์กลางควบคุมโดยใช้บอรด์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เป็นบอร์ด Raspberry Pi ทำหน้าที่ทำการบันทึก ประมวลผลและแสดงผลคุณภาพน้ำผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ระบบแสดงผลยังใช้หลอดไฟ LED เพื่อแสดงสถานการณ์เฝ้าระวังคุณภาพน้ำตามเงื่อนไข ผลการทดลองพบว่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถบันทึกผลและแสดงสถานะของคุณภาพน้ำได้ดี

คำสำคัญ: เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, คุณภาพน้ำ

Abstract

This research is the technology of wireless sensor networks for monitoring water quality of farm Nile Tilapia in Sakon Nakhon province. By using a micro-controller board NodeMCU to receive signals from the sensors consists of water level sensor,the oxygen sensor,pH sensor and the temperature sensor in the water. NodeMCU transmits wireless signals to the controller using Raspberry Pi boards and serves as a record, processing and displaying water quality via internet network. The display also uses an LED to indicate the condition of the water. The results show that the wireless sensor network for water quality monitoring can record and display of water quality.

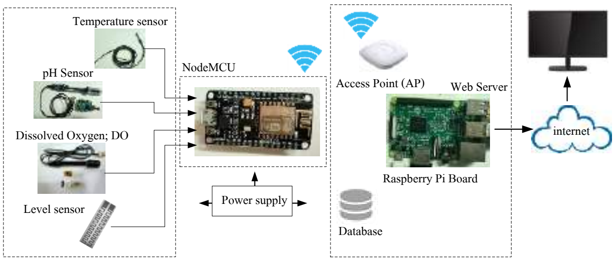
Keywords: wireless sensor network, water quality

1.บทนำ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณสมบัติของน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลประกอบด้วย 1) ระดับน้ำในบ่อมีความสำคัญต่อการวางไข่ของปลา น้ำควรมีปริมาณที่เหมาะสม 2) ความเป็นกรดด่าง (pH) น้ำในบ่อเลี้ยงปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ค่าความเป็นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.5-8.3 3) ปริมาณออกซิเจน (Dissolved Oxygen; DO) ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีความจำเป็น ต้องดำเนินการอย่างถูกต้องและทันท่วงทีก่อนที่จะเกิดความเสียหาย [1] ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมไม่ควรต่ำกว่า 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 4) อุณหภูมิ (Temperature) ปลานิลเป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้ เมื่ออุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันจะทำให้ปลาช็อคตาย อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส ดังนั้นปัจจัยที่กล่าวมาล้วนมีผลต่อการเลี้ยงปลานิลในบ่อ

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network :WSN) [2] เกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวและการสื่อสารไร้สายที่ส่งข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์โหนดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย [3] ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นโหนดเซ็นเซอร์ (Sensor node) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่วัดจากเซ็นเซอร์ไปยังโหนดสถานีฐาน(Base station node) ทำหน้าที่สื่อสารระหว่างเครือข่ายเซ็นเซอร์ผ่านทางคลื่นวิทยุ เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายถูกนำมาใช้งานทางด้านเกษตรกรรมในทิศทางที่ดีขึ้น เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิ การตรวจวัดความชื้นในดิน การตรวจวัดค่าระดับน้ำในแปลงปลูกข้าว การควบคุมการให้น้ำในระบบชลประทานด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย [4], [5] เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายตามมาตรฐานย่านความถี่ 2.4 GHz ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดนำเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อออกแบบและแสดงผลข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยการนำโหนดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดด่าง เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจน เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและ

เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ส่งข้อมูลไปศูนย์กลาง การประมวลผลข้อมูลและเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล เพื่อบันทึกบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย วัน-เวลาและค่าคุณภาพน้ำตามช่วงเวลาที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิล ซึ่งผู้เลี้ยงปลาสามารถรับรู้ข้อมูลคุณภาพน้ำได้ โดยผู้วิจัยพัฒนาให้มีหลอด LED เพื่อแสดงสถานะของคุณภาพน้ำจากเซ็นเซอร์ดังกล่าว ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลต่อไปได้



รูปที่ 1 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2. รายละเอียดการพัฒนา

รูปที่ 1 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลในจังหวัดสกลนคร ถูกออกแบบไว้ 3 ส่วน คือ

1. เซ็นเซอร์ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำที่ใช้คุณสมบัติของตัวเก็บประจุ (IDC) เรียกว่า อินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์ ที่มีความเรียบง่าย การทำงานไม่ซับซ้อน [6] โครงสร้างประกอบด้วยแผ่นวงจรพิมพ์ทั่วไป (Printed Circuit Board, PCB) มีลักษณะเหมือนซี่หวี ความหนาของวัสดุฐานรอง = 0.76 μm ค่าไดอิเล็กทริกของวัสดุฐานรอง = 4.3 ค่าไดอิเล็กทริกน้ำเท่ากับ 80.40 ที่อุณหภูมิห้องปกติ กำหนดความยาวเท่ากับ 50 มม. ความกว้างเท่ากับ 20 มม. ช่องว่างอิเล็กโตรดเท่ากับ 20 มม. ความสูงเท่ากับ 4 เมตรและจำนวนซี่เท่ากับ 800 ซี่ การใช้เซ็นเซอร์ระดับน้ำแบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบเป็นการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างวัสดุไดอิเล็กทริก 2 ชนิดคือ น้ำ (water) และอากาศ (air) ดังนั้น เมื่อน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้ให้ค่าความจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen Kit รุ่น SEN-11194 สามารถวัดค่าได้ในช่วง 0-20 mg/L ±0.1 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH sensor Kit รุ่น SEN-10972 ชนิด CMOS ISFET) เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) ที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนกับค่ากรด-ด่างของสารละลายที่นำไปวัด ใช้หลักการวัดค่าความเป็นกรดหรือด่างที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายซึ่งใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้าเหมือนกัน การควบคุมความต่างศักย์ เมื่อสัมผัสน้ำจะเกิดความต่างศักย์ มีค่าแปรผันตามชนิดของสารละลาย หลังจากนั้นนำค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดวัด (Sensing Electrode) นำไปขยาย ปรับสภาพและแสดงผล สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Analog (0-1023) ความแม่นยำ ± 0.1pH (25 °C) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Digital Thermometer sensor รุ่น DS18B20) สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง -55 °C ถึง +125 °C มีความแมน่ ยำ ±0.5 °C อุณหภูมิในช่วง -10°C ถึง +85°C

2. NodeMCU V1 Devkit (WIFI Module base ESP8266) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ โมดูลขนาดเล็ก มีราคาที่ไม่แพง ใช้เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ มีโมดูล WiFi ในตัวและสามารถเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลได้ผ่านทางไวไฟ

3. หน่วยศูนย์กลางควบคุมใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Single Board Computer: SBC) ซึ่งเป็นบอร์ดอาดูโน่ งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ Raspberry Pi 2 Model B 1GB เป็น Single Board Computer ชิพ ARMv7 Quad-Core 900 MHz หน่วยความจำ LPDDR2 ขนาด 1 GB สำหรับเก็บข้อมูลของคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการตัดสินใจของคุณภาพน้ำ

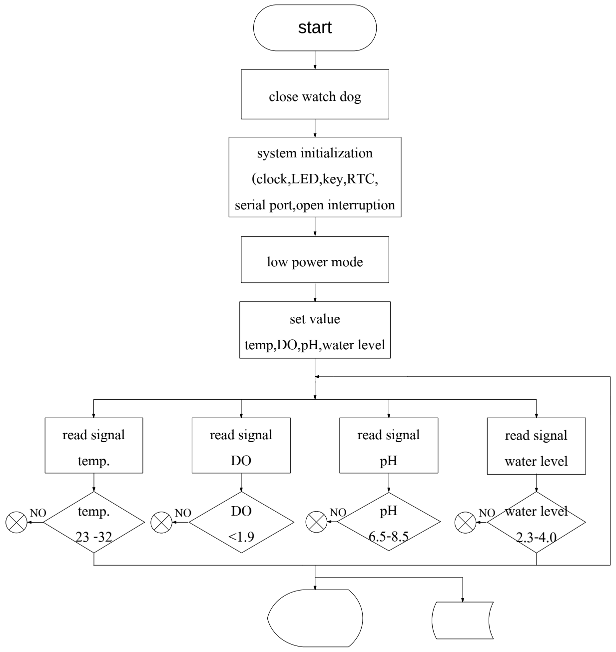
คุณภาพน้ำ	ออกซิเจน (ppm)	อุณหภูมิ (°C)	กรด-ด่าง	ระดับน้ำ (meter)
ผิดปกติ	<1.9	<15 หรือ>40	<6 หรือ >8.5	<2.3 หรือ >4.0
เฝ้าระวัง	2.01–3.55	15–22 หรือ 33-40	6.1–6.4 หรือ 8.0–8.4	2.4 หรือ 3.5
ปกติ	>3.75	23-32	6.5–8.5	2.50–3.00

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการตัดสินใจของคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการประมวลผลของหน่วยศูนย์กลางควบคุม โดยคุณภาพน้ำควรจะอยู่ในระดับปกติ แต่เมื่อใดที่ระดับของคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่ควรเฝ้าระวังหรือคุณภาพน้ำต่ำกว่าให้แสดงการแจ้งเตือน

3. การออกแบบและการทำงานของโปรแกรม

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิล มีจำนวน 3 โหนดในแต่ละโหนดประกอบด้วย เซ็นเซอร์ระดับน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ อย่างละ 1 ตัว ติดตั้งอยู่ในบ่อเลี้ยงปลา โดยผู้เลี้ยงปลาอาจจะกระจายติดตั้งอยู่ในแต่ละบ่อหรือถ้าบ่อปลามีขนาดใหญ่ ผู้เลี้ยงปลาอาจติดตั้งไว้ในบ่อเดียวกันในกรณีที่บ่อปลามีขนาดใหญ่ บอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์ NodeMCU V1 Devkit (WIFI Module base ESP8266) เป็นโหนดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Node)ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์และเป็นโมดูล WiFi หน่วยศูนย์กลางควบคุม

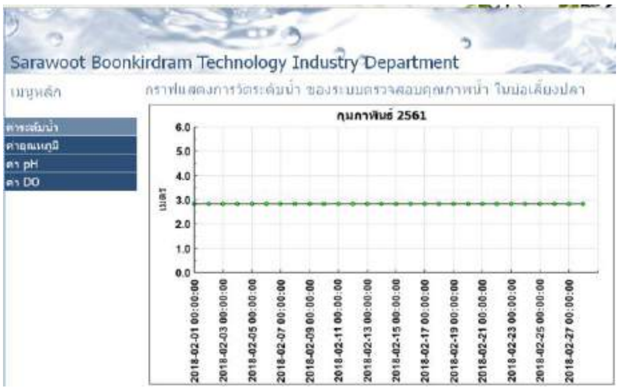
งานวิจัยนี้ใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก คือบอร์ด Raspberry Pi ถูกตั้งค่าให้ทำหน้าที่แสดงผลคุณภาพน้ำผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Web server) ใช้โปรแกรมภาษา PHP เขียนโปรแกรมให้และแสดงผลข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลคุณภาพน้ำออกมาเป็นกราฟเวลาของเซ็นเซอร์ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ระดับน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง หน่วยศูนย์กลางควบคุมนี้จะติดตั้งอยู่ริมบ่อเลี้ยงปลานิล ทำหน้าที่รับค่าจากหน่วยเซ็นเซอร์ต่าง ๆจากโหนดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่ส่งผ่านมาทางการสื่อสารไร้สายแบบ Wi-Fi แล้วทำการประมวลผลและบันทึกผลคุณภาพน้ำ และมีหลอดไฟ LED แสดงผลเพื่อแสดงสถานการณ์เฝ้าระวังคุณภาพน้ำตามเงื่อนไข โดยเปรียบเทียบกับค่าควบคุมคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ตามตารางที่ 1 การควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการบันทึกข้อมูลลง database เพื่อให้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ทางสถิติภายหลังได้ การแสดงผลค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ด้วยจอแสดงผล เพื่อแสดงให้ผู้เลี้ยงปลาทราบ หากค่าคุณภาพน้ำมีค่าเกินกว่าค่าควบคุมที่กำหนดไว้ จะมีการแจ้งเตือนโดยแสดงเป็นไฟ LED ดังรูปที่ 2 การทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2 การทำงานของโปรแกรม

4. ผลการทดลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิล

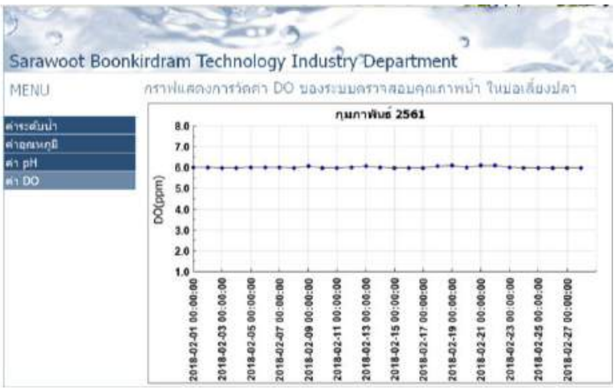
การพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลที่ผู้วิจัยสร้าง ทำการทดลองวัดคุณภาพบ่อปลานิล ในจังหวัดสกลนคร ช่วงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 สามารถแบ่งผลการทดลองออกเป็น 4 ส่วนตามเซ็นเซอร์ที่ใช้ทดลอง ดังนี้



รูปที่ 3 ผลการวัดระดับน้ำ

4.1 ผลการวัดระดับน้ำ

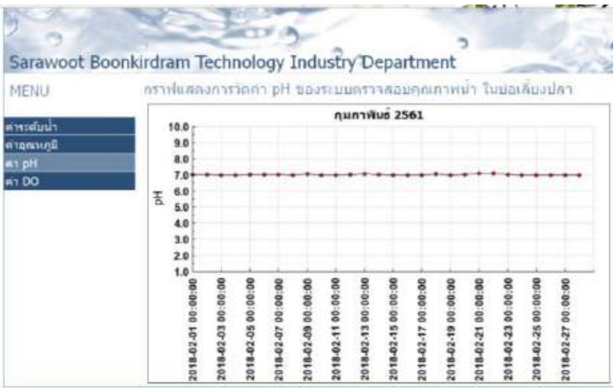
ผลการใช้เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ ดังรูปที่ 3 พบว่า น้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลอยู่ในช่วง 2.83 ถึง 2.9 เมตรมีระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 2.83 เมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.01



รูปที่ 4 ผลการวัดระดับค่าออกซิเจนในน้ำ

4.2 ผลการวัดระดับค่าออกซิเจนในน้ำ

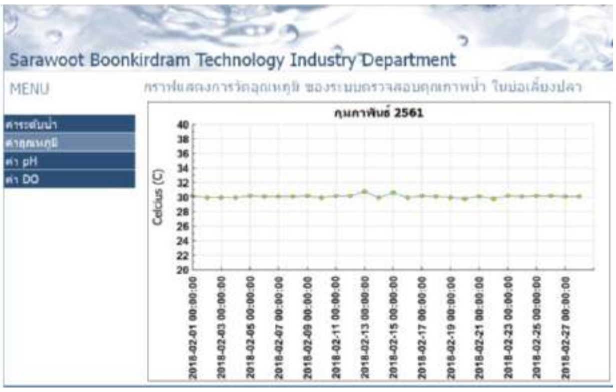
ผลการใช้เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ ดังรูปที่ 4 พบว่าค่าออกซิเจนในบ่อเลี้ยงปลานิลอยู่ในช่วง 5.98 ถึง 6.01 ppm มี**ระดับ**ค่าออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 6.01ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.03



รูปที่ 5 ผลการวัดระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง

4.3 ผลการวัดระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผลการใช้เซ็นเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างในบ่อเลี้ยงปลานิล ดังรูปที่ 5 พบว่าอยู่ในช่วง 6.98 ถึง 7.09 มีระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.01 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.03



รูปที่ 6 ผลการวัดอุณหภูมิ

4.4 ผลการวัดอุณหภูมิ

ผลการใช้เซ็นเซอร์วัดวัดอุณหภูมิในน้ำ ดังรูปที่ 6 พบว่าอุณหภูมิในบ่อเลี้ยงปลานิลอยู่ในช่วง 29.09 ถึง 30.01 มี**ระดับ**ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 30.09°C ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.21

5. สรุป

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของฟาร์มปลานิลในจังหวัดสกลนคร โดยเครือข่ายไร้สายเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆในเครือข่ายสามารถสื่อสารกันได้ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ระดับน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิงของน้ำ งานวิจัยนี้ได้ใช้ Node MCU V1 เป็นที่เชื่อมกับเซ็นเซอร์ มีโมดูล WiFi ในตัว สามารถเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลได้ผ่านทางไวไฟไปยังหน่วยศูนย์กลางควบคุมเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi 2 Model B สำหรับเก็บข้อมูลและประมวลผลของคุณภาพน้ำ และแสดงผลคุณภาพน้ำผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผลการทดลองพบว่าระบบประมวลผลสามารถแสดงสถานะคุณภาพน้ำปกติและผิดปกติได้ถูกต้อง สามารถแสดงโดยผ่าน LED

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจนสำเร็จด้วยดีและขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ช่วยเหลือทางด้านข้อมูลต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] Preecha Mahamai1, Walrawuth Viriya1 and Pisut Phechsuwan, "The paddle wheels aerator used solar and backward energy for fish pound," Naresuan Phayao Journal Vol. 7 No. 2 May - Aug 2014, pp.68-73.

[2] เอกชัย สมบูรณ์ทรัพย์. (2553). เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสาหรับงานเกษตร.กรุงเทพฯ:ฝ่ายบริการวิชาการเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[3] Paolo Baronti b,c, Prashant Pillai a, Vince W.C. Chook a, Stefano Chessa b,c, Alberto Gotta b and Y. Fun Hu. "Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards," Computer Communications 30 (2007) 1655–1695.

[4] Pranita A. Bhosale, Prof. V. V. Dixit, "Water Saving-Irrigation Automatic Agriculture Controller," INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 1. ISSUE 11. DECEMBER 2012, Cochin University of India.

[5] Santhosh Simon, K Paulose Jacob, "Development and Deployment of Wireless Sensor Network in Paddy Fields of Kuttanad," International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 2. Issue 1, July 2012. Cochin University of India.

[6] Sarawoot Boonkirdram, Worawat Sa-ngiamvibool. A Novel Planar Interdigital Capacitor Level Sensor. August 2015 Przeglad Elektrotechniczny 1(8):93-97.

โซลิดสเตทรีเลย์สำหรับการเปลี่ยนแทนรีเลย์ A/C ของรถยนต์

(Solid state relay for Replace A/C relay of automobile)

ยุทธนา อุทปา
[illegible]
680 [illegible] 11 [illegible] 47000 [illegible] 042-970021 E-mail: ecticard2018@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ แผงวงจรโซลิตสเตตรีเลย์ ดีซี-ดีซี สำหรับใช้เปลี่ยนแทนรีเลย์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12V ของระบบปรับอากาศในรถยนต์(A/C relay) เพื่อแก้ปัญหาหน้าสัมผัสของรีเลย์ในรถยนต์เป็นโลหะที่มีอากาศเป็นฉนวนไฟฟ้า เมื่อทำงานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดออกไซด์เคลือบผิวของหน้าสัมผัส ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสที่เป็นโลหะนี้ได้ ส่งผลให้ระบบปรับอากาศในรถยนต์ไม่ทำงาน ห้องโดยสารจะร้อนอบอ้าวมาก นอกจากนี้อุปกรณ์โซลิตสเตตดีซีในท้องตลาด จะมีโครงสร้างใหญ่โตและไม่สัมพันธ์กับขาของรีเลย์ไฟฟ้ากระแสตรงในรถยนต์ จึงไม่สามารถนำมาใช้งานแทนกันได้ ผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และออกแบบแผงวงจรติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถจ่ายกระแสได้สูงเพียงพอต่อการทำงานของ ขดลวดครัชคอมเพรสเซอร์แอร์ในรถยนต์ที่กินกระแสประมาณ 7.5A ซึ่งจะทำงาน-หยุดทำงานเป็นช่วงเวลาสลับกันไป ผลการพัฒนาแผงวงจรโซลิตสเตตรีเลย์ดีซี-ดีซีนี้พบว่า มอสเฟตที่ใช้ควบคุมสามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 23A(IRF9540N) ซึ่งสูงกว่ารีเลย์ที่จ่ายได้สูงสุด 20A (G8HL) เมื่อกำหนดค่า R1=400k, C1=1,000uF มอสเฟตทำงานต่อเนื่องในระยะเวลาประมาณ 4.10 นาที และมอสเฟตไม่มีหน้าสัมผัสขณะตัดต่อวงจร กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังโหลดได้สะดวก วัดค่าแรงดันตกคร่อมขดลวดครัชได้ 12.6 V ซึ่งสามารถนำไปเปลี่ยนแทนรีเลย์ครัชคอมเพรสเซอร์แอร์ (A/C relay) ตัวเดิมได้ นอกจากนี้แผงวงจรที่สร้างขึ้นมีราคาถูก และยังใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องตลาด.

คำสำคัญ : โซลิตสเตตรีเลย์, รีเลย์

Abstract

This research proposes solid state relay DC to DC circuit board to replace the 12V A/C relay in an automobile air conditional system which always causes oxide to prevent electric current from flowing through metal surface contact. As the result, the air conditioner could stop working that in car is so very hot. Solid state device in market have construction outside is big and not relative with terminals of relay DC in automobile. So did not use replacement relay. The researcher design an electric circuit with used electronic device and design print circuit board that is supply current for complete working of coil clutch compressor air in car at around 7.5A. A/C relay is swap working that on and off for swap time as t-on to t-off of power electronic device. Result development print circuit board for solid state relay DC to DC. MOSFET could provide current a maximum 23A (IRF9540N) so current is higher than the general relay at maximum is 20A. Then specification value of R1=400k, C1=1,000uF the MOSFET work in t-on time up to 4.10 minute continuously and MOSFET don't have contact at on – off circuit so current flow is easy to load measured value voltage drop for clutch coil is 12.6 V so would replace the old clutch compressor air relay.

Keyword : Solid State Relay, Relay

1. บทนำ

[illegible] การใช้พลังงานไฟฟ้าไปขับเคลื่อนให้เก[illegible]การเคลื่อนที่ ซึ่งมีอยู่[illegible]ลาย [illegible] ([illegible]) โดยส[illegible]นใหญ่[illegible]ะใช้แบตเตอรีทำหน้าที่เก[illegible] [illegible] ส่งผลโดยตรงต่อระยะทางขับเคลื่อนต่อการอัด [illegible] 1 [illegible] ดังนี้ [illegible] จึงควรมีอัตรากินไฟต่ำ ทำให้ยานพาหนะสามารถเดินทางไปได้ [illegible] น้ำมัน [illegible] อเพลิงไปสู่ยาน [illegible]

[illegible] น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงแบบสันดาปภายใน พบว่า [illegible] โดยมีรีเลย์เป็นตัว [illegible]

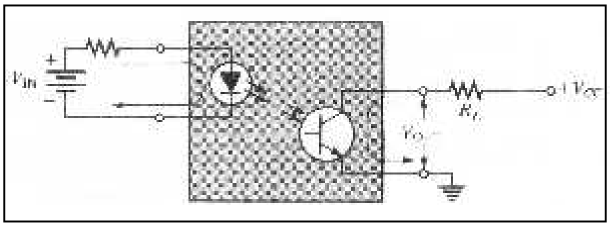
[illegible] ลมจากเครื่องอัดอากาศหรือน้ำยาแอร์ส่งไปตามท่อในระบบปิด ทำให้เกิดความเย็น [illegible] NO [illegible] NC [illegible] จะเกิดคราบเขม่าควันเกาะตามผิวโลหะ ซึ่ง [illegible] จะเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่าน [illegible] ได้ [illegible] อุปกรณ์โซลิดสเตตดีซีในท้องตลาด [illegible]

[illegible] (SSR) [illegible] น้ำหนักเบา รวมทั้งใช้วัสดุที่หาได้ [illegible]

2. วงจรโซลิดสเตตรีเลย์

2.1 ตัวเชื่อมโยงทางแสง

[illegible] (Optical Couplers) [illegible] อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงสัญญาณ [illegible] (Isolator) [illegible] ทางภาคอินพุตกับภาคเอาต์พุตที่มีระดับแรงดันไม่เท่ากันหรือวงจรที่มี [illegible] ไปภาคอินพุตของตัวเชื่อมโยงทางแสง [illegible] LED [illegible]



[illegible] 1 [illegible]

[illegible] LED [illegible] VIN [illegible]

[illegible] RL [illegible]

2.2 ตัวเก็บประจุ

[illegible] (Capacitor) [illegible] นคือเมื่อถูกต่ออยู่ใน [illegible] 2 [illegible]

2.3 มอสเฟต

[illegible] E-MOSFET [illegible] หา [illegible]

$$I_D = K(V_{GS}-V_{GS(TH)})^2 \quad (1)$$

[illegible] E-MOSFET [illegible] R_G [illegible] D [illegible] G [illegible] D [illegible] G [illegible] R_G [illegible] D [illegible] G นไม่มีกระแส I_G [illegible] ($I_G=0$) [illegible] นแรงดันตกคร่อม R_G (V_{RG}) [illegible] 0 V [illegible] G [illegible] D [illegible] E-MOSFET [illegible]

$$-V_{DD} + I_DR_D + V_{DS} = 0 \quad (2)$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_DR_D \quad (3)$$

[illegible] DC [illegible]

1. [illegible] $I_D = 0$

$$V_{GS} = V_{DD}\ ;\ I_D = 0\ mA \quad (4)$$

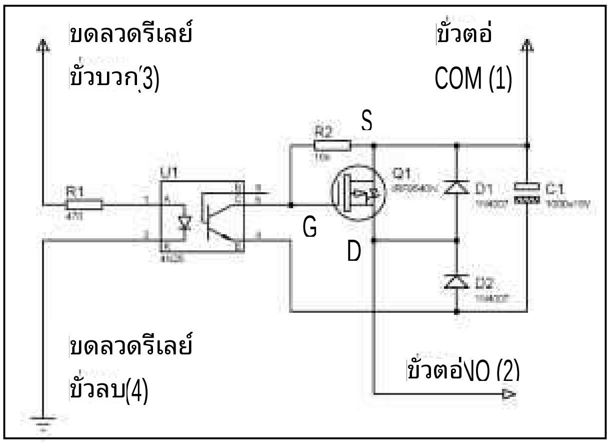
2. [illegible] $V_{GS} = 0$

$$I_D = V_{DD} / R_D\ ;\ V_{GS} = 0\ V \quad (5)$$

2.4 การออกแบบวงจรโซลิดสเตทรีเลย์

[illegible] นจะออกแบ [illegible] E-MOSFET [illegible] ให้ E-MOSFET [illegible]

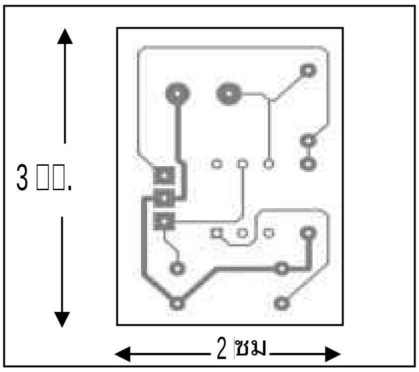
[illegible] 470 Ω [illegible] 1 [illegible] 4N25 [illegible] 2 [illegible] ECU [illegible] 10 kΩ [illegible] (S) [illegible] IRF9540N [illegible] 5 [illegible] R2 [illegible] 12V [illegible] ว่าต่อ COM [illegible] 4 [illegible] (D) [illegible] ว่าต่อ NO [illegible] 1,000 uF 16V [illegible] E-MOSFET



รูปที่ ลักษณะวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ที่สร้างขึ้น

2.5 ออกแบบลายวงจรด้านทองแดง

การออกแบบลายวงจรด้านทองแดงด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ลักษณะลายทองแดงมีดังนี้



รูปที่ ลายทองแดงวงจรโซลิดสเตทรีเลย์

แผนวงจรพิมพ์ออกแบบให้มีความกว้าง2 ซม ยาว3 ซม เป็นPCB แบบทองแดงหน้าเดียวซึ่งสอดคล้องขนาดของรีเลย์แบบแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีหน้าสัมผัสเป็นโลหะ(G8HL)

3. สรุป

ตารางที่ ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน R2

ค่าความต้านทาน	10k	47k	100k	200k
ค่าเวลาคายประจุ	1.15 นาที	1.45 นาที	2.09 นาที	4.10 นาที

การทดลองเปลี่ยนค่าความต้านทาน R2 พบว่าถ้าเพิ่มค่าความต้านทานสูงขึ้นจะทำให้เวลาในการคายประจุของตัวเก็บประจุ1 นานขึ้นการทดลองเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุ1 พบว่าถ้าเพิ่มค่าความจุเป็น 2,200uF/16V จะทำให้เวลาในการคายประจุของตัวเก็บประจุ1 นานขึ้นประมาณ 2 เท่าคือ3 นาทีค่าแรงดันตกคร่อมขณะมอสเฟตนำกระแส VDS = 0 V และค่าแรงดันตกคร่อมขดลวดครัชของคอมเพรสเซอร์เท่ากับ12.60V ราคาอุปกรณ์ในแผงวงจรโซลิดสเตตรีเลย์รวมทั้งหมด43 บาท ราคานี้ไม่รวมแผ่นPCB และโมดูลขาต่อเข้ากับซ็อคเกตรีเลย์ของรถยนต์จากการทดลองทั้งหมดการทำงานของวงจรโซลิดสเตตรีเลย์เป็นปกติสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดครัชหน้าคอมเพรสเซอร์ที่กินกระแสไฟฟ้า5-7 A ในระบบปรับอากาศของรถยนต์จึงสามารถนำไปเปลี่ยนแทนรีเลย์เดิมได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยในการพัฒนาวงจรโซลิดสเตตรีเลย์ไฟตรง12V โดยใช้มอสเฟตเป็นตัวตัดต่อวงจรควรเพิ่มขั้วต่อNC เข้าไปในวงจรโซลิดสเตตรีเลย์เพื่อให้การประยุกต์ใช้งานทำได้อย่างหลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่องโซลิดสเตตรีเลย์สำหรับการเปลี่ยนแทนรีเลย์ A/C ของรถยนต์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้เขียนบทความต้องขอขอบคุณสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการทำการวิจัยเรื่องนี้และขอขอบคุณบิดามารดาอาจารย์ทุกท่านที่สนับสนุนในการทำวิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

[1] นภัทรวิจันเทพินทร์"อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สกายบุ๊กส์ หน้า 294-314, 2538.

[2] พันศักดิ์พุฒิมานิตพงศ์ ทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์" ซีเอ็ดยูเคชั่น หน้า 181-199, 2543.

[3] ธนพนธ์สุพัฒนกิจกุลและเพื่อน "อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ด้วยอาดุยโน่ บทความวิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ 2559.

[4] ณัฐชนันท์ปลายเนตรและศุภชัยปลายเนตร "การพัฒนาเตาอบชุบโลหะโดยใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตมีดพร้าชุมชน" บทความวิจัยมหาวิทยาลัยนครพนม 2556.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

ไฟส่องสว่างถนนอัตโนมัติพลังงานแสงอาทิตย์

Solar street lights automatically

ทรงศักดิ์ อินทรสิทธิ์[1] รชต บุณยะยุต[1]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
680 มหาวิทยาลัยราภัฏสกลนคร ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 089-2403975 E-mail: Krusongsak@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ การศึกษาไฟส่องสว่างถนนอัตโนมัติพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อศึกษาการทำงานจริงวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของไฟส่องสว่างถนน การลดค่าไฟฟ้า ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยออกแบบพัฒนาวงจรควบคุมระบบไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติและเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานให้ได้ประโยชน์จากไฟส่องสว่างถนนให้มากที่สุด โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 60 W ผลที่ได้จากการทดลองการใช้งานพบว่า ประสิทธิภาพแรงดันของแผงโซล่าเซลล์ มีค่าเฉลี่ยแรงดัน 21.24 Vdc เทียบกับข้อมูลของแผงโซล่าเซลล์ ตามที่ข้อมูลของผู้ผลิตมีค่าแรงดันใกล้เคียงกันและมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 4.7 % และประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟเฉลี่ย 21.23 Lux ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและเป็นไปตามการออกแบบไว้

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์, ประสิทธิภาพแสงสว่าง, ลักซ์มิเตอร์, แรงดันไฟฟ้า

Abstract

This research presents a study of solar street lighting automation and efficiency. The research objective is to reduce electricity cost in. The automatic lighting control system was designed with respect to the equipmeat used as to benefit from the street lighting optimally. The average voltage generated (21.24 Vdc.) was compared to the manufacturer's speciification data. According to the manufacturer's data, the average fault is 4.7 % and the average lamp efficiency is 21.23 Lux, which is considered to be reasonable and according to the design.

Keywords: Solar energy, Lighting performance, Digital lux meter, Voltage

1. บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์ถูกใช้งานอย่างมากแล้วในหลายส่วนของโลกและมีศักยภาพในการผลิตพลังงานมากกว่าการบริโภคพลังงานของโลกในปัจจุบันหลายเท่าหากใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม พลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้โดยตรงเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือสำหรับทำความร้อนแม้แต่ทำความเย็น ศักยภาพในอนาคตของพลังงานแสงอาทิตย์นั้นถูกจำกัดโดยแค่เพียงความเต็มใจของเราที่จะคว้าโอกาสนั้นไว้

จุดเด่นของพลังงานแสงอาทิตย์ [1] พลังงานที่ไม่มีวันหมด เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใช้แล้วไม่หมดสิ้น [2] พลังงานที่สะอาด พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์นั้นเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งต่างกับพลังงานอื่นๆที่อาจจะต้องมีการเผาไหม้ก่อน [3] ผลิตไฟฟ้าได้ทั่วทุกมุมโลก ขอแค่เพียงมีแสงจากดวงอาทิตย์เท่านั้นและแหล่งผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ไหน ก็สามารถนำมาใช้งานได้ที่นั่นเลย [4] สร้างไฟฟ้าได้ทุกขนาด [5] อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่

ปัญหางานวิจัยจะอยู่ที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครแต่ละเดือนมีค่าไฟฟ้าสูงมาก จากการสำรวจถนนในมหาวิทยาลัยในยามค่ำคืนจะมีการใช้แสงสว่างจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง โดยการใช้ไฟส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาเสริมระบบไฟฟ้าแบบเดิม

ดังนั้นไฟส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีความสำคัญมากในเรื่องของความปลอดภัยในการใช้ถนนในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครในยามค่ำคืนได้ และยังใช้ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยลงได้ ซึ่งไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์อาจจะไม่ครอบคลุมพื้นที่ในมหาวิทยาลัยทั้งหมด แต่ก็จะดำเนินการออกแบบและติดตั้งไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ในกรณีศึกษา ทดลองหาประสิทธิภาพ และเป็นตัวอย่างให้มหาวิทยาลัยขยายผลติดตั้งไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ให้ครอบคลุมมหาวิทยาลัยต่อไป

2. วิธีออกแบบไฟส่องสว่างถนนโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

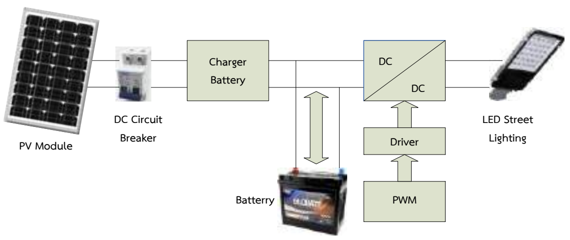
เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic cell : PV) หรือโซล่าเซลล์ (solar cell) เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์โดยตรง ระบบผลิตไฟส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อันได้แก่ แผงโซล่าเซลล์ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และหลอดไฟส่องสว่าง ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ต้องมีการคำนวณค่าเพื่อให้เพียงพอต่ออุปกรณ์ที่ใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวมายังมีขนาด รูปลักษณะและการทำงานที่หลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้งาน ในการออกแบบจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง ประหยัดคุ้มค่า เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบเสาไฟ และการออกแบบระบบส่องสว่าง

2.1 การออกแบบฐาน เสา และโคมไฟ

พื้นซีเมนต์ฐานเสาและเสาไฟถนนจะต้องแข็งแรงทนทานทุกสภาพอากาศ เช่น ลม ฝน แดด และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ทำจากวัสดุที่ไม่ขึ้นสนิม ขนาดของแผ่นเพลตยึดต้นเสาไฟกว้าง X ยาว 30 เซนติเมตร ส่วนต้นเสาทำจากเหล็กกล่องหนาขนาด 4 X 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร เชื่อมเหล็กเสาไฟกับแผ่นเพลต ทาด้วยสีกันสนิมรองพื้นปล่อยให้แห้งทาสีน้ำมันทับอีกรอบ จากนั้นทำการร้อยสายไฟ ติดแผงโซล่าเซลล์ หลอดแอลอีดี และตู้คอนโทรลเพื่อใส่อุปกรณ์ต่างๆ

2.2 การออกแบบระบบไฟส่องสว่าง

การออกแบบวงจรหรือระบบไฟในงานวิจัยนี้ คำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดและเลือกใช้ให้เหมาะสม ไฟส่องสว่างถนนที่นำเสนอสามารถออกแบบได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ระบบไฟส่องสว่างที่นำเสนอ

จากรูปที่ 1 เมื่อแผงโซล่าเซลล์ได้รับแสงแดดจะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าถูกส่งไปชาร์จแบตเตอรี่ โดยมีตัวคอยควบคุมการชาร์จประจุและตัวชาร์จเจอร์จะทำหน้าที่ตัวตัดต่อวงจรเพื่อให้หลอดแสงสว่างในตอนกลางคืนและปิดในตอนกลางวัน

2.3 หลักการคำนวณหาขนาดหรือค่าของอุปกรณ์ต่างๆ

วิธีการคำนวณไฟถนนโซล่าเซลล์ ต้องการติดตั้งไฟถนนระบบโซล่าเซลล์ด้วยหลอดไฟ LED ขนาด 30 วัตต์ 12 โวลท์ เพื่อให้แสงสว่างในเวลากลางคืนเป็นเวลา 10 - 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 18.00 – 05.00 น. และต้องการให้ระบบสามารถจ่ายไฟได้ในวันที่มีอากาศปิด หรือหน้าฝนตกต่อเนื่องได้อย่างน้อย 3 วัน จะต้องออกแบบเลือกใช้แบตเตอรี่ แผงโซล่าเซลล์ และอุปกรณ์อื่นๆ อย่างไรบ้าง

ขั้นตอนที่ 1 สูตรและกฎทางไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการคำนวณ คือ

สูตรของกำลังไฟฟ้า (P)วัตต์ = แรงดัน(V) X กระแส(A)

ขั้นตอนที่ 2 หาความต้องการของระบบ (Demand Load)

- ต้องการให้หลอดไฟ LED ขนาด 30 วัตต์ แสงสว่างเป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง เท่ากับต้องการใช้ไฟ 30 w X 10 h = 300 wh
- ดังนั้นในหนึ่งวันระบบต้องการไฟเท่ากับ 300 wh

ขั้นตอนที่ 3 เลือกชนิดและขนาดแผงโซล่าเซลล์ (Solar Panel)

- ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ แผงโซล่าเซลล์ชนิดที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ใน ระบบไฟถนนโซล่าเซลล์นั้น สามารถใช้ได้ Mono – crystalline silicon
- ขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ในการคำนวณหาขนาดวัตต์ของแผงโซล่าเซลล์ (Wp) คำนวณจากสูตร

$$Wp = \frac{\text{ค่าการใช้พลังงาน}}{\text{Panal Generation Factor}} \qquad (1)$$

โดยที่ Loss ของระบบมีค่าประมาณ 30 % แทนค่าเท่ากับ 1.3

Panel Generation Factor (PGF) ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีค่าแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทยค่าเท่ากับ 3.43

สำหรับประเทศไทยค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รับแสงแดดอยู่ที่ 4 – 6 ชม./ วัน หรือใช้ 6 ชม./วัน ในการคำนวณ

จะใช้แผงโซล่าเซลล์ $Wp = \frac{300\ w}{6\ \text{ชม.}} = 50\ w$

ดังนั้นเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 60 วัตต์

ขั้นตอนที่ 4 เลือกแบตเตอรี่

- ชนิดของแบตเตอรี่ ควรจะเลือกใช้ในระบบนี้ จะเป็นชนิด deep cycle battery เพราะมีความเหมาะสมกับระบบโซล่าเซลล์มากที่สุด ด้านคุณสมบัติการชาร์จไฟ การจ่ายไฟ และอายุการใช้งาน สามารถใช้ได้ที่เป็นแบตเตอรี่น้ำ (wet หรือ flooded lead – acid battery) และแบตเตอรี่แห้ง (sealed battery) ชนิด AGM battery หรือ Gel battery
- ขนาดของแบตเตอรี่ โดยทั่วไปแล้วแบตเตอรี่ deep cycle ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ในระบบไฟควรใช้ขนาดแรงดันแบตเตอรี่เท่ากับ 12 Vdc คำนวณกระแสของแบตเตอรี่ที่ใช้ดังต่อไปนี้

$$Ah = \frac{\text{ค่าพลังงานรวม}}{\text{แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่} \times 0.80} \qquad (2)$$

$$= \frac{300\ w}{12\ v \times 0.80} = 31.25\ A$$

โดยที่ 0.60 คือ เปอร์เซ็นต์การใช้กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ธรรมดา

0.80 คือ เปอร์เซ็นต์การใช้กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ชนิด Deep cycle

ดังนั้นเลือกใช้แบตเตอรี่แรงดัน 12 V กระแส 45 A

ขั้นตอนที่ 5 เลือกเครื่องควบคุมประจุกระแสไฟฟ้า (charge controller)

โซล่าคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญที่จะทำหน้าที่ ควบคุมการประจุไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์แล้วมาเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ในปริมาณที่เหมาะสม จะคอยควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดและป้องกันความเสียหายที่จะเกิดจากการประจุไฟฟ้าในปริมาณที่มากเกินไป

$$\text{ขนาดเครื่องควบคุมประจุ} = \frac{\text{แผงโซล่าเซลล์}}{\text{แรงดันไฟฟ้า}} \quad (3)$$

$$= \frac{60\ \text{W}}{12\ \text{A}} = 5\ \text{A}$$

ดังนั้นเลือกใช้เครื่องควบคุมการชาร์จประจุขนาด 10 A 12 V

3. วิธีการทดลองหาประสิทธิภาพระบบไฟส่องสว่างถนน

การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานไฟส่องสว่างถนนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

3.1 การทดลองหาประสิทธิของแผงโซล่าเซลล์ ในการรับแสงจากดวงอาทิตย์วัดหาค่ากระแส แรงดัน และกำลังวัตต์ที่ได้จากแผงนำมาคำนวณแล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้กับสเปคข้อมูลของแผงโซล่าเซลล์ที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

$$\text{ประสิทธิภาพแรงดันของแผง} = \frac{\text{ค่าจริง} - \text{ค่าทดลอง}}{\text{ค่าจริง}} \times 100\% \quad (4)$$

$$= \frac{22.30\ \text{v} - 21.24\ \text{v}}{22.30\ \text{v}} \times 100$$

$$= 21.24\ \text{v}$$

โดยที่ ค่าจริงดูจากสเปคข้อมูลของแผงโซล่าเซลล์ตารางที่ 1

โดยที่ค่าทดลองได้จากการวัดแรงดันจากแผง 10 วันแล้วหาค่าเฉลี่ยแรงดัน

ตารางที่ 1 สเปคข้อมูลผู้ผลิตของแผงโซล่าเซลล์ได้กำหนดไว้

Model No.	SGM-60 W
1. Maximum power(Pmax)	60 W
2. Voltage at pmax(Vmp)	17.8 V
3. Current at pmax(Imp)	3.37 A
4. Open-circuit voltage(Voc)	22.30 V
5. Short – circuit current(Isc)	3.64 A
6. Cell Efficiency(%)	18.40 %
7. Electrical characteristics	1000VDC (IEC)

3.2 การทดลองหาประสิทธิภาพของหลอด LED ในการส่องสว่างถนนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับตารางค่ามาตราฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะสำหรับถนนสายรองตารางที่ 2 และถนนขนาดกลางตารางที่ 3

ตารางที่ 2 มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะความต้องการแสงสว่างสำหรับไฟถนน

ประเภทถนน	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในแนวระดับต่ำสุด (Lux)
1. ถนนสายหลัก	15
2. ถนนสายรอง	10
3. ทางแยก	22
4. วงเวียนที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร	15

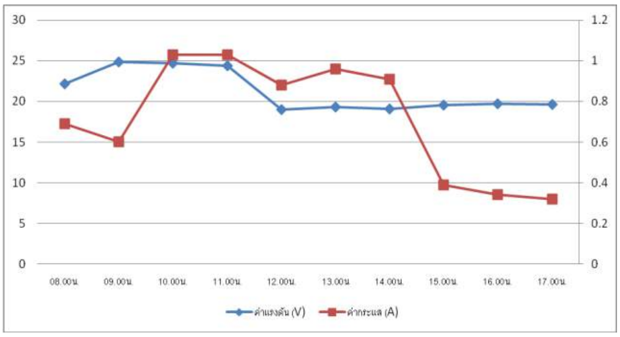
ที่มา: มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ

ตารางที่ 3 มาตรฐานค่าความส่องสว่างของถนนที่ใช้โดยทั่วไปตามมาตรฐาน IES

ขนาดถนน	ในเมือง	ชานเมือง	นอกเมือง
ถนนขนาดใหญ่	21.5	13.0	9.7
ถนนขนาดกลาง	13.0	9.7	6.5
ถนนขนาดเล็ก	9.7	6.5	2.2

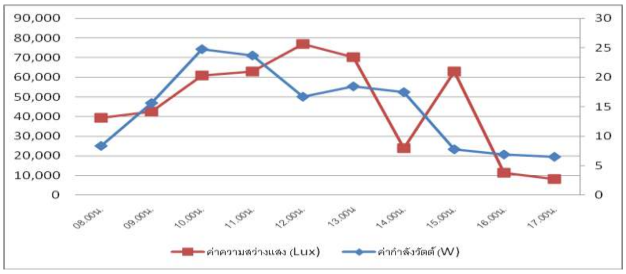
ที่มา: มาตรฐาน IES

4. ผลการทดลอง



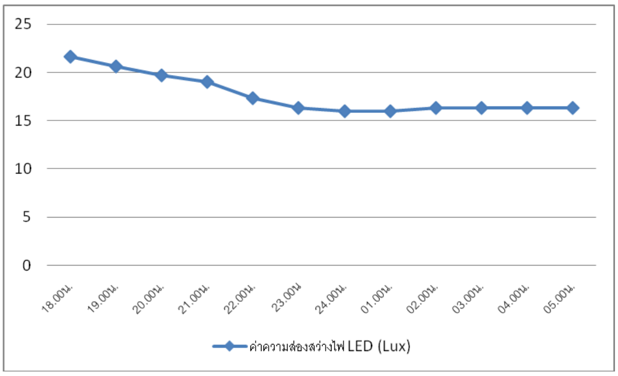
รูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรับแสงอาทิตย์ระหว่างแรงดันเทียบกับกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์

จากรูปที่ 2 ผลจากการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากการรับแสงแดดของแผง จะเห็นว่าเมื่อมีแสงมากค่าแรงดันและค่ากระแสก็จะเพิ่มมากตาม แสงแดดน้อยในช่วงเช้าและเย็นค่าแรงดันและกระแสก็จะลดลงตาม ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 24.74 V และกระแสไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 1.03 A



รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรับแสงแดดระหว่าง กำลังไฟฟ้าเทียบกับค่าความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์

จากรูปที่ 3 ผลจากการวัดแสงแดดและกำลังไฟฟ้าจากการรับแสงแดดของแผง จะเห็นว่าเมื่อมีแสงมากค่ากำลังไฟฟ้าจะเพิ่มมากตามแสงแดดน้อยในช่วงเช้าและเย็นค่ากำลังไฟฟ้าก็จะลดลงตาม ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงแดดสูงสุดอยู่ที่ 76,900 Lux และค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 24.73 W



รูปที่ 4 กราฟค่าเฉลี่ยผลการทดลองวัดแสงส่องสว่างจากหลอด LED

จากรูปที่ 4 ผลจากการวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED ที่เวลา 18.00 – 05.00 น. จะอยู่ที่ 16.00 – 21.66 Lux ซึ่งเมื่อเทียบกับตารางที่ 2 และตารางที่ 3 อยู่ในค่ามาตรฐานการส่องสว่างถนนสายรอง 10 Lux หรือถนนขนาดกลางชานเมืองอยู่ที่ 9.7 Lux แสดงว่าอยู่ในช่วงแสงสว่างที่อยู่ในเกณฑ์

5. สรุป

จากผลการทดลองรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 60 W ที่เวลา 08.00-17.00 น. ในวันที่ 21-30 กันยายน 2560 โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 60 W ผลที่ได้จากการทดลองการใช้งานพบว่า ประสิทธิภาพแรงดันของแผงโซล่าเซลล์ มีค่าเฉลี่ยแรงดัน 21.24 Vdc เทียบกับข้อมูลของแผงโซล่าเซลล์ ตามที่ข้อมูลของผู้ผลิตมีค่าแรงดันใกล้เคียงกันและมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 4.7 % และประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟเฉลี่ย 21.23 Lux ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและเป็นไปตามการออกแบบไว้

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2523) พลังงานแสงอาทิตย์ กรุงเทพ : ชมรมเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2544) พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ (Heat and Electricity from solar Energy) หน้า 95 - 112.

[3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์,มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545,พิมพ์ครั้งที่ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2546.

[4] Metropolitan Electricity Authority, ความต้องการแสงสว่างไฟถนน (Road lighting Requirement) Table 20-1 : ความต้องการแสงสว่างสำหรับไฟถนน (Lighting Requirement For Roadwey) DWG No. RC-020, 17 August 2004

[5] John E. Kaufman (1996) IES Lighting Handbook 4th Edition, Published by the Illuminating Engineeing Society.

[6] Metropolitan Electricity Authority,Lighting Position For Various Type of Roadway Figure 21-13 : Arrangement of Luminaries High-Mast Lighting Technigues A Grade-Separated Junction DWG No. RC-021 , 6 September 2004

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้า

Electrical Energy Management with Solar cell for Electric Golf Car

สายชล ชุดเจือจีน วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ และ สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์
หน่วยวิจัยพลังงานทดแทน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0-2286-3991-5 E-mail: saichol.c@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจัดการพลังงานด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าโดยการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันโดยนำกระแสและแรงดันจะถูกนำมาใช้งานโดยต่อผ่านชาร์จเจอร์เข้ากับแบตเตอรี่ โดยอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 3 เฟส ที่ขนาด 4000 วัตต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์แบบอินดักชั่นที่สามารถใช้งานได้ที่กำลังไฟฟ้า 4000 วัตต์ อินเวอร์เตอร์สามารถปรับกำลังไฟฟ้าตามความเร็วรอบที่ต้องการได้

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ รถกอล์ฟไฟฟ้า

Abstract

This paper presents electrical energy management with solar cell for solar golf car. The voltage from the array will be used to send to charger for charging batteries. The inverter changes dc voltage into three phase ac voltage, supplying 4 kW, which is used for induction motor of solar golf car. The inverter can adjust the power that relationship with the need of variable speed drive.

Keywords: solar energy, inverter, electric golf car

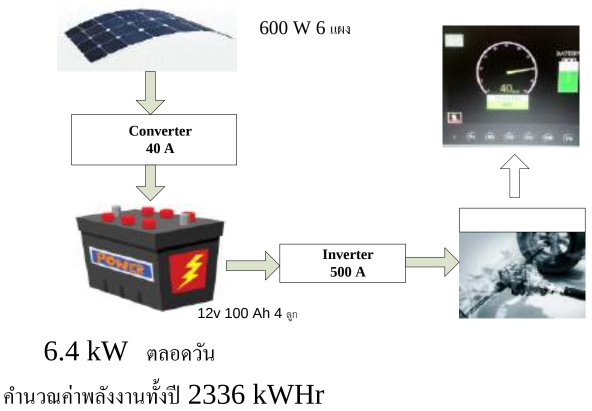
1. บทนำ

เนื่องจากแหล่งพลังงานมีอยู่อย่างจำกัดและความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในชุมชน ภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม [1, 2] ทำให้เกิดความต้องการแหล่งพลังงานที่สามารถมาชดเชยพลังงานที่หมดไป และเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศ และประกอบกับปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมทางน้ำยังเป็นปัญหาใหญ่กังหันบำบัดน้ำเสียจึงถูกนำมาใช้ ซึ่งยังคงใช้พลังงานระบบการไฟฟ้าดังนั้นเพื่อให้เป็นการประหยัดพลังงานจึงควรนำพลังงานสะอาดมาใช้ซึ่งพลังงานที่เหมาะสมที่สุดก็คือพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสตรง แต่เนื่องจากมอเตอร์ขับรถกอล์ฟด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในงานขับเคลื่อน สนามกอล์ฟ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส ดังนี้จึงต้องมีระบบควบคุมการขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสที่ใช้พลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ จำเป็นต้องมีระบบควบคุมการขับหรืออินเวอร์เตอร์เพื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสให้ทำงานแต่มีตัวชาร์จ และแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นอุปกรณ์เก็บพลังงานจากโซล่าเซลล์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบควบคุมการขับมอเตอร์สามเฟสสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าที่รับพลังงานจากแบตเตอรี่ต่อชาร์จพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับรอบอัตราความเร็วที่ต้องการได้ [3-6]

งานวิจัยนี้นำเสนอการจัดการพลังงานด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าโดยการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันโดยนำกระแสและแรงดันจะถูกนำมาใช้งานโดยต่อผ่านชาร์จเจอร์เข้ากับแบตเตอรี่ โดยอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 3 เฟส ที่ขนาด 4000 วัตต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์แบบอินดักชั่นที่สามารถใช้งานได้ที่กำลังไฟฟ้า 4000 วัตต์ อินเวอร์เตอร์สามารถปรับกำลังไฟฟ้าตามความเร็วรอบที่ต้องการได้ เหมาะสมกับรถกอล์ฟไฟฟ้าความเร็วต่ำ

2. ระบบขับเคลื่อนรถกอล์ฟไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบระบบขับเคลื่อนรถกอล์ฟไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้เริ่มจากการคำนวณเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ขับ 3 เฟส ขนาดกำลัง 4000 วัตต์ เลือกเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์อนุกรมกัน 6 แผง ได้กำลังรวม 600 วัตต์ แบตเตอรี่ 100 แอมป์ จำนวน 4 ลูกต่ออนุกรมกันที่แรงดันสำหรับขับเคลื่อน 48 โวลต์ดีซี ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบที่ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอ่อน 100 วัตต์

รูปที่ 3 ชุดชาร์จแบตเตอรี่

โดยคำนวณจากกำลังวัตต์ที่ต้องการใช้งานต่อชั่วโมงที่ 4000 วัตต์ จากการคำนวณจะเพียงพอต่อความต้องการของโหลดใน 1 ชั่วโมงครึ่ง

รูปที่ 4 การติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของชาร์จเจอร์

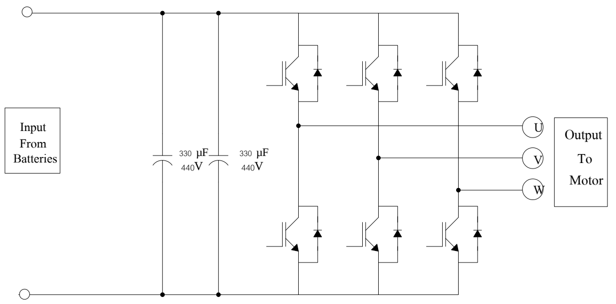
รูปที่ 4 แสปงผลการทดสอบด้วย Solar Simulator ทดสอบที่ 2 โมดูล และแสดงผล 1 โมดูล จำลอง โหมดกระแสไฟฟ้าคงที่ (CC) โหมดกระแสไฟฟ้าคงที่จะเป็นการประจุด้วยกระแสไฟฟ้าขนาด 0.3 เท่าของความจุแบตเตอรี่ จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีค่าสูงถึง 59.2 โวลต์ ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะสั่งการให้เข้าโหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่ ซึ่งในส่วนนี้ แบตเตอรี่จะมีการประจุทั้งสิ้น 80 เปอร์เซ็นต์ของการประจุแบตเตอรี่ทั้งหมดโหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (CV) โหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่จะเป็นการประจุไฟฟ้าต่อเนื่องจากโหมดแรก เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีค่าสูงถึง 59.2 โวลต์ จะทำให้เกิดการลดระดับแรงดันเหลือเพียง 55.2 โวลต์ และทำการประจุแบตเตอรี่ด้วยค่าคงที่ที่ 55.2 โวลต์ ในส่วนนี้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าแบตเตอรี่จะค่อย ๆ มีค่าลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นการประจุแบตเตอรี่ที่เหลืออีก 20 เปอร์เซ็นต์

2.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยวิธี V / f

มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอกและแบบพันขดลวดความเร็วซิงโครนัสสามารถเปลี่ยนได้อย่างต่อเนื่องโดยการเปลี่ยนความถี่ของแหล่งจ่ายโดยใช้วงจรควบคุม จากสมการของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดสเตเตอร์ถ้าต้องการให้ค่าแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงจะต้องทำให้ค่าความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก ϕ_{ag} ที่ความถี่ต่างๆ มีค่าคงที่เท่า กับพิกัดไม่เปลี่ยนแปลง และอีกทั้งยังเป็นการป้องกันไม่ให้วงจรแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัวเมื่อมีการลดความถี่ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ไฟฟ้าเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นโดยสามารถจะ

กระทำได้โดยการทำให้อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่มีค่าคงที่ในช่วงลดความถี่ต่ำกว่าพิกัด แสดงดังสมการ (1)

$$\frac{v}{f} = 4.44 N_{ph} A_c B_m = k_m B_m \quad (1)$$



รูปที่ 5 วงจรกำลังอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส

ส่วนต่าง ๆของระบบการจัดการพลังงานรถกอล์ฟไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. แผงโซล่าเซลล์แบบไฟเบอร์ แบบอ่อนซึ่งสามรถวางบนหลังคารถกอล์ฟไฟฟ้าได้ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงผ่านชาร์จเจอร์ประจุลงแบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์

2. DC Link ทำหน้าที่กรองสัญญาณกระแสไฟฟ้าตรงที่ผ่านทำหน้าที่ในการเก็บสะสมพลังงานในกรณีที่มีการจ่ายกำลังไฟฟ้าคืนจากโหลดสู่แหล่งจ่าย DC Link ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุและสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงเพื่อกรองสัญญาณและเก็บสะสมพลังงานได้มาก และมีตัวต้านทานที่ทำหน้าที่ลดกระแสกระชากของตัวเก็บประจุ เพื่อป้องกันไดโอดของวงจรบริดจ์เสียหาย และก็มีรีเลย์เพื่อลัดวงจรตรงตัวต้านทานหลังจากที่มีการชาร์จประจุของตัวเก็บประจุจนเต็ม (ใช้เวลาประมาณ 10 ms)

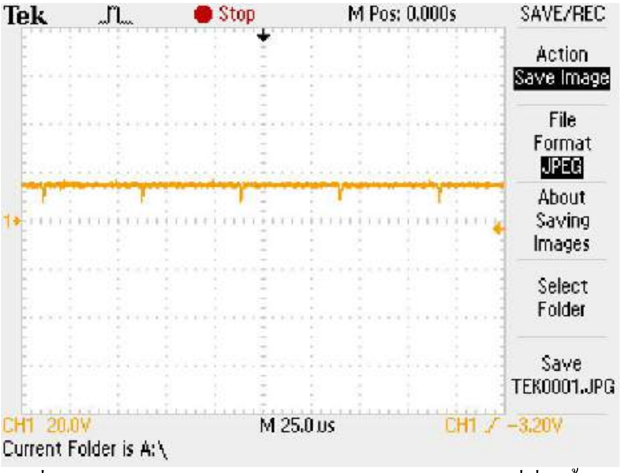
3.วงจรอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบไปด้วยสวิตซ์ 6 ตัวแสดงดังรูปที่ 5

3.ผลการทดลอง

ใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าการชาร์จลงแบตเตอรี่ เพื่อเก็บพลังงานและส่งกระแสไฟฟ้าเข้าที่อินเวอร์เตอร์เพื่อไปขับมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสกระแสสูง ในช่วงความความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าต่าง ๆ แสดงผลรูปคลื่นกระแสขณะชาร์จลงแบตเตอรี่ที่ดิวตี้ไซเคิลต่างๆกัน

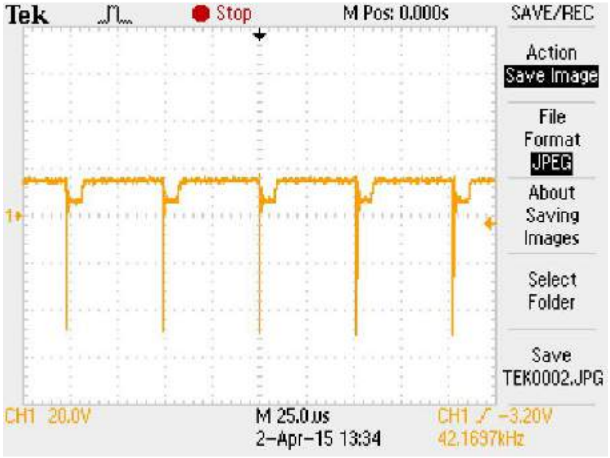
รูปที่ 6 รถกอล์ฟไฟฟ้าที่ออกแบบติดตั้งโซล่าเซลล์ชนิดไฟเบอร์

รถกอล์ฟไฟฟ้า 8 ที่นั่งที่ออกแบบติดตั้งโซล่าเซลล์ชนิดไฟเบอร์พร้อมใช้งานแสดงดังรูปที่ 6 เมื่อประจุแบตเตอรี่เต็มแล้วทำการใช้งานจริงแล้วดูการแสดงผลของชุดแสดงค่าแบตเตอรี่



รูปที่ 7 สัญญาณกระแสของชาร์จเจอร์ขณะชาร์จเข้าแบตเตอรี่ที่ดิวตี้ 100%

รูปคลื่นกระแสขณะชาร์จลงแบตเตอรี่ที่ดิวตี้ไซเคิล 80 และ 100 เปอเซนต์แสดงดังรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 8 สัญญาณกระแสของชาร์จเจอร์ขณะชาร์จเข้าแบตเตอรี่ที่ดิวตี้ 80%

5.สรุป

การจัดการพลังงานระบบขับเคลื่อนรถกอล์ฟไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพสูงสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่เก็บภายในแบตเตอรี่ได้สูงถึง 1 ชั่วโมงครึ่งด้วยความเร็ว/เต็มที่ ไม่เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อินเวอร์เตอร์สามเฟสสามารถปรับความเร็วรอบตามพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า จากผลการทดลองการชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากโวล่าเซลล์จะเห็นได้ว่าสามารถชาร์จกระแสเข้าแบตเตอรี่ได้ขณะรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ รถกอล์ฟสามารถชาร์จผ่านโซล่าเซลล์ขณะวางได้ทำให้รถกอล์ฟวิ่งได้มาขึ้นเมื่อมีแสงแดด การชาร์จจากโซล่าเซลล์ตลอดเวลาทำให้กระแสชาร์จต่ำทำให้แบตเตอรี่ไม่เกิดความร้อนช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

เอกสารอ้างอิง

[1] ภมรชัย อ้นทา, และธนากร หวานเส้ง. 2525. การประดิษฐ์โคมไฟส่องถนนแบบผสมผสานพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://irre.ku.ac.th/project/pdf/255503.pdf (10 เมษายน 2556).

[2] ชาย ชีวะเกต, และชนานัญ บัวเขียว. 2543. การผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก : http://www.eppo.go.th/vrs/VRS49-09-Solar.html (15 เมษายน 2556).

[3] บริษัท ลีโอนิคส์ จำกัด. 2550. เรื่องของพลังงาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php (15 เมษายน 2556).

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป). ไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.cssckmutt.in.th/cssc/cssc_tranning/doc/Operator_CH1toCH5.pdf (26 เมษายน 2556).

[5] ไกรพัฒน์ จีนขจร. 2551. พลังงานหมุนเวียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป). พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.electron.rmutphysics. com/sciTech/pdf/c07_2554_energy.pdf (6 พฤษภาคม 2556).

[7] องอาจ แสดใหม่. 2553. “การออกแบบและวิเคราะห์การติดตั้งระบบโฟโตโวลตาอิกขนาด10 กิโลวัตต์สูงสุดสำหรับปั๊มน้ำพุ 3 เฟสเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายการไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[8] KANHA SOLAR POWER CO.,LTD. (ม.ป.ป). ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.kanhasolar.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539452491&Ntype=4 (11 พฤษภาคม 2556).

[9] บรรจบ สุขประภาภรณ์. (ม.ป.ป). พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบระบบโซล่าเซลล์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ind.cru.in.th/articleind/33.pdf (12 พฤษภาคม 2556).

[10] บริษัท เทคโนโลยีอีควิปเม้น แอนด์ เซอร์วิส จำกัด. (ม.ป.ป). หลักการทำงานของฮีตเตอร์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.aesthailand.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=538894163&Ntype=7 (19 พฤษภาคม 2556).

[11] TUTCO HEATING SOLUTIONSGROUP. 2556. TUBULAR HEATERS. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.tutco.com/conduction_heaters/tubular_heaters/index.php (27 พฤษภาคม 2556).

[12] วัชรินทร์ เคารพ. 2537. เรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877. กรุงเทพฯ : อีทีที.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Chiang khan Thailand

ระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที (IOT)

Crayfish Internet of Things Systems

ชัยปราการ โพธิ์หล้า, ธนิต นาใจดี และศราวุฑ คงลำพันธ์
สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 41000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: saravaut.ko@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดงไอโอที (IOT) ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง เพื่อการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามแดง ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนตัวเครื่องที่ใช้เลี้ยงที่มีระบบกรองและน้ำวนพร้อมชุดให้อาหารอาหารกุ้ง และส่วนของระบบควบคุมโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก ไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เครื่องจะทำงานอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ โดยเครื่องสามารถอุณหภูมิของน้ำ วัดค่า PH ของน้ำ วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศได้ โดยสามารถดูข้อมูลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ผลการทดสอบการทำงานปรากฏว่า เครื่องทำงานตามการตั้งค่าที่ตั้งไว้ การให้อาหารก็ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้ การทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 1.01 การทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 1.43 การทดสอบการวัดค่า pH ของน้ำมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 2.51 ดังนั้นสรุปได้ว่าเครื่องสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงกุ้งได้จริง

Abstract

This project aims to design and produce the Crayfish Internet of Things Systems causing the farming system is facilitated. Moreover, agriculturist has more income. Crayfish Internet of Things Systems consists of the important parts such as the feeder with a water filter and a whirlpool system, and the controller having a microcontroller as a main.

The Node MCU microcontroller performs as a main in order to receive the data from a sensor. The machine will automatically run according to a setting. The water and air temperature, the potential of hydrogen ion (pH) and the humidity can be observed via the internet.

The working's tests indicate that the machine operates according to the presets. The feeder works on time. The average errors of the water and air temperature measurement is about 1.01% and 1.43%, respectively, including 2.52% of the pH measurement error. According to the efficiency testing, this machine can be used to farm the red craw crayfish.

1. บทนำ

ปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจเรื่องการทำเกษตรมากขึ้น เพราะต้องการมีรายได้เพิ่มขึ้น การเกษตรกรรมแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. กสิกรรม หมายถึง การเพาะปลูกพืช เช่น การทำนา การทำสวน การทำไร่ 2. ปศุสัตว์ หมายถึง การประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์บนบก เช่น เลี้ยงวัว เลี้ยงหมู หรือเลี้ยงสัตว์จำพวกสัตว์ปีก 3. การประมง หมายถึง การประกอบอาชีพการเกษตรทางน้ำ เช่น การเลี้ยงสัตว์น้ำ การจับสัตว์น้ำ และ 4. ด้านป่าไม้ หมายถึง การประกอบอาชีพเกี่ยวกับป่า เช่น การปลูกป่าไม้เศรษฐกิจ การนำผลผลิตจากป่ามาแปรรูปให้เกิดประโยชน์ซึ่งเกษตรประเภทการประมงเป็นอีกหนึ่งด้านที่กำลังได้รับความนิยมอย่างยิ่ง เช่น การเลี้ยงกุ้ง กุ้งที่นิยมเลี้ยงนั้นมีหลายชนิด เช่น กุ้งก้ามกราม กุ้งกุลาดำ กุ้งก้ามแดง เป็นต้น กุ้งสายพันธ์ที่กำลังได้รับความนิยมเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นในขณะนี้ ได้แก่ กุ้งก้ามแดง หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กุ้งเครฟิช โดยนิยมเรียกว่า กุ้งล็อปเตอร์ นับเป็นกุ้งที่ถือว่าเป็นอาหารรสเลิศที่ทั่วโลกรู้จักกันเป็นอย่างดี และมีการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจกันในหลายประเทศทั่วโลก
(สำนักงานประมงจังหวัดนครปฐม. 2554)

กุ้งก้ามแดงหรือกุ้งเครย์ฟิช(Crayfish)มีถิ่นกำเนิดที่ออสเตรเลีย ขนาดโตเต็มที่ 12 นิ้วอายุเฉลี่ย 4 ปีในธรรมชาติถ้าเลี้ยงใส่ตู้กระจกอยู่ได้ 2-3 ปีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยง 25-28 องศาถือว่าอากาศและอุณหภูมิในบ้านเรากำลังดี กุ้งก้ามแดงเป็นกุ้งชนิดแรกที่ถูกนำเข้ามาในประเทศไทยโดย พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งทรงทดลองเลี้ยงเพื่อเป็นอาหาร เพราะเป็นกุ้งที่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างเร็วและมีขนาดใหญ่ ลักษณะเด่นคือ มีขนาดใหญ่และสีของกุ้งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดแต่สีที่พบมากที่สุดคือสีเขียว สีน้ำตาลและสีน้ำเงิน ซึ่งคนไทยจะเรียกว่า บลูล็อปเตอร์ บางที่ก็เลี้ยงไว้เพื่อความสวยงามแล้วนำจำหน่ายได้ในราคาสูง กุ้งชนิดนี้มีจุดเด่นอีกอย่างคือ แถบข้างของก้ามจะมีสีแดง และ สีส้ม เป็น

เอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งแถบสีเหล่านี้ จะพบกับกุ้งเพศผู้เท่านั้น ส่วนเพศเมียจะไม่มีแถบสี กุ้งชนิดนี้เลี้ยงง่ายปรับตัวได้ไวและภูมิต้านทานโรคสูง ปัจจุบันเกษตรกรนำมาเลี้ยงเป็นกุ้งเนื้อ และเป็นที่ต้องการของตลาด กุ้งก้ามแดงสามารถเลี้ยงได้หลากหลายพื้นที่ไม่ว่าจะเป็น บ่อดิน ในนาข้าว ในบ่อปูน บ่อพลาสติก ในตู้ปลาถังพลาสติกหรือแม้กระทั่งในขวดน้ำพลาสติก (พรเทพ กลิ่นพยอม. 2558.)

จากที่ได้ทำการศึกษาพบว่ากุ้งก้ามแดงสามารถเลี้ยงได้หลากหลายพื้นที่ไม่ว่าจะเป็น บ่อดิน ในนาข้าว ในบ่อปูน บ่อพลาสติก ในตู้ปลาถังพลาสติกหรือแม้กระทั่งในขวดน้ำพลาสติก ปัจจุบันกิจการการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ขนาดเล็กนิยมเลี้ยงเป็นคอนโด เพื่อประหยัดพื้นที่ในการเลี้ยง แต่มีปัญหาที่ตามมาคือ ซึ่งใช้เวลาให้อาหารนานเพราะมีหลายกล่อง และการให้อาหารกุ้งก้ามแดงจะให้อาหารมื้อเดียวช่วง 6 โมงเย็นต้องกำหนดเวลาแน่นอน การให้อาหารในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดปัญหาตามมา เช่น ให้อาหารมากไปน้ำก็จะเน่าเสียเป็นสาเหตุทำให้กุ้งตาย ถ้าให้อาหารในปริมาณน้อยไปกุ้งก็จะเจริญเติบโตช้าเป็นต้น และอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหากุ้งกามแดงตายได้เช่นกัน (จาก นายอำนาจ ยาสา. ม.ป.ป.)

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที (IOT) ให้สะดวกสบายแก่เกษตรกรผู้เลี้ยง และเพื่อช่วยแก้ไขเรื่องการบริหารจัดการ การให้อาหาร ได้ง่ายขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

รูปที่ 1 กุ้งก้ามแดง หรือกุ้งเครฟิช

กุ้งก้ามแดง หรือกุ้งเครฟิช มีถิ่นกำเนิดที่ ออสเตรเลีย ขนาดโตเต็มที่ 12 นิ้วอายุเฉลี่ย 4 ปี ในธรรมชาติ ถ้าเลี้ยงใส่ตู้กระจก อยู่ได้ 2-3 ปี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยง 25-28 องศา ถือว่าอากาศและอุณหภูมิในประเทศไทยกำลังดี กุ้งก้ามแดงเป็นกุ้งชนิดแรกที่ถูกนำเข้ามาในประเทศโดยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งทรงทดลองเลี้ยงเพื่อประกอบอาหาร เพราะเป็นกุ้งที่มีการเจริญเติบโตเร็วและขนาดใหญ่ ลักษณะเด่นคือ มีขนาดใหญ่และสีของกุ้งมีการเปลี่ยนแปลงตลอด แต่สีที่พบมากที่สุดคือสีเขียว สีน้ำตาล และสีน้ำเงิน ซึ่งคนไทยจะเรียกว่า บลู ล็อปเตอร์ บางครั้งอาจเลี้ยงไว้เพื่อความสวยงามแล้วนำไปจำหน่ายได้ในราคาสูง

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด NodeMCU

NodeMCU V2 ปรับปรุงจาก NodeMCU เวอร์ชันเดิมโดยใช้ ESP8266-12E ซึ่งมีขา GPIO PWM I2C 1-Wire ADC และ SPI เพิ่มเข้ามามีเสาอากาศในตัวบอร์ดกว้าง 3CM ใช้ชิฟ USB เบอร์ CH340 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรมสามารถลง Firmware NodeMCU และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau หรือ Arduino ได้

รูปที่ 2 บอร์ด NodeMCU V2

NodeMCU เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino ตรงที่ตัวมันมีขนาดเล็กกว่ามีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่าและสามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ บนบอร์ดรุ่นนี้ใช้ ESP8266 12e มีพื้นที่หน่วยความจำรอมสูงถึง 4MB เพียงพอสำหรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อมๆ ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลโค้ดโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วเหมาะมากสำหรับงาน SmartHome และIoT

2.3 DHT22 / AM2302 Temperature & Relative Humidity Sensor

อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบแอนะล็อก เป็นต้น

รูปที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานของ DHT22

2.4 DS18B20 IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

DS18B20 เป็น IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ของ Dallas Semiconductor สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง -55C ถึง 125C ที่ความละเอียด 9-12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5C ในช่วง -10C ถึง 85C ในกรณีที่เป็นตัวถังแบบ TO-92 นั้นจะมีโครงสร้าง และขาดังแสดงในรูปที่ 4

PIN	SYMBOL	Description
1	GND	Ground
2	DQ	Data Input/ Output pin
3	Vdd	Optional Vdd pin

รูปที่ 4 โครงสร้าง และขาของ DS18B20 ตัวถังแบบ TO-92

2.5 Internet of Things

สำหรับนิยามของ Internet of Things (IoT) หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักร ในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น หากวันนั้นมาถึงอย่างเต็มรูปแบบ จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และมีความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้

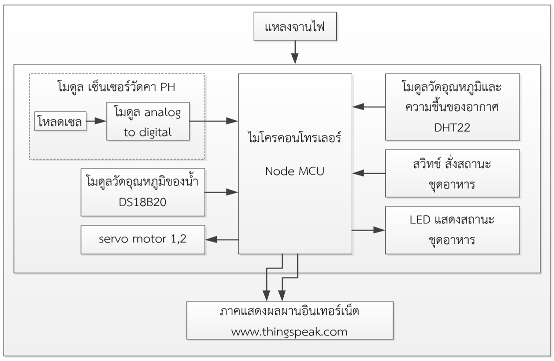
2.6 การดำเนินงาน

ออกแบบและสร้างระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที (IOT)

การดำเนินการออกแบบและสร้างระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที(IOT) ดำเนินการโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ศึกษาตามหัวข้อในบทที่ 2 และดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งผลจากการดำเนินงานดังกล่าว ทำให้ได้ระบบเลี้ยงกุ้งกามแดง ไอโอที ที่ประกอบด้วยส่วนของโครงสร้าง ได้แก่ ส่วนตัวเครื่องที่ใช้เลี้ยงที่มีระบบกรองและน้ำวนพร้อมชุดให้อาหารอาหารกุ้ง และส่วนของระบบควบคุมโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลัก ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 ระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที(IOT)

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวสำคัญในการทำงานของเครื่องและจะมีส่วนประกอบต่างๆ ทางด้านอินพุท ประกอบด้วย 1.โมดูลเซ็นเซอร์วัดค่าPH 2.โมดูลวัดอุณหภูมิของน้ำ DS18B20 3.โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ DHT22 4. สวิทช์สั่งสถานะชุดอาหาร ทางด้านเอาท์พุทประกอบด้วย 1. LED แสดงสถานะชุดอาหาร 2.เซอร์โวมอเตอร์ 3. ภาคแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต www.thingspeak.com จากรูปที่ 5 เป็นการออกแบบวงจรสำคัญๆ ซึ่งสามารถแสดงวงจรที่สำคัญ และสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุม

3. การทดลองเพื่อเก็บผล

เมื่อทำการออกแบบและสร้างระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที เสร็จสิ้นลง ในลำดับถัดไปจะเป็นการทดสอบการทำงานเพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 1 ทดสอบปริมาณการให้อาหาร

ครั้งที่	Food_1	Food_2
1	0.20	0.45
2	0.19	0.40
3	0.22	0.39
4	0.18	0.42
5	0.24	0.39
6	0.25	0.36
7	0.20	0.44
8	0.23	0.50
9	0.22	0.48
10	0.19	0.41

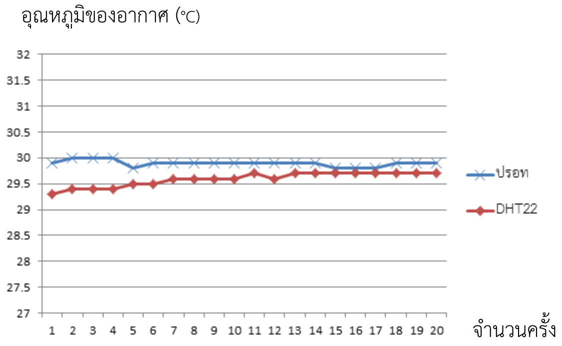
จากตารางที่ 1 ชุดให้อาหารมีกรวยที่มีรูให้อาหารที่มีขนาดผ่านศูนย์ 7 มิลลิเมตร ใช้เวลาเปิด-ปิด 150 มิลลิวินาที/ครั้ง

Food_1 ให้อาหารค่าสูงที่สุดที่ 0.25 กรัม/ครั้ง และค่าน้อยที่สุดที่ 0.18 กรัม/ครั้ง ค่าเฉลี่ยอาหารที่ออกมาอยู่ที่ 0.21 กรัม/ครั้ง

Food_2 ให้อาหารค่าสูงที่สุดที่ 0.50 กรัม/ครั้ง และค่าน้อยที่สุดที่ 0.36 กรัม/ครั้ง ค่าเฉลี่ยอาหารที่ออกมาอยู่ที่ 0.42 กรัม/ครั้ง

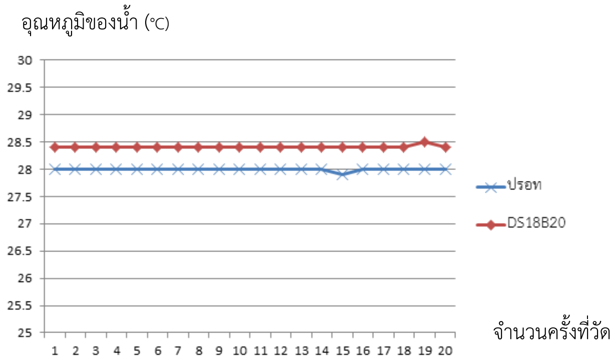
โดยที่ กุ้งก้ามแดงขนาด 2-3 นิ้ว จะกินอาหารประมาณ 0.18-0.25 กรัม/ตัว

กุ้งก้ามแดงขนาด 4-5 นิ้ว จะกินอาหารประมาณ 0.36-0.50 กรัม/ตัว



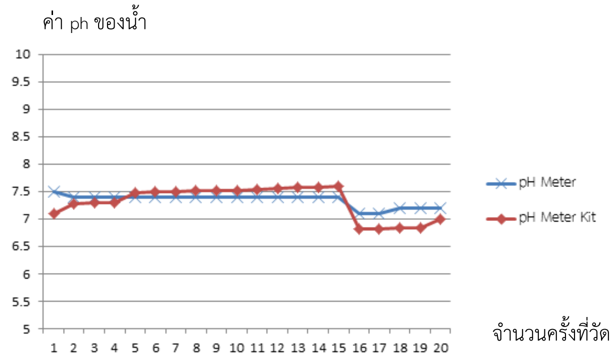
รูปที่ 7 กราฟแสดงการทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศ

จากรูปที่ 7 จะแสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดของ DHT22 กับปรอทมีความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 2% และค่าผิดพลาดที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 0.66% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 1.01% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกิดจากค่าความผิดพลาดของ DHT22 ที่มีต่อปรอท



รูปที่ 8 กราฟแสดงการทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ

จากรูปที่ 8 จะแสดงให้เห็นว่า ค่าความผิดพลาดของ DS18B20 กับปรอทมีความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 1.8% และค่าผิดพลาดที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 1.4% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 1.43% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกิดจากค่าความผิดพลาดของ DS18B20 ที่มีต่อปรอท



รูปที่ 9 กราฟแสดงการทดสอบการวัดค่า pH ของน้ำ

จากรูปที่ 9 จะแสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดของ pH Meter Kit กับ pH Meter Kit มีความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 5.3% และค่าผิดพลาดที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 1.0% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.51% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกิดจากค่าความผิดพลาดของ pH Meter Kit ที่มีต่อ pH Meter

4. สรุปผล

ระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดงไอโอที มีระบบควบคุมโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานโดยรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เครื่องจะทำงานอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ โดยเครื่องสามารถอุณหภูมิของน้ำ วัดค่า PH ของน้ำ วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศได้ โดยสามารถดูข้อมูลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตได้

ผลการทดสอบการทำงานตัวเครื่องระบบเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ไอโอที โดย ใช้ระยะเวลาทดสอบ 15 วัน เครื่องทำงานตามการตั้งค่าที่ตั้งไว้ การให้อาหารก็ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้ การทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 1.01 การทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 1.43 การทดสอบการวัดค่า pH ของน้ำมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมร้อยละ 2.51

เอกสารอ้างอิง

[1] พรเทพ กลิ่นพยอม. (2558,ตุลาคม-ธันวาคม). เรามาทำความรู้จักกุ้งก้ามแดงสัตว์เศรษฐ์ตัวใหม่กันเถอะ. จุลสารนวัตกรรม.

[2] รชยา กิ้มนวล และคณะ. (2559). ค่า pH ของสารละลาย. เข้าถึงได้จาก : https://sites.google.com/site/acidsbase/krd-bes/kha-ph-khxng-sarlalay (วันที่เข้าค้นข้อมูล: 5 มิถุนายน 2560).

[3] สำนักงานประมงจังหวัดนครปฐม. (2554,กุมภาพันธ์). เครย์ฟิช (Crayfish). ข่าว-ประชาสัมพันธ์.

[4] อภิชาติ ศรีสะอาด. (2558). กุ้งก้ามแดงเครย์ฟิช แบบอย่าง...และวิธีการเพาะเลี้ยง. กรุงเทพมหานคร:อภิชาติ ศรีสะอาด บรรณาธิการ และคณะ.

[5] อภิชาติ ศรีสะอาด. (2558). แนวทางการแก้ปัญหา การเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 5 ภาค เล่ม 2 ฉบับปลอดโรค..ปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร: อภิชาติ ศรีสะอาด บรรณาธิการ และคณะ.

[6] Amorn Thedsakhulwong. (2559). การตรวจวัดอุณหภูมิด้วยไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820.เข้าถึงได้จาก : https://ieasydiy.blogspot.com/2015/05/ds1820.html (วันที่เข้าค้นข้อมูล: 5 มิถุนายน 2560).

[7] First Published.(2556). DHT22 / AM2302 Temperature & Relative Humidity Sensor.เข้าถึงได้จาก : http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=dht22_am2302 (วันที่เข้าค้นข้อมูล: 5 มิถุนายน 2560).

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบใช้มือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก

The Neurostimulator hand touch machine for Autistic Disorder

นายธงชัย ลำน้ำเที่ยง[1] และ ศราวุฑ คงลำพันธ์[2]
[1,2] สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 41000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: saravaut.ko@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบใช้มือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก ประกอบไปด้วยการทำงานหลัก ได้แก่ ภาคจ่ายไฟ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไออาร์เซนเซอร์ และชุดโมดูลเอ็มพี 3 โดยเครื่องที่สร้างขึ้นใช้เพื่อกระตุ้นในประสาทสัมผัสทั้ง 3 ได้แก่ การใช้มือสัมผัส การได้ยินเสียง และด้านการมองเห็น จะช่วยให้ผู้พิการออทิสติกได้เกิดการเรียนรู้อีกแบบหนึ่ง
ผลจากแบบประเมินความสามารถในการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก โดยใช้กับเด็กผู้พิการออทิสติกจำนวน 20 คน ก่อนการใช้เครื่องด้านพฤติกรรม ด้านการสั่งงานมือและนิ้ว ด้านทักษะในการใช้ชีวิตประจำวันอยู่ในระดับเกณฑ์น้อย และหลังการใช้เครื่องแล้วอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

Abstract

This project aims to build the Neurostimulator hand touch machine for Autistic Disorder.

This machine includes IR Sensor Microcontroller and MP3 Module. It was invented to stimulate three nervous systems including contingence, audition, and visualization, which may help patients with autism spectrum disorders learning improvement.

There were 20 participants in this study. The purpose was to measure patients' behavior, the ability of hands and fingers activation, and their daily activities before and after using Autistic Contingence Neurostimulator, which the pre-test seem to be low. After using this machine, patients ability have been improved significantly..

Keywords: Neurostimulator hand touch, Autistic

1. บทนำ

จาก ข้อมูลของเด็กออทิสติกจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (คณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2553) พบว่าจากจำนวนประชากรของประเทศไทยจำนวน 62 ล้านคนมีประชากรกลุ่มออทิสติกประมาณ 6 ใน 1000 หรือร้อยละ 0.6 ของประชากรทั้งหมดหรือประมาณ 372,000

ในทศวรรษที่ผ่านมีผู้คิดนวัตกรรมที่ช่วยเหลือผู้พิการออทิสติกได้นำเสนอเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์(E-Book) (พรรณพิมล,2554) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการปรับพฤติกรรมของเด็กออทิสติก แต่ยังมีข้อเสียที่เหมาะแค่สำหรับเด็กอายุ 3 ขวบขึ้นไป อย่างไรก็ตามยังมีผู้ใช้ดนตรีในการบำบัดกับเด็กออทิสติก (นอร์ดอฟฟ์ รอบบินส์ และ ณรุทธ์ ,2535)โดยจะนำกลองเพื่อบรรเลงดนตรีให้เข้ากับจังหวะกลองที่เด็กตีคลื่นเสียง ที่เด็กได้เรียนรู้จะค่อยๆ ซึมซับให้เด็กเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมาเป็นด้านบวกมากขึ้น แต่ยังมีข้อเสียที่ใช้ความอดทนสูงมากในระยะเริ่มต้นเพราะเด็กยังไม่คุ้นชิน ทั้งยังมีการรักษาของแพทย์อีกวิธีหนึ่งคือการรักษาแบบ Hyperbaric หรือHBO (ปาริฉัตร สุดาพร, 2556) เป็นการให้ผู้ป่วยหายใจรับออกซิเจนบริสุทธิ์ร้อยละ 100 ภายใต้สภาพความกดบรรยากาศสูง แต่ยังมีข้อเสียด้านค่ารักษาแต่ละครั้งที่จะเสียไป 1 ชั่วโมงต่อ 900 บาทควรทำ 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ ในช่วง 40 ครั้งแรก และยังมีผู้คิดค้นซอฟแวร์สำหรับโปรแกรม แท็บเล็ต สำหรับเด็กพิเศษหรือเด็กออทิสติก สามารถช่วยในการฝึกเด็กออทิสติกได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นเครื่องที่ใช้ง่ายมากกว่าคีย์บอร์ด และจอคอมพิวเตอร์ แต่ข้อเสียคือเรื่องความเปราะบางของเครื่อง แท็บเล็ต

จากข้อเสียดังกล่าวผู้ดำเนินโครงการเล็งเห็นความสำคัญของเครื่องมือที่จะนำมาช่วยเหลือในการเรียนการสอนของเด็กออทิสติก ผู้ดำเนินโครงการจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติกขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เปรียบเทียบภาษาซี กับ Arduino

โปรแกรมภาษาของ Arduino จะใช้ภาษาซี C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-เล็กน้อย เพื่อลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียน

โปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ (ANSI-C) โดยตรง โดยประวัติความเป็นมาของภาษาซีนั้น ถูกบันทึกไว้ว่า

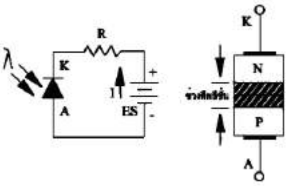
(C Programming Language) นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1970 โดย Dennis Ritchie แห่ง Bell Laboratories

อาร์ดูโน เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

รูปที่ 2.1 บอร์ดอาร์ดูโน (ที่มา http://elec-robo.webiz.co.th/products)

2.2 โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโต้ไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟาเรด (IR Photo Diode) ในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโต้ไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ



รูปที่ 2.2 ลักษณะไบอัสกลับของโฟโต้ไดโอด(Photo Diode)

(http://www.winboardgroup.com/book/)

2.3 ดนตรีบำบัดในเด็กพิเศษ (Music Therapy in Special Children)

ดนตรีบำบัดสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเด็กพิเศษได้ง่าย เนื่องจากมีลูกเล่นในการใช้ได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่ต้องการในการบำบัด และเด็กกลุ่มเป้าหมายที่นำมาบำบัดเด็กบางคนยังพูดไม่ได้ แต่สามารถฮัมเพลง หรือร้องเพลงได้ตามที่เคยได้ยินมา จึงมีการนำดนตรีบำบัดมาช่วยเสริมในการกระตุ้นการพูดและการสื่อสารได้ และยังสามารถสอนให้เด็กเรียนรู้คำนาม กริยา หรือวลี ผ่านบทเพลงสั้นๆ ทำท่าทาง หรือมีอุปกรณ์ประกอบได้อีกด้วย

2.4 ระบบประสาท 3 ระบบพื้นฐาน

การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการรับข้อมูลความรู้สึกให้กับเด็กออทิสติกนั้น จะใช้ การฝึกผ่านกิจกรรมการกระตุ้น ระบบประสาท 3 ระบบพื้นฐาน ดังนี้

1. การกระตุ้นระบบประสาททรงตัวและการเคลื่อนไหว (Vestibular) ได้แก่ การทรงตัว การทรงท่า การเคลื่อนไหวแบบราบเรียบและในทิศทางต่างๆ ส่งผลให้มีสมาธิในการทำกิจกรรมการมองตามงาน กิจกรรมที่ให้กับเด็ก เช่น กิจกรรมการกระโดดแทมโพลีน การโยกบอล การนั่งชิงช้า การกลิ้งตัว เป็นต้น

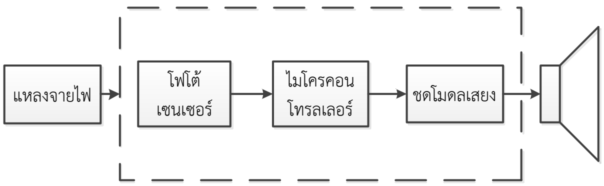
2. การกระตุ้นระบบประสาทสัมผัส (Tactile) ได้แก่ การกระตุ้นระบบการรับรู้ทางการสัมผัสต่างๆ ประกอบด้วยการกด การเจ็บปวด การรับรู้อุณหภูมิ ร้อน – เย็น ส่งผลให้เด็กมีภาวะความมั่นคงทางอารมณ์ การมีปฏิสัมพันธ์กิจกรรมที่ให้กับเด็ก เช่น กิจกรรมอ่างบอล การสัมผัสพื้นผิวต่างๆ การกลิ้งตัวบนพรม เป็นต้น

3. การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อเอ็นและข้อต่อ (Proprioceptive) ได้แก่ การกระตุ้นการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อต่างๆ จะส่งผลถึงการเคลื่อนไหวสหสัมพันธ์ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ราบเรียบมีประสิทธิภาพ เช่น การให้ทำกิจกรรมการยกของหนัก การลาก ดึงผลักของที่มีน้ำหนักมาก การโหน การปีนป่าย การกระโดด เป็นต้น

3. การดำเนินงาน

ศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับโปรแกรม AVR IC ATMEGA328P-PU การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลAVR และข้อมูลของผู้พิการออทิสติก การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 3 ของร่างกายในการรับรู้สิ่งต่างๆ และโปรแกรมออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อออกแบบวงจรพร้อมลายวงจรและศึกษาการเขียนโปรแกรมอาร์ดูโน ซึ่งใช้เป็นตัวเขียนข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ เสนอข้อมูลกับที่ปรึกษา เพื่อปรึกษาถึงความเหมาะระหว่างชื่อหัวข้อปริญญานิพนธ์กับลักษณะการนำไปใช้งาน เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน หากไม่มีความเหมาะสมจะต้องทำการแก้ไข เพื่อให้เกิดความถูกต้อง

การออกแบบและสร้างเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติกบล็อกไดอะแกรมของเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก ที่ออกแบบประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

ครั้งที่ \ บล็อกที่	1	2	3	4	5	6
1	0.316	0.294	0.301	0.304	0.301	0.332
2	0.312	0.300	0.311	0.302	0.317	0.326
3	0.320	0.310	0.312	0.321	0.323	0.329
4	0.318	0.298	0.312	0.312	0.326	0.332
5	0.316	0.311	0.305	0.325	0.325	0.326
6	0.318	0.312	0.310	0.301	0.298	0.335
7	0.320	0.300	0.309	0.302	0.315	0.328
8	0.321	0.305	0.313	0.305	0.319	0.325
9	0.316	0.293	0.313	0.318	0.327	0.334
10	0.315	0.311	0.310	0.315	0.324	0.331
ผลรวมค่าเฉลี่ย	0.3172	0.3034	0.3096	0.3105	0.3175	0.3298
ผลรวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.32					

4. การทดลองเพื่อเก็บผล

4.1 ทดลองบล็อกเรซิ่นจำนวน 6 บล็อก โดยมีเซนเซอร์อยู่ 5 จุด ในแต่ละบล็อก

ตารางที่ 4.1 ทดลองเซนเซอร์ในแต่ละบล็อกทดลองโดยให้ผู้พิการออทิสติกใช้มือสัมผัสกับบล็อก ในแต่ละบล็อกมีวัตถุที่ มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

สัมผัสเซนเซอร์	บล็อกที่ 1	บล็อกที่ 2	บล็อกที่ 3	บล็อกที่ 4	บล็อกที่ 5	บล็อกที่ 6
	✓/ ×	✓/ ×	✓/ ×	✓/ ×	✓/ ×	✓/ ×
ครั้งที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ครั้งที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ครั้งที่ 3	✓	✓	✓	×	✓	✓
ครั้งที่ 4	✓	✓	✓	✓	✓	×
ครั้งที่ 5	✓	✓	✓	✓	×	✓
ครั้งที่ 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ครั้งที่ 7	✓	×	✓	✓	✓	✓
ครั้งที่ 8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ครั้งที่ 9	✓	✓	✓	×	✓	✓
ครั้งที่ 10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
รวมทำงานได้/ครั้ง	10	9	10	8	9	9

หมายเหตุ ✓ คือ เซนเซอร์ทำงานเมื่อมีการสัมผัส × คือ เซนเซอร์ไม่ทำงานเมื่อมีการสัมผัส

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเซนเซอร์ ตั้งแต่บล็อกที่ 1-6 ทำการทดลองด้วยกันบล็อกละ 10 ครั้ง บล็อกที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 100 บล็อกที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 90 บล็อกที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 100 บล็อกที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 80 บล็อกที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 90 และ บล็อกที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 90 มีบางครั้งที่ไม่ได้เพราะว่า ระยะห่างของวัตถุที่ไปสัมผัสกับเซนเซอร์อยู่ไกลกับเซนเซอร์ทำให้เซนเซอร์ไม่ทำงาน

4.2 ทดลองด้านการแสดงผลของเครื่องกระตุ้นระบบประสาทโดยใช้มือสัมผัส

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการวัดกระแสไฟฟ้า ของเซนเซอร์ของแต่ละบล็อก หน่วยเป็น แอมแปร์

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรเซนเซอร์ โดยทำการวัดของแต่ละบล็อก 10 ครั้งและค่าเฉลี่ยของเซนเซอร์ บล็อกที่ 1 ผลรวมเฉลี่ย 0.3172 แอมแปร์ บล็อกที่ 2 เท่ากับ 0.3034 แอมแปร์ บล็อกที่ 3 เท่ากับ 0.3096 แอมแปร์ บล็อกที่ 4 เท่ากับ 0.3105 แอมแปร์ บล็อกที่ 5 เท่ากับ 0.3175 แอมแปร์ และ บล็อกที่ 6 เท่ากับ 0.3298 แอมแปร์ ดังนั้นจากผลการเฉลี่ยในแต่ละชุด และผลรวมเฉลี่ยทั้งหมดคือเป็น 0.32 แอมแปร์ ค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน 3 แอมแปร์ โดยค่าผิดพลาดไม่เกิน ±1%

ที่	รายการที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
1	**ด้านพฤติกรรม**		
	การชี้นิ้วบอกสิ่งที่ต้องการ	4.35	มาก
	เขียนข้อความ	3.75	มาก
	ระบายสี	4.3	มาก
2	**ด้านการสั่งงานมือและนิ้ว**		
	กำมือและแบมือ	4.25	มาก
	แสดงนิ้วตามคำสั่ง	4.3	มาก
	หยิบดินสอหรือปากกา	4.15	มาก
3	**ด้านทักษะในการใช้ชีวิตประจำวัน**		
	ยกแก้วแก้วน้ำดื่ม	4.05	มาก
	แปรงฟัน	3.8	มาก
	รับประทานอาหาร	4.1	มาก
	เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.12**	**มาก**

ตารางที่ 4.3 ผลรวมของแบบประเมินความสามารถในการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก จำนวน 20 คน (ก่อนการใช้เครื่อง)

ที่	รายการที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
1	**ด้านพฤติกรรม**		
	การชี้นิ้วบอกสิ่งที่ต้องการ	2	น้อย
	เขียนข้อความ	2.1	น้อย
	ระบายสี	2.5	น้อย
2	**ด้านการสั่งงานมือและนิ้ว**		
	กำมือและแบมือ	2.35	น้อย
	แสดงนิ้วตามคำสั่ง	2.2	น้อย
	หยิบดินสอหรือปากกา	2	น้อย
3	**ด้านทักษะในการใช้ชีวิตประจำวัน**		
	ยกแก้วแก้วน้ำดื่ม	2.05	น้อย
	แปรงฟัน	2.2	น้อย
	รับประทานอาหาร	2.3	น้อย
	เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**2.19**	**น้อย**

ตารางที่ 4.4 ผลรวมของแบบประเมินความสามารถในการใช้เครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบมือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก จำนวน 20 คน (หลังการใช้เครื่อง)

ผลการประเมินผลจาก ตารางที่ 4.3 กับตารางที่ 4.4 สังเกตได้ว่าพฤติกรรมในแต่ละด้านของการทดสอบก่อนใช้เครื่องและหลังจากใช้เครื่องมีความแตกต่างกัน จากเกณฑ์การประเมินว่าเมื่อหลังจากใช้เครื่องแล้วเกณฑ์อยู่ในระดับมาก

5. สรุปผล

งานวิจัยเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบใช้มือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้กระตุ้นในประสาทสัมผัสทั้ง 3 คือ การใช้มือสัมผัส การได้ยินเสียง และด้านการมองเห็น ซึ่งเครื่องกระตุ้นระบบประสาทแบบใช้มือสัมผัสสำหรับผู้พิการออทิสติก จะช่วยให้ผู้พิการออทิสติกได้เกิดการเรียนรู้อีกแบบหนึ่ง สามารถใช้งานได้ คือ ใช้ไปมือสัมผัสที่บล็อกโดยในแต่ละบล็อกจะมีการแสดงผลที่แตกต่างกัน คือ บล็อกที่ 1 เป็นเสียงไก่ ไฟติดสีน้ำเงิน บล็อกที่ 2 เป็นเสียงสุนัข ไฟติดสีแดง บล็อกที่ 3 เป็นเสียงเป็ด ไฟติดสีเขียว บล็อกที่ 4 เป็นเสียงช้าง ไฟติดสีขาว บล็อกที่ 5 เป็นเสียงวัว ไฟติดสีส้ม บล็อกที่ 6 เป็นเสียงแมว ไฟติดสีขาว ครูผู้คุมสามารถเปลี่ยนเสียงได้ตามต้องการ ผลจากการทดลองจาการทดลองใช้งานได้จริง และผลรวมค่าเฉลี่ยทุกด้านจากการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] การใช้โปรแกรมบอร์ดอาร์ดูโน (Arduino) รุ่น ATmega328 และชุดโหลดพื้นฐาน. เข้าถึงได้จาก: http://www.arduino.cc/ (6 สิงหาคม 2556).รัตนสุดา ไชยเชษฐ์,การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น : การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ.(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www2.nkc.kku.ac.th/rattanasuda.c/subject/water.ppt.(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556)

[2] บริษัทโปรโทรนิกส์ อินเตอร์เทรด,ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ Dissolved Oxygen Meter DO Meter. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จากhttp://www.protronics.co.th/Dissolved-Oxygen-Meter-DO-Meterเครื่องวัดออกซิเจน-เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน.html.(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556)การแข็งตัวของเรซิ่น. เข้าถึงได้จาก: http://www.muikwang.com/images/column_1337914354/polyesterresin.pdf/ (6 สิงหาคม 2556).

[3] เนคเทค,กล่องสมองกลอัจฉริยะ เตือนภัยน้ำป่า-ดินโคลนถล่ม 2555. มติชน 26 กรกฎาคม 2555 ปีที่ 35 ฉบับที่ 12556 หน้า 21M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega128 ด้วยโปรแกรมภาษา C กับซอฟต์แวร์ Wiring. เข้าถึงได้ จาก: http://www.chulabook.com/description.asp?barcode=9786119005907/ (6 สิงหาคม 2556).

[4] ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. การบำบัดทางเลือก ในเด็กพิเศษ. เข้าถึงได้จาก: http://www.happyhomeclinic.com/alt01-alternative_sp.htm (6 สิงหาคม 2556).

[5] นอร์ดอฟฟ์. ดนตรีบำบัดกับเด็กออทิสติก. เข้าถึงได้จาก: http://www.janthayanond.com/wizContent.asp?wizConID=115&txtmMenu_ID=7/ (6 สิงหาคม 2556)

[6] มาร์ค คอปปิ้น. Look At Me แอปสำหรับฝึกพัฒนาการเพื่อเด็กออทิสติกโดยเฉพาะ. เข้าถึงได้จาก: http://www.dailytech.in.th/look-at-me/ (6 สิงหาคม 2556).

[7] วัสดุอุปกรณ์งานเรซิ่น. เข้าถึงได้จาก: http://www.allartcenter.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538612869/ (6 สิงหาคม 2556).

[8] สุภาพร โอภาสานนท์. การรักษาผู้ป่วยด้วยออกซิเจนความดันบรรยากาศสูง. เข้าถึงได้จาก: http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=917/ (6 สิงหาคม 2556).

[9] เอกชัย มะการ. เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR ด้วย Arduino. เข้าถึงได้จาก: http://www.ett.co.th/product2009/BOOKS/cArduino.html/ (10 สิงหาคม 2556).

[10] โมดูล MP3. TDS055. เข้าถึงได้จาก: http://www.sumtech.co.th/siladata/m_tds055.pdf/(10 สิงหาคม 2556).

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การออกแบบและสร้างระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

How To Design And Construct The Automatic Solar Powered Hydroponics System

สุธี สาวรก[1] พรทิพย์ภา บุญชำนาญ[1] พิจิตรา อินนามมา[1] และสิทธิเดช เหล่าจูม[2]
[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-283700-2 หมายเลขภายใน sutee2537@gmail.com

บทคัดย่อ

โครงการนี้ เป็นการออกแบบและสร้างระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและออกแบบระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ในระบบประกอบไปด้วย แปลงสาธิตในการเพาะปลูกอนุบาล แปลงสาธิตการเพาะปลูกจริง ระบบควบคุมในการเพาะปลูก ระบบพ่นหมอกระบายความร้อน เซลล์แสงอาทิตย์พร้อมแบตเตอรี่ ระบบควบคุมในการปลูกพืชอย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังแสงอาทิตย์ สามารถควบคุมค่า EC และวัดค่า พีเอช (PH) , อุณหภูมิ (Temp) , ความชื้นสัมพัทธ์(RH) , แสดงเวลา(Time) , แสดงผลออกทางหน้าจอ LCD

ผลการทดสอบระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สามารถใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 250 วัตต์ จำนวน 1 แผงและแบตเตอรี่ ขนาด12V กระแส100Ah พลังงานโดยเฉลี่ยที่ได้จากแผงโซล่าร์เซลล์ 710 วัตต์ต่อวัน พลังงานที่ใช้ในระบบในการเพาะปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ได้ใช้พลังงานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 540 วัตต์ต่อวัน ซึ่งพลังงานที่ได้จากโซล่าร์เซลล์เพียงพอสำหรับการทำงานของระบบ ทำให้การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี

Abstract

This project is about how to design and construct the Automatic Solar Powered Hydroponic System. The objective of this project is to construct and design the Hydroponic System by using the solar power. The system consisting of Demonstration Nursery Plot, Demonstration Growing Plot, Plant Growth Control System, Fogging & Ventilating System, Solar Panel with battery, Automatic Control System with the ability to control EC and measure PH, Temp, RH, Time and displays the result on LCD monitor.

The testing result of the Automatic Solar Powered Hydroponic System shows that it can construct with one 250 watt Solar Panel and 12 V 100 AH battery. The average energy of the Solar panel is 710 watts per day and the average energy consumption of the Automatic Solar Powered Hydroponic System is 540 watts per day. Therefore, the energy from the Solar Panel is suitable for this system which make the Automatic Solar Powered Hydroponic System works efficiently and provides the result in faster growth and higher yields.

1.บทนำ

ปัจจุบันการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นการปลูกพืชอีกวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะในปัจจุบันนี้มีสิ่งปลูกสร้างและสิ่งก่อสร้างมากมายจึงทำให้บริเวณที่เป็นดินน้อยลง รวมไปถึงปัญหาด้านสภาพดินที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช คือ การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชเหล่านั้น พืชไฮโดรโปนิกส์นี้ยังสามารถปลูกได้ทุกพื้นที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัดไม่ว่าจะปลูกเพื่อการบริโภคหรือการปลูกเพื่อการค้าซึ่งเป็นวิธีที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินพืชจะเจริญเติบโตโดยได้รับสารอาหารจากสารละลายธาตุอาหารในน้ำแทน เช่น ผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่ส่วนใหญ่นิยมปลูกกับพืชผักผลไม้ที่มีระยะเก็บเกี่ยวในช่วงอายุสั้นๆ ที่ไม่เอื้อต่อสภาพดินที่ไม่เหมาะสม ดินเค็ม ดินเปรี้ยว และสภาพอากาศ ในแต่ละฤดูกาล รวมถึงการขยายตัวของชุมชนทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดน้อยลงและราคาที่ดินสูงขึ้น

แต่ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์หรือการปลูกพืชไม่ใช้ดินหรือการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) จำเป็นต้องมีการจัดการด้านสารละลายเป็นอย่างดี ต้องคอยตรวจสอบและควบคุมค่า pH และค่า EC อยู่เสมอเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารในระดับปริมาณได้เหมาะสม

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงออกแบบและสร้างระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้า

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino 1.4.3 Arduino Mega 2560 R3 บอร์ด Arduino Mega 2560 จะเหมือนกับ

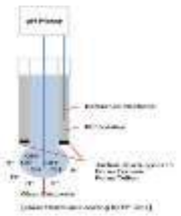
Arduino Mega ADK ต่างกันตรงที่บนบอร์ดไม่มี USB Host มาให้ การโปรแกรมยังต้องทำผ่านโปรโตคอล UART อยู่บนบอร์ดใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega2560 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ IO มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆตัว ท าให้ Pin IO ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีความหน่วยความจ าแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3 ท าให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่า ในความเร็วของ MCU

2.2 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (EC Meter)

ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity หรือ EC) คือ สภาพของตัวกลางที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าได้มากหรือน้อยเพียงใด การวัดค่า EC จึงทำให้เราทราบความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช

2.3 เครื่องวัดค่าพีเอช หรือ pH Meter

ค่า pH คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือความเข้มข้นของ H+ ของสารละลายธาตุอาหารพืช ค่า pH มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งในการละลายและดูดกินสารละลายธาตุอาหาร พืชจะดูดกินสารละลายธาตุอาหารพืชตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องรักษาระดับค่า pH ให้เหมาะสม การตรวจวัดต้องกระทำทุกวัน การลดระดับค่า pH จะใช้กรดไนทริก (HNO_3) ลงไปเจือจาง ส่วนการเพิ่มค่า pH จะใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการค่า pH ในกระบวนการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน



รูปที่ 1 โครงสร้างของ pH Meter

2.4 การปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
มีอยู่ด้วยกันหลักๆ อยู่ 3 ระบบ คือ

1). ระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

2). ระบบ DFT (Deep Flow Technique)

3). ระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique)

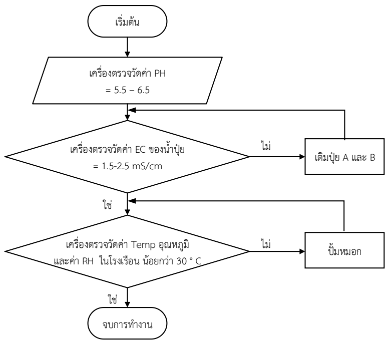
2.5 DHT22 (AM2302)

อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3.ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานและการออกแบบ

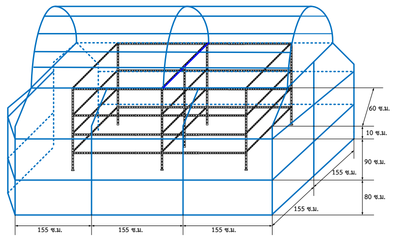
3.1 หลักการทำงานของระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ

หลักการทำงานของระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติสามารถเขียนเป็นผังงานได้ดัง รูปที่ 2



รูปที่ 2 หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติ

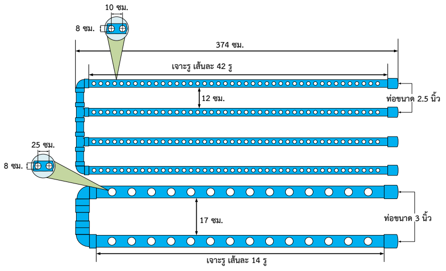
3.2 การออกแบบโครงสร้างโรงเรือนและหลังคา



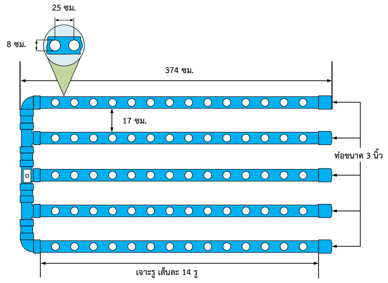
รูปที่ 3 ขนาดของโรงเรือนส่วนโครงสร้างข้างนอก

3.3 การออกแบบโครงสร้างแปลงสาธิตการปลูก

แปลงสาธิตการปลูกจะมีทั้งหมดสามชั้น 16 แปลง โดยชั้นที่หนึ่ง 4 แปลงแรกจะใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ขนาดความยาว 374 เซนติเมตร เจาะรูบนท่อ ท่อละ 42 รู สำหรับปลูกพืชโดยมีระยะห่างซึ่งวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างรู 8 เซนติเมตร



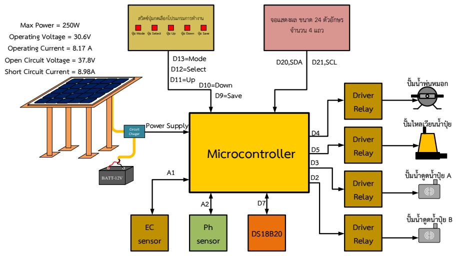
รูปที่ 4 ขนาดโครงสร้างแปลงปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ชั้นที่หนึ่ง (แปลงอนุบาล)



รูปที่ 5 ขนาดโครงสร้างแปลงปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ (ชั้นที่สองและสาม)

3.8 การออกแบบระบบควบคุม

ระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัตินั้นสามารถแบ่งชุดวงจรควบคุมการทำงานออกเป็นส่วนๆดังนี้



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมการเชื่อมต่อการทำงาน

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลของโครงงาน

ระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติมีส่วนประกอบภายนอกที่สำคัญ ได้แก่ ฐานติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์ โรงเรือนและแปลงสาธิตการปลูก โรงเรือนและแปลงสาธิตการปลูกนี้ออกแบบให้มีขนาดสำหรับใช้ในการทดลองเพื่อทำการทดสอบระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ สามารถปลูกพืชได้ครั้งละ 168 ต้น ใช้ท่อปลูกจำนวน 16 เส้น โดยแบ่งขนาดของการปลูกออกเป็นลำดับตามอายุหรือขนาดของพืช ใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว จำนวน 4 เส้น มีหลุมปลูกท่อละ 42 หลุม สำหรับพืชที่มีอายุน้อย หรือขนาดพืชที่ยังต้นเล็กอยู่ และใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 12 เส้น มีหลุมปลูกท่อละ 14 หลุม สำหรับการย้ายพืชจากสองท่อแรกมาขยายออกให้พืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้นจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ บริเวณใต้หลังคาโรงเรือนจะมีสปริงเกอร์ 4 ทิศทาง จำนวน 10 ตัว แขวนอยู่เพื่อฉีดพ่นให้ความชุ่มชื้นแก่พืชและฉีดพ่นเพื่อลดอุณหภูมิของโรงเรือน ดังรูป

รูปที่ 7 ระบบควบคุมการทำงาน

4.2 ผลการทดสอบโครงงาน

4.2.1 การทดสอบ

เพื่อหาค่าความผิดพลาดในการวัดค่า EC ของน้ำปุ๋ยเพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชในแต่ละชนิดนั้น จะมีความต้องการค่า EC ที่แตกต่างกัน ในการทดสอบนี้ใช้ค่า EC อยู่ระหว่าง 1.5-2.5 mS/cm ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของผักสลัด โดยการทดสอบจะทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผลที่ได้แสดงดัง ตารางที่ 1

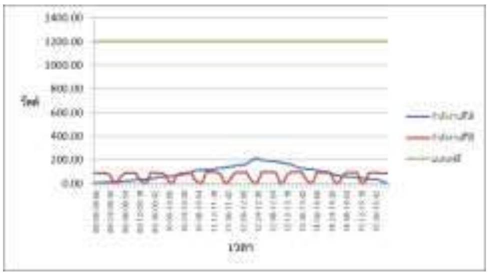
ตารางที่ 1 ตารางทดสอบค่าความผิดพลาด

การทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ค่าผิดพลาดร้อยละ
1. ค่า EC	10	8.40
2. ค่า EC ควบคุม	5	8.41
3. ค่า PH	10	3.70
4. ค่าอุณหภูมิ(Temp)	10	1.5
5. ค่าชดเชย (Offset)PH	1	0.55

4.2.2 สรุปผลการทดสอบค่าความผิดพลาด

จากการทดสอบการตรวจวัดค่า pH และค่า EC เป็นจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความผิดพลาดที่น่าพอใจ

4.2.3 ข้อมูลการใช้พลังงาน



รูปที่ 8 แผนภูมิการใช้พลังงาน

หลักการทำงานของระบบเริ่มต้นการทำงาน ระบบจะเริ่มทำงาน 08.00 น.-16.00 น.ซึ่งในการทำงาน ปั๊มไหลเวียนน้ำปุ๋ยจะทำงาน 30 นาที หยุด 15 นาที สลับกันไปเรื่อยๆ ในการทำงานครั้งละ 30 นาที จะทำงาน 11 ครั้ง ต่อวัน และจะหยุดครั้งละ 15 นาที จะหยุด 10 ครั้ง ต่อวัน ระบบการไหลเวียนน้ำปุ๋ยจะหยุดทำงาน 16.00 น. ขนาดของปั๊มน้ำที่ใช้ในการไหลเวียนน้ำปุ๋ย ดีซี 12 โวลต์ ท่อส่งกว้าง 25 มิลลิเมตร หรือ 1 นิ้ว อัตราการไหลสูงสุด 63 ลิตรต่อนาที กระแส 7.8 แอมป์

4.2.3 สรุปผลการใช้กำลังงาน

การจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ ใช้แรงดันไฟฟ้า ดีซี 12 โวลต์ ซึ่งภายในระบบจะใช้ไฟ 12 โวลต์ทั้งระบบ เฉลี่ยการใช้กำลังงานใน 1 อาทิตย์ กำลังงานที่ได้ 710 วัตต์ และ กำลังงานที่ใช้ไป 540 วัตต์ กำลังงานที่เหลือใช้ 170 วัตต์ เป็นการใช้กำลังงาน ต่อ 1 วันโดยเฉลี่ย ประมาณ อยู่ที่ 75 % กำลังงานที่เหลือใช้ 25 % สามารถใช้ในระบบได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5 สรุป

5.1 สรุปการดำเนินการ

การออกแบบและสร้างระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สามารถนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยพลังงานที่ได้ เฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 710 วัตต์ และใช้ไป 540 วัตต์เหลือใช้ 170 วัตต์ ในสภาพอากาศโปร่งใส และสามารถควบคุมค่า EC ของน้ำปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกได้อย่างใกล้เคียงกับค่าความต้องการของพืช โดยสังเกตได้จากการทดลอง พบว่า ค่าความผิดพลาดที่ได้ในการทดสอบค่า EC จากการทดลอง 10 ครั้ง มีความผิดพลาดร้อยละ 8 จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติสามารถควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรนิกส์ให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้จริงและสามารถควบคุมปริมาณค่า EC ได้ใกล้เคียงกับปริมาณที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำบทความงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับโอกาสพร้อมทั้งได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดีมาก จาก อาจารย์สิทธิเดช เหล่าจูม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาบทความงานวิจัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมใจ อารยวัฒน์ ได้ให้ความรู้และประสบการณ์รวมถึงสร้างคุณธรรมและจริยธรรมที่เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ศิษย์เสมอมา และ23 ไฮโดรฟาร์ม ชุมแพ ที่ให้ศึกษาการเพาะปลูก ซึ่งเป็นแนวทางทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และมิตรสหาย รวมทั้งบุคคลอื่นๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลืออยู่ตลอดเวลา จึงขอขอบพระคุณทุกท่านทุกฝ่ายและขอประกาศคุณงามความดีมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ประจิน พลังสันติกุล, 2553. พื้นฐานภาษา C สำหรับ Arduino. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอพซอฟต์เทค จำกัด.

[2] มัฒวาล หอสวรรณ์. (ออนไลน์). (2556). ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์. เข้าถึงได้จาก: http://www.bangsiagro.com/genneral.aspx#toppage (3 พ.ค. 2556)

[3] สวนพิณ อ่าวอุดม, (2554). ค่า EC และค่า pH สำหรับปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.nanagarden.com/ec-conversion-133268-4.html. (19 มี.ค. 2557)

[4] อภิชาต ศรีสอาด และอัมพา คาวงษา. 2556. การเลือกชนิดพืชที่ปลูก. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด.

[5] อดุลย์ กัลยาแก้ว. 2556 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

[6] เอกชัย มะการ, 2552. การเรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อีทีที จำกัด.

[7] ลิขิต,วัชรพงษ์,รัชฎาภรณ์. 2556. การสร้างระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์. ครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์

Formula Student Systems Monitoring Use Wifi 2.4 GHz

พิพัฒน์พงศ์ จันทะรัตน์, อาณัต ศรีบุรินทร์, วรากร สาลีสี และศราวุฑ คงลำพันธ์
สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 41000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: pipatpong1307@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในส่วนต่าง ๆ ของรถฟอร์มูล่า โดยอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลค่า ของอุณหภูมิที่ได้รับมาจากเซนเซอร์อุณหภูมิในจุดต่างๆ 6 จุด ได้แก่ ล้อหน้าซ้าย ล้อหน้าขวา ล้อหลังซ้าย ล้อหลังขวา มอเตอร์ และชุดคอนโทรล ส่งค่าไปยังราสเบอร์รี่พายแสดงให้แสดงผลผ่านทางหน้าจอ 7 นิ้ว โดยในการส่งของมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และราสเบอร์รี่พายนั้นได้ใช้ ไวไฟ 2.4 GHz เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล จากผลการทดสอบ ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์ ค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิที่เซนเซอร์วัดได้เทียบกับเทมป์มิเตอร์มีค่าความผิดพลาด 4.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

คำสำคัญ : ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์

Abstract

Research, display system, car racing formula through flammable 2.4 gigahertz. With the purpose of monitoring changes of temperature in different parts of a formula one car. By virtue of the operation of the micro control, colour temperature values processing obtained from the temperature sensor in 6-point spots. Include a front wheel front wheel rear wheels left right left rear wheel right motor and control returns to the raspberry pie display display 7 inch screen. In the transmission of data between the micro-controller and the raspberry pie, it has used flammable 2.4 GHz as an intermediary in the transmission of data from the test results. Display system, car racing formula through flammable 2.4 kilo Hertz. Error value of temperature sensors has compared them with faulty meter 4.16 percent. The test can be made effective, practical and good.

Keywords:Formula Student Systems Monitoring Use Wifi 2.4 KHz

1. บทนำ

ในปัจจุบัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ได้มีการจัดทำรถ Formula Student ขึ้น โดยชมรม THE T-REX RACING TEAM เพื่อใช้ในการแข่งขันในระดับประเทศ การแข่งขันนั้นจะจัดขึ้นปีละ 1 ครั้ง โดยที่การแข่งขันจะมีการตรวจสอบประเมินคุณสมบัติของรถว่าตรงตามมาตรฐานอยู่ทุกปี เพื่อให้คะแนนในส่วนต่างๆ โดยสิ่งที่นำมาตรวจสอบเพื่อให้คะแนน ได้แก่ Design, Presentation, Cost, Skid pad, Acceleration, Autocross, Endurance และ Fuel Economy

โดยในแต่ละปีได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาในหลายๆด้านที่เกี่ยวข้องกับรถ Formula Student เช่น กันชนหน้าดูดซับแรง เพื่อลดน้ำหนักของตัวโครงสร้างรถแข่งฟอร์มูล่าให้ได้มากที่สุดแต่ยังคงมีความแข็งแรงตามกติกาของ สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ โดยกันชนหน้าต้องสามารถดูดซับพลังงานสะสมได้ไม่น้อยกว่า 7350 J ที่ระยะยุบตัวไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และ การเปลี่ยนเกียร์ด้วยระบบนิวแมติก (แบบควบคุมด้วยไฟฟ้า) ในรถฟอร์มูล่าเพื่อใช้ในการแข่งขัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความเร็วในการเปลี่ยนเกียร์ และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ขับขี่

เนื่องด้วยผ่านการแข่งขันมาหลายครั้งในแต่ละครั้งก็ได้มีการพัฒนาทางด้านโครงสร้างรถ และเครื่องยนต์มาทุกปี ยังไม่มีการพัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับรถ Formula Student ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนา “ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์” (Formula Student Systems Monitoring Use Wifi 2.4 GHz) นี้ขึ้นเองเพื่อเพิ่มสมรรถนะให้กับรถ Formula Student ให้นักศึกษาได้ใช้ความรู้ที่ได้เล่าเรียนมาอย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งใช้ความคิดสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เข้ารถ Formula Student รู้จักแก้ปัญหาระหว่างทำงานหรือระหว่างการทดลองร่วมกันเป็นทีม เพื่อให้เหมาะสมกับงบประมาณที่มีอยู่ของทาง

ชมรม และเหมาะสมกับงานที่ต้องการใช้ แล้วยังนำไปเป็นแนวคิดที่จะพัฒนา ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์ ได้ตามความต้องการและ เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนให้นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาร วิทยาเขตขอนแก่น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทลเลอร์บอร์ด NodeMCU

NodeMCU V3 ปรับปรุงจาก NodeMCU เวอร์ชันเดิม โดยใช้ ESP8266-12E ซึ่งมีขา GPIO PWM I2C 1-Wire ADC และ SPI เพิ่มเข้ามามีเสาอากาศในตัวบอร์ดกว้าง 3CM ใช้ชิฟ USB เบอร์ CH340 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรมสามารถลง Firmware NodeMCU และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau หรือ Arduino ได้

รูปที่ 2.1 บอร์ด NodeMCU V3
(ที่มา https://store.fut-electronics.com/products/nodemcu-esp8266-programming-and-development-kit)

NodeMCU เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino ตรงที่ตัวมันมีขนาดเล็กกว่ามีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่าและสามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ บนบอร์ดรุ่นนี้ใช้ ESP8266 12e มีพื้นที่หน่วยความจำรอมสูงถึง 4MB เพียงพอสำหรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อมๆ ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลโค้ดโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เหมาะมากสำหรับงาน Smart Home และ IoT

2.2 ระบบสื่อสารไร้สาย Wi-Fi

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN : WLAN) หมายถึง เทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทน การรับส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านอากาศ จึงทำให้ไม่ต้องเดินสายสัญญาณ และติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น

รูปที่ 2.2 รูปแบบระบบเครือข่ายไร้สาย
(ที่มา http://reachfci.com/wireless-networking.html)

2.3 Raspberry pi

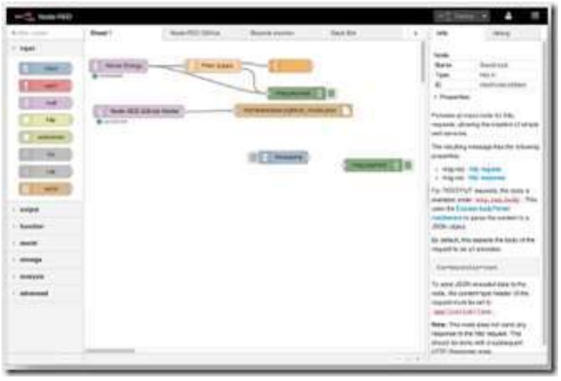
Raspberry Pi (ออกเสียงว่า ราส-เบอร์-รี่-พาย) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่มีขนาดเพียงเท่ากับบัตรเครดิตเท่านั้นเองครับ ที่สำคัญคือเจ้าราสเบอร์รี่พายนี้มีราคาที่ถูกมากๆ เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ คือมีราคาเพียงแค่หนึ่งพันกว่าบาทเท่านั้นเอง แต่เห็นราคาเท่านี้ ทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่างเลยนะครับ เราสามารถต่อเจ้าราสเบอร์รี่พายนี้เข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือถ้าไม่มีพอร์ต HDMI ก็ไม่ต้องกังวล สามารถต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติ (เส้นสีเหลือง) ได้เช่นกันครับ แต่ความละเอียดอาจจะต่ำกว่า

รูปที่ 2.3 บอร์ด Raspberry pi3
(ที่มา http://www.hansonelectronics.com.au/product/raspberry-pi-2-model-b/)

นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ก็ต้องต่ออุปกรณ์รับข้อมูลใช่ไหมครับ เจ้าราสเบอร์รี่พายนี้รองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ เพราะฉะนั้นสามารถนำเมาส์และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลยครับ ระบบจ่ายไฟของราสเบอร์รี่พายก็ง่ายมากๆ เพียงเสียบสาย Mini USB ที่เราใช้ชาร์จมือถือและอุปกรณ์อื่นๆ

2.4 Node red

Node-RED ความฉลาดของระบบคลาวด์ ถือเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งหรือ Internet of Thing (IoT) โดยการที่เราจะส่งข้อมูลอะไรสักอย่างหนึ่งขึ้นไป เพื่อไปเก็บยังฐานข้อมูลต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีอีกวิธีง่าย ๆ เพื่อให้สามารถจัดการข้อมูลที่ส่งไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยืดหยุ่นนั่นก็คือใช้ Node-RED เป็นตัวกลางในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งตัว Node-RED เองเป็นแบบ Open source การเขียนก็แสนจะง่ายดาย เพียงแค่ลากบล็อกต่าง ๆ มาวาง โยงสายจากบล็อกหนึ่งไปอีกบล็อกหนึ่งตามความต้องการ โดย node red สามารถแสดงผล ประมวลผล เก็บข้อมูล แปลงข้อมูล คำนวณ หรือส่งไปยังบริการอื่น ๆ ได้



รูปที่ 2.4 หน้าต่างการเขียนโปรแกรมของ Node-Red

2.5 Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 For Thermometer Waterproof 100CM

ในปัจจุบัน มีไอซีสำหรับวัดอุณหภูมิให้เลือกใช้อยู่หลายแบบ แบ่งตามรูปแบบของเอาต์พุตได้เป็นสองประเภทคือ ไอซีที่ให้เอาต์พุตแบบแอนะล็อก และแบบดิจิทัล โดยทั่วไปไอซีแบบดิจิทัล จะมีวงจรประเภท ADC (Analog to Digital Converter) รวมอยู่ภายใน บางตระกูลหรือบางรุ่น สามารถโปรแกรมหรืออ่านค่ารีจิสเตอร์ภายในได้ เช่น เพื่อกำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของไอซี ในส่วนการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ SPI หรือ I2C เพื่อประหยัดขา I/O ในการเชื่อมต่อ บทความนี้กล่าวถึง การใช้งานไอซี DS18B20 Digital Thermometer ของบริษัท Maxim และเขียนโปรแกรมติดต่อสื่อสารด้วย Arduino จุดเด่นของไอซีในตระกูลนี้คือ การสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณเพียงเส้นเดียว นำอุปกรณ์หรือไอซีมาต่อกันหลายตัวเป็นบัส (Bus)ได้โดยใช้โปรโตคอลสื่อสารที่เรียกว่า1-Wire (OneWire)

รูปที่ 2.5 รถ Formula ที่ติดอุณหภูมิ DS18B20

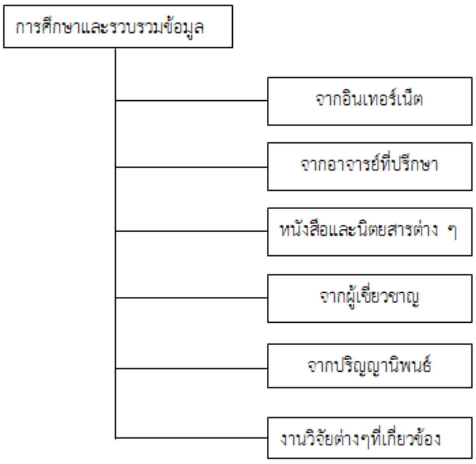
2.6 วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้นั้นมาทำการประยุกต์ใช้ในการพัฒนา “ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์” (Formula Student Systems Monitoring Use Wifi 2.4 GHz) ได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างดังต่อไปนี้

1) จากอินเทอร์เน็ต
2) จากอาจารย์ที่ปรึกษา
3) จากหนังสือและนิตยสารต่างๆ
4) จากผู้เชี่ยวชาญ
5) จากปริญญานิพนธ์
6) งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆนั้นสามารถเขียนเป็นแผนผังได้ดังนี้แสดงในรูปที่ 3.2



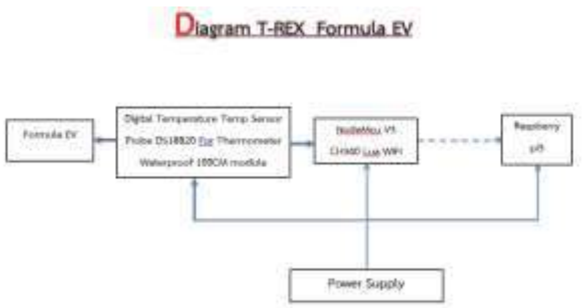
รูปที่ 2.6 แสดงแผนผังการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

2.7 ออกแบบและสร้างชุดตรวจวัดอุณหภูมิในรถ Formula Student

การออกแบบระบบควบคุม

ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ และราสเบอร์รี่พาย เป็นตัวสำคัญในการทำงาน มีส่วนของทางด้านอินพุต ประกอบด้วย 1.โมดูลเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ (Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 For Thermometer Waterproof 100CM) ส่งค่าที่ได้เป็นค่าแอนาล็อกไปยังไมโครคอนโทลเลอร์ ด้วยที่ไมโครคอนโทลเลอร์จะส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จไปยัง ราสเบอร์เบอร์รี่พาย เพื่อแสดงผลแบบออนไลน์ ทางด้านเอาท์พุต ประกอบด้วย 1. ภาคแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้ Node-Red

จากรูปที่ 3.8 เป็นการออกแบบวงจรสำคัญ ๆ ซึ่งสามารถแสดงวงจรที่สำคัญ และสามารถอธิบายได้ดังนี้



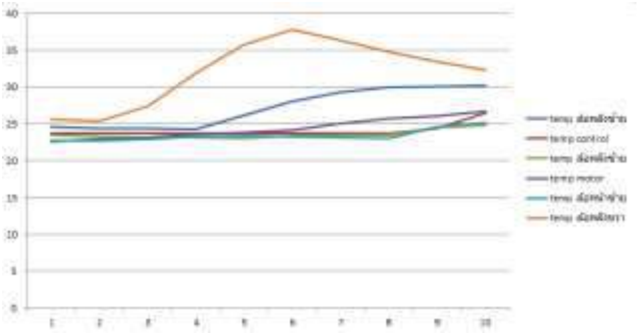
รูปที่ 3.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบควบคุม

3. การทดลองเพื่อเก็บผล

จากการทดลองและสร้างชุดพัฒนาระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ ได้มีการเก็บผลการทดลองเซ็นเซอร์อุณหภูมิโดยแบ่งการทดลองออกเป็นเกท 6 เกท จึงมีรูปแบบการเก็บผลการทดลองดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 เกทแสดงผลอุณหภูมิของเกทจุดต่างๆ

เมื่อนำผลการทดลองมาลงโปรแกรม Excel แล้วพอร์ตเป็นกราฟจะได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงผลอุณหภูมิจุดต่างๆ

4. สรุปผล

งานวิจัยระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในส่วนต่าง ๆ ของรถฟอร์มูล่า โดยอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรล เลอร์ในการประมวลผลค่า ของอุณหภูมิที่ได้รับมาจากเซนเซอร์อุณหภูมิในจุดต่างๆ 6 จุด ได้แก่ ล้อหน้าซ้าย ล้อหน้าขวา ล้อหลังซ้าย ล้อหลังขวา มอเตอร์ และชุดคอนโทรล ส่งค่าไปยังราสเบอร์รี่พายแสดงให้แสดงผลผ่านทางหน้าจอ 7 นิ้ว โดยในการส่งของมูลระหว่างไมโครคอนโทรล เลอร์และราสเบอร์รี่พายนั้นได้ใช้ ไวไฟ 2.4 GHz เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล จากผลการทดสอบ ระบบแสดงผลรถแข่งฟอร์มูล่าผ่านไวไฟ 2.4 กิโลเฮิร์ตซ์ ค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิที่เซนเซอร์วัดได้เทียบกับเทมป์มิเตอร์มีค่าความผิดพลาด 4.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

เอกสารอ้างอิง

1.)คชรักษ์ รักษาเมือง และ วิทยา เมืองสนธิ์,การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างรถแข่งฟอร์มูล่าเพื่อการศึกษาและสร้างตัวกันชนหน้า.ปริญญานิพนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น ปี 2560

2.)ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา,อุณหภูมิของโลก ปี 2558 (ค.ศ.2015).กุมภาพันธ์ 2559

3.)การแข่งขันพัฒนาทักษะวิศวกรรมยานยนต์ สู่การแข่งขันระดับโลก (ออนไลน์) เข้าถึงได้จากhttp://motortrivia.com/section-motorsport-thai/0028-formula-student/formula-student.html

4.)สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก(GLOBE)สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี,การตรวจวัดอุณหภูมิอากาศสูงสุด ต่ำสุด (ออนไลน์) http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=4069

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การแจ้งเตือนขยะผ่านแอพพลิเคชันไลน์

Garbage Alerting via Line Application

เอกพล อนุสุเรนทร์[1,3] พุฒิพงศ์ เกิดพิพัฒน์[2,3]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า [2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม [3]หน่วยวิจัยพลังงานทดแทน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 E-mail: {ekkapol.a, putthiphong.k}@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นเทคโนโลยีที่แพร่หลายในสังคมปัจจุบัน บทความนี้ขอนำเสนอการแจ้งเตือนขยะผ่านแอพพลิเคชันไลน์ เพื่อแก้ปัญหาขยะล้นถังโดยประยุกต์โมดูลอัลตร้าโซนิคเพื่อตรวจจับความสูงขยะภายในถังร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 จากผลการทดลองโมดูลอัลตร้าโซนิคสามารถตรวจจับระยะทางในระยะ 120 cm. มีความผิดพลาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.48% เมื่อนำมาพัฒนาตรวจจับขยะภายในถังโดยแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ที่ความสูงขยะเท่ากับ 65-74%, 75-84% และ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) ตามลำดับโดยติดตั้งใช้งาน 3 พื้นที่ ผลการทดลองพบว่าถังขยะหน้าร้าน 7-11 แจ้งเตือนขยะเต็มทุก 2 วัน ถังขยะหน้าตึกวิศวกรรมศาสตร์แจ้งเตือนขยะเต็มทุก 2 วัน และถังขยะใต้ตึกสิรินธรแจ้งเตือนขยะเต็มทุก 3 วัน งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อบริหารสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาขยะล้นถังและส่งกลิ่นรบกวนได้

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อัลตร้าโซนิค แอพพลิเคชันไลน์

Abstract

Internet of Things is a popular technology in the present social. In this paper, we propose the garbage alerting via Line application for solving overflow garbage. We apply ultrasonic module to detect high level of garbage in the bin which operates with WeMos D1 microcontroller. As the experiment results, ultrasonic module is able to detect the distance in the range of 120 centimeters and there is average error approximately 0.48 percent. We also apply ultrasonic module to detect the garbage in the bin thereby alerting via Line application at the high level of garbage about 65-74%, 75-84% and 85-100% (Low, Middle, High) respectively by means of installation in three areas. Our results show that the bin in the front of 7-11 shop will be alerting as full garbage every two days, the bin in the front of faculty of engineering building will be alerting as full garbage every two days and the bin at under Sirindhorn building will be alerting as full garbage every three days. This research is an example of applying Internet of Things in order to manage the environment which can solve the problem of overflow garbage and unpleasant smell.

Keywords: Internet of Things, Ultrasonic, Line Application

1. บทนำ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoTs) [1] เป็นโมเดลหนึ่งที่ขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ยุค 4.0 สามารถพัฒนาแอพพลิเคชันได้หลายอย่าง เช่น เครือข่ายเชื่อมโยงสุขภาพแบบครบวงจร [2] บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) [2] ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) [2] เมืองอัจฉริยะ (Smart City) [2] เป็นต้น เครือข่ายเชื่อมโยงสุขภาพแบบครบวงจร [2] เน้นการติดตามและดูแลผู้สูงอายุโดยติดเซ็นเซอร์เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจและตรวจจับความเคลื่อนไหวเพื่อป้องกันการหกล้มโดยอัพโหลดข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตให้แพทย์ติดตามผลได้ บ้านอัจฉริยะ [2] นำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์เพื่อป้องกันขโมยและประหยัดพลังงาน ส่วนฟาร์มอัจฉริยะ [2] นำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้งานกับการเกษตร เช่น การวัดความชื้นดินและอุณหภูมิอากาศเพื่อควบคุมให้เหมาะสมต่อการปลูกพืชในโรงเรือนแบบปิด เป็นต้น เมืองอัจฉริยะ [2] ได้นำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาจัดการพลังงานและบริหารการจราจรบนถนน นอกจากนี้บทบาทอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งยังมีต่องานวิจัย เช่น งานวิจัย [3] ได้ประยุกต์ใช้งานเพื่อเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ งานวิจัย [4] นำเสนอเพื่อควบคุมการส่องสว่างภายในบ้านอัจฉริยะและงานวิจัย [5], [6] นำเสนอเพื่อแจ้งเตือนข้อมูลทางการเกษตร เป็นต้น

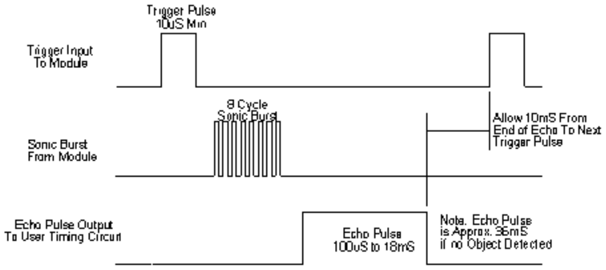
จากบทความที่กล่าวมาอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตแต่ยังไม่พบว่ามีการนำมาประยุกต์ใช้งานเพื่อจัดการขยะที่ล้นถังภายในหน่วยงานต่างๆ ในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้งานโดยแจ้ง

เตือนขยะที่เต็มถังผ่าน Line Notify เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่เก็บขยะ โดยประยุกต์ใช้งานโมดูลอัลตร้าโซนิคตรวจจับความสูงของขยะภายในถังให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 แจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์เมื่อขยะในถังมีความสูงที่ระดับ 65-74%, 75-84% และ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) ตามลำดับ และเมื่อขยะในถังมีความสูงเกิน 85% จึงทำการขนย้ายขยะดังกล่าว

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

HC-SR04 เป็นโมดูลตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค สามารถวัดระยะได้ระหว่าง 2-400 cm. โดยตัวส่งจะส่งความถี่ 40 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 m/s และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ มีลักษณะดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 โมดูลอัลตร้าโซนิครุ่น HC-SR04



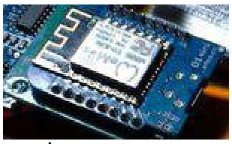
รูปที่ 2 การทำงานของโมดูลอัลตร้าโซนิค

การทำงานของโมดูลอัลตร้าโซนิคดังรูปที่ 2 เมื่อขา Trigger ได้รับสัญญาณกระตุ้นตัวโมดูลจะกำเนิดคลื่นอัลตร้าโซนิคความถี่ 40 KHz จำนวน 8 Cycles เพื่อส่งออกไปยังวัตถุ โดยจะเริ่มนับเวลาการเดินทางของคลื่นและเมื่อคลื่นเดินทางถึงวัตถุและสะท้อนกลับมายังตัวรับวงจรภายในโมดูลอัลตร้าโซนิคจะสร้างสัญญาณ Echo ออกมาและที่จุดนี้จะนับเป็นเวลาสิ้นสุดการเดินทางของคลื่น จากความเร็วและเวลาที่คลื่นเดินทางไปและกลับ (t) สามารถคำนวณหาระยะทาง (S) ได้ดังสมการ

$$S = 346 \times 0.5t \qquad (1)$$

2.1 WeMos D1 Mini

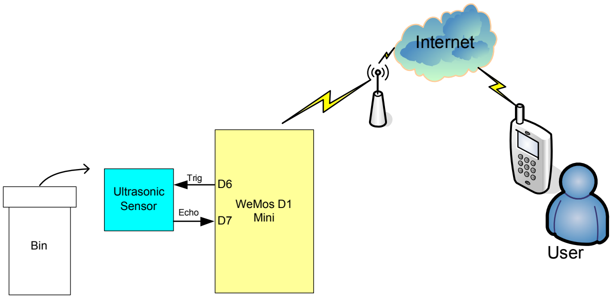
WeMos D1 Mini เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีชิพ ESP8266 เชื่อมต่อระบบ Wi-Fi ความถี่ 2.4 GHz ในงานวิจัยได้เชื่อมต่อกับโมดูลอัลตร้าโซนิคเพื่อตรวจจับความสูงขยะและแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ โดยผู้ใช้งานต้องลงทะเบียนกับแอพพลิเคชันไลน์เพื่อขอรหัส TOKEN และต้องมีรหัส Wi-Fi มาใส่ในโปรแกรมเพื่อยืนยันตัวตนของ Line Notify ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi และแจ้งเตือนไปยัง Line Notify ของผู้ใช้งานได้



รูปที่ 3 WeMos D1 Mini

2.2 การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์

การออกแบบฮาร์ดแวร์ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 เชื่อมต่อกับโมดูลอัลตร้าโซนิคดังในรูปที่ 4 โดยมีการใช้งานขา Trigger และขา Echo ตามลำดับ ส่วนวงจรฮาร์ดแวร์ทั้งหมดได้ติดตั้งใช้งานบริเวณฝาครอบด้านบนของถังขยะเพื่อตรวจจับความสูงของขยะภายในถังซึ่งเมื่อความสูงของขยะเพิ่มขึ้นถึง 65-74%, 75-84% และ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 4 การแจ้งเตือนขยะผ่านแอพพลิเคชันไลน์

2.3 การทดสอบความผิดพลาดของการทำงาน

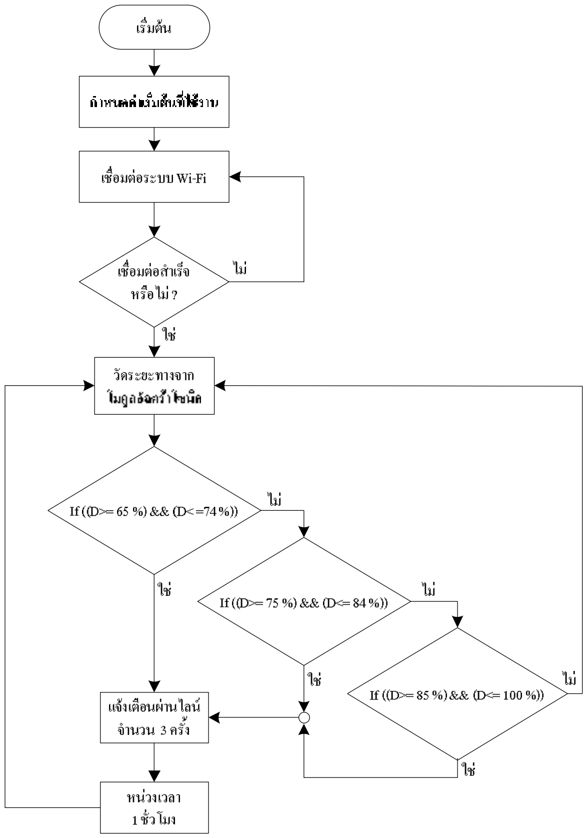
ในการทดลองจะต้องมีสมการเพื่อพิจารณาผลที่เกิดขึ้นแต่เนื่องจากค่าระยะทางที่วัดได้มีทั้งค่าต่ำและค่าสูงจากความจริง สมการหาค่าความผิดพลาดจึงพิจารณาได้ทั้งสองกรณี โดยสมการดังกล่าวคือ

$$\%\,Error = \frac{|M-T|}{T} \times 100\% \qquad (2)$$

เมื่อ *% Error* หมายถึงร้อยละความผิดพลาด
M หมายถึงค่าที่วัดได้
T หมายถึงค่าที่ถูกต้องจริง

2.4 อัลกอริทึมการทำงาน

อัลกอริทึมการทำงานเป็นหัวใจหลักของโปรแกรมที่ควบคุมฮาร์ดแวร์ให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแอพพลิเคชันในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาอัลกอริทึมโดยมีการทำงานดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 อัลกอริทึมการทำงาน

จากรูปที่ 5 เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแล้วจะเป็นการเชื่อมต่อ Wi-Fi จากนั้นโมดูลอัลตร้าโซนิคจึงตรวจจับความสูงของขยะในถังว่ามีความสูง 65-74% หรือ 75-84% หรือ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) หากความสูงขยะอยู่ในช่วงใดจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องผ่าน Line Notify จำนวน 3 ครั้ง และสุดท้ายจะหน่วงเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะตรวจจับความสูงขยะในรอบถัดไป และการขนถ่ายขยะจะกระทำที่ความสูงขยะมากกว่า 85% เท่านั้น

2.5 การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพมี 3 ส่วนคือ การทดลองหาระยะตรวจจับของโมดูลอัลตร้าโซนิค การทดลองวัดระยะความสูงภายในถังขยะ และการทดลองใช้งานผ่านแอพพลิเคชันไลน์ โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการทดลอง

โมดูลตรวจจับ/ความถี่	HC-SR04/ความถี่ 40 KHz
ระยะทางที่ทดสอบ	1-120 cm/1-100 cm
เครื่องมือวัดระยะทาง	ตลับเมตร

2.6 การทดลองหาระยะตรวจจับของโมดูลอัลตร้าโซนิค

การทดลองนี้เพื่อทดสอบโมดูลอัลตร้าโซนิคว่าสามารถวัดระยะทางในระยะ 120 cm.ได้ถูกต้องหรือไม่ เนื่องจากถังขยะโดยทั่วไปจะมีความสูงเท่ากับ 100 cm. โดยมีค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1 และใช้สมการที่ (2) พิจารณาความผิดพลาด โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองหาระยะตรวจจับของโมดูลอัลตร้าโซนิค

ระยะจริง (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)
10	10	10	10
20	20	20	20
30	30	30	30
40	40	40	40
50	50	50	50
60	59	60	60
70	70	70	69
80	79	80	79
90	90	89	89
100	100	99	99
110	109	108	109
120	119	119	119

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 โมดูลอัลตร้าโซนิควัดระยะทางโดยเปรียบเทียบกับระยะทางจริงระหว่าง 1-120 cm. โดยมีการวัดจำนวน 3 ครั้ง พบว่าโมดูลอัลตร้าโซนิคสามารถวัดระยะทางได้ใกล้เคียงกับความจริงโดยมีความผิดพลาดทั้งหมดคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48%

2.7 การทดลองวัดระยะความสูงภายในถังขยะ

การทดลองวัดระยะความสูงภายในถังขยะเพื่อทดสอบผลการสะท้อนกลับหรือการหักเหของคลื่นภายในถังว่าจะทำให้โมดูลอัลตร้าโซนิควัดระยะได้ถูกต้องเหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองวัดระยะความสูงภายในถังขยะ

ระยะจริง (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)
10	11	11	10
20	20	20	20
30	29	30	29
40	39	39	39

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลการทดลองวัดระยะความสูงภายในถังขยะ

ระยะจริง (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)	ระยะที่ได้ (cm)
50	46	47	47
60	59	59	59
70	69	69	69
80	79	81	79
90	89	89	89
100	98	99	98

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 เมื่อโมดูลอัลตร้าโซนิควัดระยะทางภายในถังขยะโดยเปรียบเทียบกับระยะทางจริงระหว่าง 1-100 cm. โดยการวัดมีจำนวน 3 ครั้ง พบว่าโมดูลอัลตร้าโซนิคสามารถวัดระยะทางได้แต่มีความผิดพลาดโดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 2.51% ซึ่งมากกว่าผลการทดลองในตารางที่ 2 เนื่องจากการหักเหของคลื่นและการสะท้อนภายในถังส่งผลจริงแต่ยังมีค่าที่น้อยอยู่และยังสามารถนำมาใช้งานได้

2.8 การทดลองติดตั้งถังขยะใช้งานผ่านแอพพลิเคชันไลน์

การทดลองติดตั้งถังขยะใช้งานผ่านแอพพลิเคชันไลน์ได้ทดลองหน้าร้าน 7-11 หน้าตึกวิศวกรรมศาสตร์และใต้ตึกสิรินธรโดยทดสอบการแจ้งเตือนความสูงของขยะในถังทั้ง 3 ระดับโดยใช้เวลาทดลองแต่ละแห่งจำนวน 3 ครั้งที่มีการเปลี่ยนถ่ายขยะ ในการทดลองได้พิจารณาขยะโดยทั่วไปที่มีขนาดเล็กเหมาะสมกับช่องของถังขยะ เช่น ขวดน้ำ แก้วน้ำ กล่องข้าว ถุงพลาสติค ฯลฯ โดยพิจารณาความผิดพลาดในการแจ้งเตือนดังสมการที่ 2 และมีผลการทดลองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดลองติดตั้งถังขยะใช้งานผ่านแอพพลิเคชันไลน์

ความสูงขยะ	ร้าน 7-11			ตึกวิศวกรรมฯ			ตึกสิรินธร		
65-74% (ต่ำ)	√	√	√	√	√	√	√	√	√
75-84% (กลาง)	√	√	√	√	√	√	√	√	√
85-100% (สูง)	√	√	√	√	√	√	√	√	√

<u>หมายเหตุ</u> √ หมายถึงการแจ้งเตือนถูกต้อง

รูปที่ 6 การทดลองถังขยะหน้าร้าน 7-11 และตึกวิศวกรรมศาสตร์

จากผลการทดลองในตารางที่ 4 เมื่อทดลองตั้งถังขยะใช้งานโดยมีการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์พบว่าการแจ้งเตือนขยะที่ความสูง 65-74%, 75-84% และ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) มีความถูกต้องทุกพื้นที่โดยถังขยะหน้าร้าน 7-11 และถังขยะหน้าตึกวิศวกรรมศาสตร์ใช้เวลาทดลอง 6 วัน โดยต้องเปลี่ยนถ่ายขยะทุก 2 วัน เพราะพื้นที่ดังกล่าวเป็นทางผ่านที่มีบุคคลสัญจรไปทั่ว ถังขยะที่ตึกสิรินธรใช้เวลาทดลอง 9 วัน ต้องเปลี่ยนถ่ายขยะทุก 3 วัน เพราะมีความถี่การใช้งานที่น้อยสุด

3. สรุป

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อแจ้งเตือนขยะผ่านแอพพลิเคชันไลน์โดยใช้โมดูลอัลตร้าโซนิคตรวจจับความสูงขยะภายในถังร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 ผลการทดลองโมดูลอัลตร้าโซนิคสามารถตรวจจับระยะทางในระยะ 120 cm. ได้โดยมีความผิดพลาดเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 0.48% และเมื่อนำมาตรวจจับขยะภายในถังโดยแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชันไลน์ที่ความสูงขยะ 65-74%, 75-84% และ 85-100% (ต่ำ กลาง สูง) ตามลำดับโดยทดลองติดตั้งใช้งานใน 3 พื้นที่ จากผลการทดลองสามารถแจ้งเตือนได้ถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานประสานงานการขับเคลื่อน Thailand 4.0. “พิมพ์เขียวและแผนปฏิบัติการขับเคลื่อน Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่งคั่ง มั่นคงและยั่งยืน, ” ธันวาคม 2559, pp. 49-51.

[2] ดร. เสกสรรค์ ศิวิลัย. “Internet of Things เมื่อสรรพสิ่งล้วนเชื่อมต่อ (อินเทอร์เน็ต),” ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. pp. 1-4.

[3] สุวิทย์ ภูมิฤทธิกุล และปานวิทย์ ธุวะนุติ. “Internet of Things เพื่อการระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้โปรแกรม Hadoop,” Pathumwan Academic Journal, Vol.6, No.15, pp.61-72, January-April 2016.

[4] เจษฎา ขจรฤทธิ์. ปิยนุช ชัยพรแก้ว. หนึ่งฤทัย เอ็งฉ้วน. “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ,” Journal of Information science and Technology, Vol. 7, No.1, January-June 2017.

[5] วริศร์ รัตนนิมิต. “การติดตามและการแจ้งเตือนข้อมูลทางการเกษตรผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง,” วารสารสหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี. ปีที่ 3. ฉบับที่ 2. หน้าที่ 17-21. มิถุนายน-กันยายน 2560.

[6] สกุล คำนวณชัย และ ชม กิ้มปาน. “อินเทอร์เน็ตออฟติงการรดน้ำในแปลงผักชีพร้อมแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชั่น,” วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: เทพสตรี I-TECH. ปีที่ 12. ฉบับ 1 มกราคม - มิถุนายน 2560.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

เครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน
TIRE INFLATOR USING TEMPERATURE AND PRESSURE VARIATIONS

ชูศักยธ์ กมลขันติธร[1] วินัย เมธาวิทิต[1] ชาตรี พลเสน[1] อำนาจ บุญไทย[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ 081-777-4545 E-mail : choosak.k@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถปรับตั้งระดับของความดันลมยางได้ตามต้องการ โดยอาศัยข้อมูลการแปรผันอุณหภูมิและความดันจากการทดสอบขับรถยนต์ไปในระยะทางมากกว่า 1,000 กิโลเมตร ที่ความดันลมยาง 30-32 Psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แล้วบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความดันของลมยางรถยนต์ในขณะที่รถยนต์กำลังวิ่ง และหลังจากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความดันด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ปั๊มลมจ่ายลมให้กับยางรถยนต์ตามที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งอ้างอิงตามบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ ทำให้สามารถเติมลมยางได้ทุกสภาวะโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อม

คำสำคัญ : เครื่องเติมลมยาง, การแปรผันอุณหภูมิและความดัน, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This research articles presents to about tire inflator by using the variation of temperature and pressure which controlled by the microcontroller. It can adjust the level of tire pressure as needed. Based on data on temperature variation and pressure from driving test over 1,000 km between 30 and 32 psi of tire pressure (Ibf/sq. in). Then, the change in temperature and pressure of tire would be recorded while the car was running. After that the system will compare the temperature and pressure changes with the microcontroller in order to make the proper inflation that is suitable to the users' car. This equipment can also freely adjust the level of tire pressure in every conditions.

Keywords : tire inflator, temperature and pressure variations, microcontroller

1. บทนำ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ "เครื่องเติมลมอัตโนมัติ" [1] เป็นการออกแบบเครื่องเติมลมอัตโนมัติ สำหรับเติมลมยางรถยนต์ที่สามารถเลือกระดับแรงดันลมยางก่อนเติมได้ ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้จะรวบรวมและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องเติมลมที่จำหน่ายตามท้องตลาด ให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม เติมลมได้รวดเร็วกว่าและมีความแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งผลที่ได้จะพบว่าเครื่องเติมลมอัตโนมัติสามารถใช้งานได้จริงแต่จะมีค่าความผิดพลาด ซึ่งอยู่ในช่วง 5 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันระบบตรวจวัดความดันลมและการเติมลมยางเป็นปัจจัยสำคัญมากในการเตรียมความพร้อมก่อนออกเดินทางของผู้ขับขี่ยานยนต์ ซึ่งในการเติมลมยางแต่ละครั้งผู้ขับขี่ที่ไม่มีเกจวัดความดันจะไม่สามารถทราบได้เลยว่าต้องเติมลมเข้าไปเท่าไหร่หรือต้องปล่อยลมออกมาเท่าไหร่จึงจะได้แรงดันของลมยางที่เหมาะสม และสิ่งสำคัญในการเติมลมยางนั้น อุณหภูมิของยางนั้นควรอยู่ในสภาวะปกติคือ อุณหภูมิไม่สูง หากอุณหภูมิภายในยางมีค่าสูง การเติมลมจะมีความคาดเคลื่อนสูง

บทความวิจัยนี้จึงนำเสนอเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอาศัยข้อมูลการแปรผันอุณหภูมิและความดันจากการทดสอบขับรถยนต์ไปในระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ที่ความดันลมยาง 30 psi แล้วบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความดันของลมยางรถยนต์ในขณะที่รถยนต์กำลังวิ่ง หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความดันด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้เครื่องปั๊มลมจ่ายลมให้กับลมยางตามที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งอ้างอิงตามบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ ทำให้สามารถเติมลมยางได้ทุกสภาวะโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎของก๊าซ [2]

ก๊าซประกอบด้วยอนุภาคเล็กจำนวนมากมาย แต่ละอนุภาคเรียกว่าโมเลกุล โดยแต่ละโมเลกุลของก๊าซจะอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลของของแข็งและของเหลว เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของก๊าซมีค่าน้อยมากทำให้โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่เร็วตลอดเวลา โดยมี

ทิศทางไม่แน่นอน ก๊าซสามารถฟุ้งกระจายได้ง่าย ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิมีผลทำให้สมบัติต่าง ๆ ของก๊าซมีค่าเปลี่ยนไป ในการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของก๊าซ สามารถจัดแบ่งก๊าซออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas) หมายถึง ก๊าซที่ถูกสมมติขึ้นเพื่อใช้อธิบายคุณสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซ โดยไม่ว่าที่สภาวะใดก็ตามก๊าซนี้จะเป็นไปตามกฎต่าง ๆ ของก๊าซ ซึ่งก๊าซนี้ไม่มีอยู่จริงในธรรมชาติ และก๊าซจริง (Real Gas) หมายถึง ก๊าซที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ เช่น O_2, CO_2 เป็นต้น โดยก๊าซนี้ไม่เป็นไปตามกฎของก๊าซ ยกเว้นเมื่ออุณหภูมิสูงและความดันต่ำ ก๊าซจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับก๊าซในอุดมคติ

กฎของเกย์ ลุสแซก (Gay Lussac's Law) เป็นกฎที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) และอุณหภูมิ (T) ของก๊าซ โดยผู้ที่ค้นพบกฎนี้คือ Gay Lussac พบว่า "ถ้าให้ปริมาตร (V) และมวลของก๊าซคงที่ ความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ของก๊าซ" สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (1)

$$V \text{ คงที่ } \quad P \,\alpha\, T \tag{1}$$

โดยที่ $\frac{P}{T} = k$ ซึ่ง k เป็นค่าคงที่ เมื่อปริมาตรและมวลของก๊าซคงที่ ถ้าความดันของก๊าซเปลี่ยนจาก P_1 เป็น P_2 และอุณหภูมิของก๊าซเปลี่ยนจาก T_1 เป็น T_2 สามารถเขียนได้ดังสมการที่ (2)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \tag{2}$$

2.2 ลมยางรถยนต์ [3]

ลมยางรถยนต์คือ อากาศที่มีอยู่ทั่ว ๆ ไปซึ่งมีส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ มากมายโดยเฉพาะก๊าซออกซิเจนและไอน้ำปะปนอยู่ เมื่อขับรถด้วยความเร็วสูงเป็นระยะทางไกล ๆ ยางรถยนต์จะเกิดความร้อนสะสมภายในยางสูงทำให้อากาศภายในยางขยายตัว ส่งผลให้ความดันลมยางเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ยางเกิดการระเบิดได้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ลมยางอ่อนกว่ามาตรฐานก็เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ยางร้อนได้ง่าย ในการเติมลมยางนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาระดับความดันลมในล้อคู่ให้เท่ากันตลอดเวลา ไม่เช่นนั้นยางเส้นที่มีแรงดันมากจะรับน้ำหนักมากทำให้ชำรุดเสียหายง่าย สึกหรอผิดปกติ เส้นที่มีแรงดันน้อยการสึกหรอของยางจะไม่เรียบเสมอกันหรือสึกอย่างผิดปกติ และในการเติมลมยางนั้นไม่ควรเติมลมยางในขณะที่ยางมีอุณหภูมิสูง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้อากาศขยายตัว

จากรูปที่ 1 หากการเติมลมยางน้อยเกินไป จะทำให้บริเวณไหล่ยางเกิดความร้อนสูง และสึกหรอเร็วกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้เนื้อยางไหม้และโครงสร้างยางรถยนต์แยกตัวออกจากกัน อันนำไปสู่การบวมล่อนและการระเบิดของยางรถยนต์ นอกจากนี้อาจทำให้โครงยางบริเวณแก้มยางฉีกขาด และยังเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันอีกด้วย หากการเติมลมยางมากเกินไป จะทำให้เกิดการลื่นไถลได้ง่าย โครงสร้างยางอาจระเบิดได้ง่ายเมื่อได้รับน้ำหนักหรือแรงกระแทก เกิดการยืดหยุ่นตัวน้อยลง อายุการใช้งานยางรถยนต์ก็จะลดน้อยลงเนื่องจากดอกยางจะสึกบริเวณตอนกลางมากกว่าส่วนอื่น และทำให้ความนุ่มนวลลดลงอีกด้วย

รูปที่ 1 ผลที่เกิดจากความแตกต่างของแรงดันลมยางรถยนต์ [3]

ดังนั้นการเติมลมยางที่ถูกต้อง ควรเติมลมยางรถยนต์ตามสเปคของรถยนต์ที่กำหนด โดยศึกษาได้จากคู่มือของรถยนต์นั้น ส่วนมากจะอยู่ที่ด้านข้างประตูรถยนต์ และในการเติมลมยางแต่ละครั้งควรเติมในขณะที่อุณหภูมิในยางรถยนต์เย็น หากเติมในขณะที่อุณหภูมิในยางรถยนต์ร้อนค่าที่ได้จากการวัดความดันจะผิดเพี้ยน เพราะเมื่ออุณหภูมิในยางรถยนต์ร้อนจะทำให้ความดันในยางรถยนต์นั้นขยายตัว

3. การออกแบบเครื่องเติมลมยาง

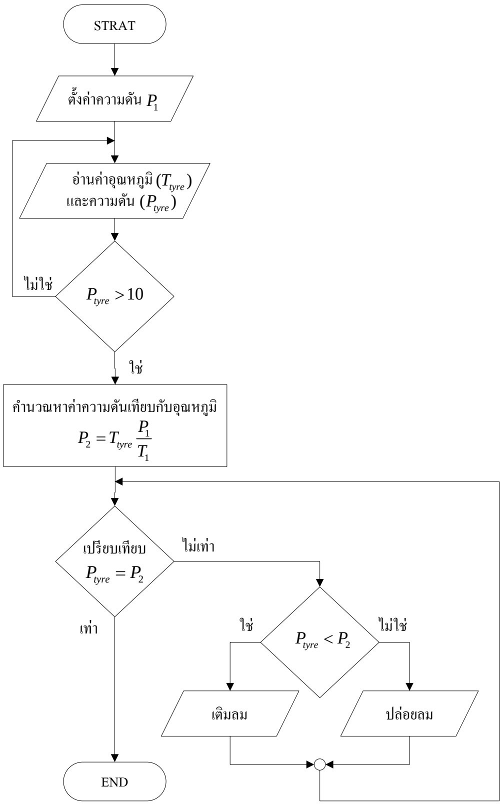
3.1 โครงสร้างเครื่องเติมลมยาง

การออกแบบเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน จะใช้เหล็กเชื่อมขึ้นรูปเป็นโครงสร้าง จากนั้นใช้แผ่นเหล็กพับขึ้นรูป แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 เครื่องเติมลมยาง โดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน

3.2 แผนภูมิสายงานการทำงาน

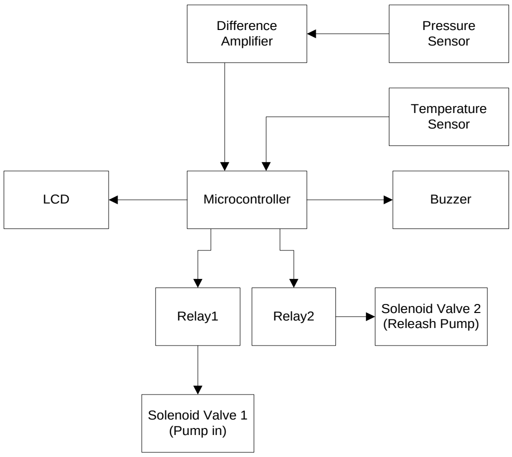
แผนภูมิสายงานการทำงานเครื่องเติมลมยาง โดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดันแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิสายงาน

3.3 ออกแบบวงจรควบคุม [4]-[6]

การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน แสดงดังรูปที่ 4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์วัดความดันจะตรวจจับอุณหภูมิและความดันภายในลมยาง โดยที่เซ็นเซอร์วัดความดันจะขยายสัญญาณด้วยวงจรขยายแบบผลต่าง (Difference Amplifier) จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์อุณหภูมิและเซ็นเซอร์ความดันที่วัดได้ในลมยาง นำมาเปรียบเทียบและประมวลผลเพื่อควบคุมการเปิด และปิดของวาล์วเครื่องปั๊มลม โดยวงจรควบคุมการเปิด และปิดจะใช้รีเลย์ (Relay) จำนวน 2 ตัว กล่าวคือ รีเลย์ตัวที่ 1 จะควบคุมการเติมลมเข้าไปในยางรถยนต์ ส่วนรีเลย์ตัวที่ 2 จะควบคุมการปล่อยลมออกจากยางรถยนต์ เมื่อเติมลมแล้วเสร็จจะมีเสียงเตือนจาก Buzzer เพื่อให้นำหัวเติมลมยางออก หน่วยของแรงดันลมมี 3 รูปแบบคือ psi (ปอนด์/ตารางนิ้ว), bar (บาร์), kPa (กิโลพาสคาล) ซึ่งสามารถแสดงค่าของหน่วยวัดความดันลมได้ทั้งสามแบบ โดยค่าของหน่วยวัดความดันลมจะแสดงค่าบนจอแอลซีดี



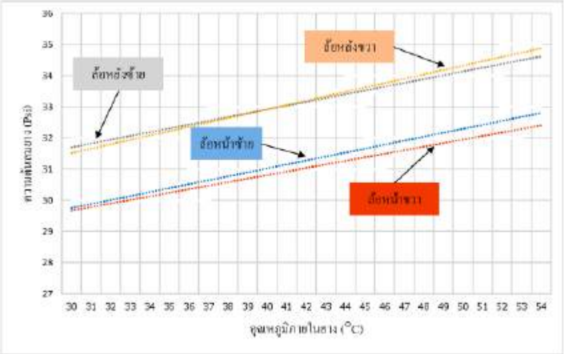
รูปที่ 4 วงจรควบคุมเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน

3.4 การแปรผันอุณหภูมิในยางและความดันลมยาง

จากการทดสอบขับรถในระยะทาง 1,000 กิโลเมตรที่ความดันลมยางล้อหน้า 30 Psi ล้อหลัง 32 Psi แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5

ตารางที่ 1 การทดสอบการแปรผันอุณหภูมิในยางและความดันลมยาง

อุณหภูมิภายในยาง (องศาเซลเซียส) (C)	ความดันล้อหน้าซ้าย (ปอนด์/ตร.นิ้ว) (Psi)	ความดันล้อหน้าขวา (ปอนด์/ตร.นิ้ว) (Psi)	ความดันล้อหลังซ้าย (ปอนด์/ตร.นิ้ว) (Psi)	ความดันล้อหลังขวา (ปอนด์/ตร.นิ้ว) (Psi)
30	30	30	32	32
31	30	30	32	32
32	30	30	32	32
33	30	30	32	32
34	30	30	32	32
35	30	30	32	32
36	31	30	32	32
37	31	30	33	32
38	31	31	33	32
39	31	31	33	33
40	31	31	33	33
41	31	31	33	33
42	31	31	33	33
43	31	31	33	33
44	31	31	33	34
45	32	31	33	34
46	32	31	34	34
47	32	32	34	34
48	32	32	34	34
49	32	32	34	34
50	32	32	34	34
51	32	32	34	34
52	33	32	34	35
53	33	32	35	35
54	33	33	35	35



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในยางและความดันลมยาง

4. ผลการทดสอบ

4.1 การทดลองเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางต่ำกว่าค่ากำหนด

ตารางที่ 2 การเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางต่ำกว่าค่ากำหนด

ก่อนทดลอง		ขณะทดลอง		หลังการทดลอง		ค่าความผิดพลาด (%)
อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	
30.6	25	30.7	30.2	30.6	30	0
39.5	25.5	39.6	30.8	30.2	30	0
44.6	26	44.1	31.3	30.9	29.5	1.67

4.2 การทดลองเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางสูงกว่าค่ากำหนด

ตารางที่ 3 การเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางสูงกว่าค่ากำหนด

ก่อนทดลอง		ขณะทดลอง		หลังการทดลอง		ค่าความผิดพลาด (%)
อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	
30.3	33	30.6	30.1	30.2	30	0
40.2	34	39.8	30.9	30.6	30.5	1.67
43.8	34	41.6	31.3	30.5	29.5	1.67

4.3 การทดลองเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางเท่ากับค่ากำหนด

ตารางที่ 4 การเติมลมยางในกรณีที่ความดันลมยางเท่ากับค่ากำหนด

ก่อนทดลอง		ขณะทดลอง		หลังการทดลอง		ค่าความผิดพลาด (%)
อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	อุณหภูมิภายในยาง (C°)	ความดันภายในยาง (Psi)	
30.2	30	29.8	30.2	30.5	30	0
40.7	31	40.5	31.1	30.3	30	0
44.1	31.5	44.5	31.2	31.4	29.5	1.67

จากตารางที่ 2 เป็นกรณีที่ยางรถยนต์มีแรงดันต่ำกว่า 30 Psi เมื่อรถวิ่งไปได้ระยะทางจนอุณหภูมิภายในยางสูงขึ้นเป็น 30.7 องศาเซลเซียส ความดันลมยางเท่ากับ 25 Psi จากนั้นทำการเติมลมยางด้วยเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดันจะเห็นว่าอุณหภูมิภายในยางเท่ากับ 30.7 องศาเซลเซียส ความดันลมยางเท่ากับ 30.2 Psi หลังจากเติมลมยางแล้วเสร็จ รอให้ยางรถยนต์มีอุณหภูมิปกติความดันลมยางจะเท่ากับ 30 Psi (ตามที่กำหนด) สำหรับตารางที่ 3 ถึง 4 สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับข้างต้น

5. สรุปผล

บทความวิจัยเครื่องเติมลมยางโดยใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน สามารถตั้งค่าความดันลมยางตามที่ต้องการ และสามารถเติมลมในขณะอุณหภูมิในยางรถยนต์มีค่าต่ำหรือสูงได้ ซึ่งจะต่างจากเครื่องเติมลมยางที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ที่มิไม่ได้คำนึงถึงอุณหภูมิภายในยางทำให้ค่าความดันที่ได้มีค่าความผิดพลาด เนื่องจากหากอุณหภูมิภายในยางรถยนต์สูงขึ้น ค่าความดันในยางรถยนต์ก็จะมีค่าสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นจึงเป็นต้องเติมลมยางรถยนต์ในขณะที่ยางรถยนต์มีอุณหภูมิที่ต่ำจึงจะได้ค่าความดันตามที่ต้องการ จากการทดลองพบว่าเครื่องเติมลมยาง โดยการใช้การแปรผันอุณหภูมิและความดัน สามารถเติมลมยางได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงอุณหภูมิภายในยางรถยนต์สูงหรือต่ำ ซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองที่ 4.1 – 4.3 และในการเติมลมยางรถยนต์แต่ละครั้งควรมีความดันภายในลมยางไม่ต่ำกว่า 10 psi

เอกสารอ้างอิง

[1] วรายุทธ พรรคพิง, และวัชระพล ทองพุ่ม. 2552. “เครื่องเติมลมอัตโนมัติ.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[2] ปรียา อนุพงษ์องอาจ. 2013. **กฎของก๊าซ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.rsu.ac.th/Science/physics/index_pom.thml. (11 มิถุนายน 2556)

[3] มิชลินประเทศไทย. 2013. **ความรู้เรื่องยางรถยนต์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://transport.michelin.co.th/Home/New-Retreaded-Tyres/Tyre-Basics/Right-pressure. (11 มิถุนายน 2556).

[4] ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย, และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2548. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877.** กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟเอ็กเพอเมนต์ จำกัด.

[5] พจนาฎ สุวรรณี. 2545. **เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

[6] โซลีนอยด์วาล์ว. 2013. **Solenoid.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://webserv.kmitl.ac.th/s1010958/web/php/Solenoidvalves.php. (11 มิถุนายน 2557).

การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

Performance Comparison between a two-switch forward converter and a RCD clamp forward converter

วิโรจน์ วุฒิ[1] อมต หลวงพล[1] อริสพา เตหลิ่ม[2] กวีวัชร์ ทัติวงษ์[1] ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์[1]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 E-mail: kwvirot@kmitl.ac.th

[2]กองทะเบียนและประมวลผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131 E-mail: alisala@buu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ โดยทำการทดสอบวงจรต้นแบบทั้งสองวงจรที่สร้างขึ้นซึ่งมี specification และค่าอุปกรณ์ในวงจรที่เหมือนกัน รวมทั้งมีลายวงจร PCB ที่ใกล้เคียงกัน หัวข้อที่ทำการเปรียบเทียบประกอบด้วย รูปคลื่นในวงจร พิกัดของอุปกรณ์สวิทช์ในวงจร ความสามารถในการรักษาแรงดันเอาท์พุท ผลการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโหลด และประสิทธิภาพของวงจร ผลการเปรียบเทียบพบว่า วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ มีแรงดันคร่อมสวิทช์ต่ำกว่า ผลตอบสนองแรงดันเอาท์พุทเร็วกว่า และมีประสิทธิภาพดีกว่าวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

คำสำคัญ: ดีซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์

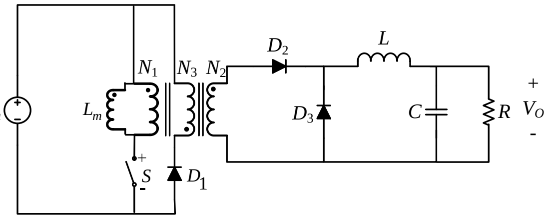
Abstract

This paper presents performance comparison between a two-switch forward converter and a RCD clamp forward converter. The performance comparison is carried out through experimentation on the two prototype circuits, which share the same circuit specifications, use the same component values, and have similar PCB layouts. Aspects to be compared include circuit waveforms, ratings of switching component, output voltage regulation, transient response due to a step-load, and efficiency. Test results show that the two-switch forward converter has a lower switch voltage, faster output response, and higher efficiency than the RCD clamp forward converter.

Keywords: DC-DC converter, forward converter

1. บทนำ

วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward converter) เป็นวงจรแปลงผันแรงดันดีซี-ดีซีที่นิยมใช้ในแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสวิทชิ่ง (Switching power supply) วงจรทำงานโดยหลักการสวิทช์ที่ความถี่สูง และมีหม้อแปลงความถี่สูง



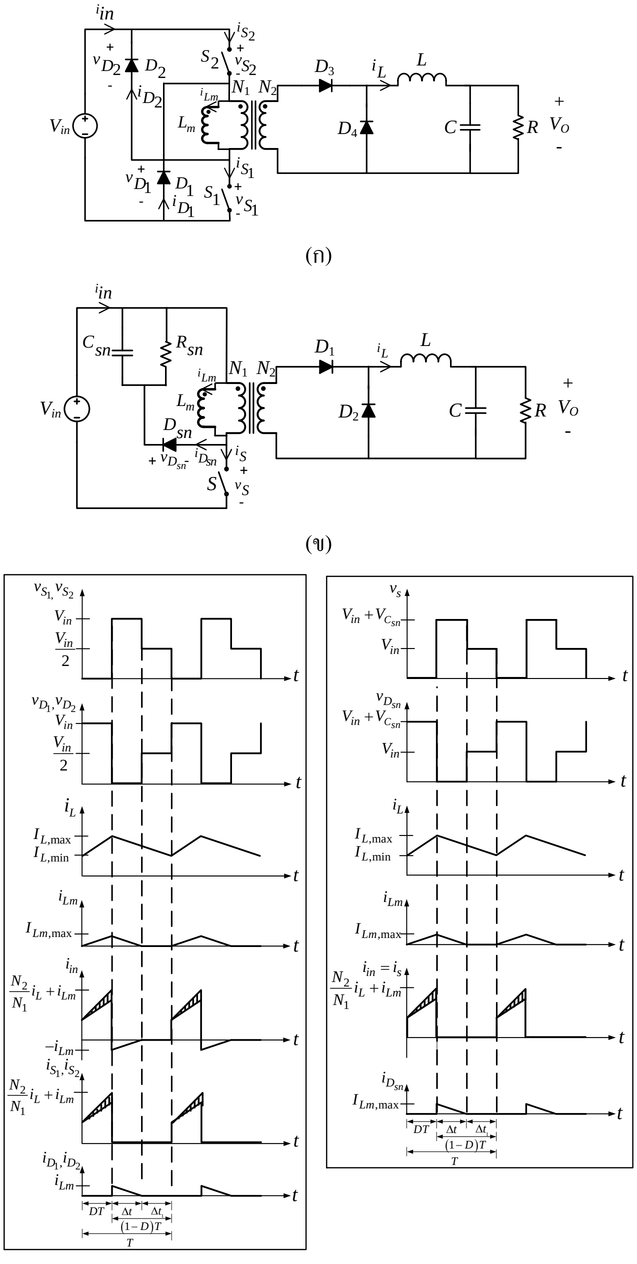
รูปที่ 1 วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิม

ทำหน้าที่แยกกราวด์ระหว่างด้านอินพุทและเอาท์พุท และช่วยกำหนดอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแรงดันให้เป็นไปตามที่ต้องการ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้โดยทั่วไป [1] แสดงในรูปที่ 1 วงจรใช้สวิทช์กำลังเพียงตัวเดียว และหม้อแปลงแบบที่มี 3 ขดลวด โดยมีขดลวดปฐมภูมิ (Primary winding, N_1) เป็นด้านอินพุท ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary winding, N_2) เป็นด้านเอาท์พุท และขดลวดตติยภูมิ (Tertiary winding, N_3) ที่ต่ออนุกรมกับไดโอดทำหน้าที่รีเซท (Reset) ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กเพื่อป้องกันการอิ่มตัว การที่ต้องใช้หม้อแปลงแบบสามขดลวดนี้ถือเป็นจุดด้อยของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ในรูปที่ 1 เนื่องจากมีความยุ่งยากในการออกแบบและผลิต และมีราคาสูงกว่าหม้อแปลงแบบสองขดลวด ข้อเสียอีกข้อหนึ่งของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ในรูปที่ 1 คือในช่วงเวลาที่สวิทช์หยุดนำกระแสจะเกิดแรงดันเท่ากับแรงดันอินพุทรวมกับแรงดันคร่อมขดลวดปฐมภูมิ ที่เกิดจากการทำงานของขดลวดตติยภูมิ ตกคร่อมสวิทช์กำลัง โดยทั่วไปอัตราส่วนจำนวนรอบขดลวด Primary ต่อขดลวด Tertiary มีค่าเท่ากับหนึ่ง (N_1:N_3=1) ซึ่งจะส่งผลให้แรงดันตกคร่อมสวิทช์กำลังมีค่าเป็นสองเท่าของแรงดันอินพุท ดังนั้น สวิทช์กำลังที่เลือกใช้จึงต้องมีพิกัดการทนแรงดันที่สูงและมีราคาแพง

จากข้อจำกัดของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิมที่ต้องมีการใช้ขดลวด Tertiary และแรงดันคร่อมสวิทช์มีค่าสูง จึงได้มีการพัฒนาวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้เทคนิคการรีเซทฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็ก

แบบต่างๆ [2] โดยวงจรได้รับความนิยม และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ [3] (Two-switch forward converter) และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ [4] (RCD clamp forward converter) บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบสมรรถนะของวงจรทั้งสองแบบ โดยการทดสอบวงจรต้นแบบทั้งสองวงจรที่ได้สร้างขึ้น

2. หลักการทำงาน



รูปที่ 2 (ก) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ (ข) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ (ค) รูปคลื่นในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ (ง) รูปคลื่นในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

ที่สภาวะคงตัว (Steady-state condition) ในหนึ่งคาบเวลาการสวิทช์ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์คอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ (2Sw) และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ (RCD) ในรูปที่ 2 (ก) และ (ข) มีการทำงาน 3 สภาวะคือ

(1) เมื่อสวิทช์ (S_1,S_2) ในวงจร 2Sw และสวิทช์ (S) ในวงจร RCD นำกระแสขดลวด Primary จะได้รับแรงดันอินพุท V_{in} ส่งผลให้ฟลั๊กแม่เหล็กเพิ่มขึ้นในแกนเหล็กของหม้อแปลง (i_{Lm} มีค่าเพิ่มขึ้น) แรงดันเหนี่ยวนำทางด้าน Secondary (v_2) ทำให้ไดโอด (D_3) ในวงจร 2Sw และ (D_1) ในวงจร RCD อยู่ในสภาวะฟอร์เวิร์ดไบอัสเกิดกระแสด้าน Secondary ไหลผ่านตัว L ไปยังตัวเก็บประจุเอาท์พุท C และความต้านทานโหลด R

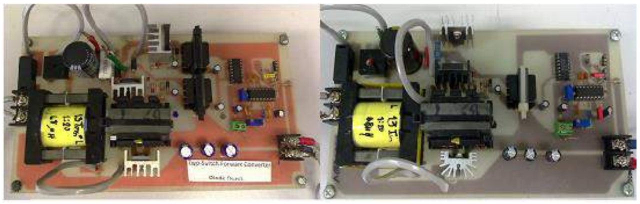
(2) เมื่อสวิทช์ (S_1,S_2) ในวงจร 2Sw และสวิทช์ (S) ในวงจร RCD หยุดนำกระแส ไดโอด (D_1,D_2) ในวงจร 2Sw นำกระแส ขดลวด Primary จะได้รับแรงดันอินพุทที่มีขั้วตรงข้ามกันจากเดิม (-V_{in}) ส่งผลให้ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนหม้อแปลงลดลง (i_{LM} มีค่าลดลง) นั่นคือ ฟลั๊กแม่เหล็กถูกรีเซตโดยการทำงานของ (D_1,D_2) ส่วนทางด้านวงจร RCD ไดโอด (D_{sn}) นำกระแสขดลวด Primary จะได้รับแรงดัน V_{Csn} ที่มีขั้วตรงข้ามกันจากเดิม ส่งผลให้ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กของหม้อแปลงลดลง (i_{Lm} มีค่าลดลง) นั่นคือ ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กถูกรีเซตโดยวงจรแคลมป์ ทางด้าน Secondary ไดโอด (D_3) ในวงจร 2Sw และไดโอด (D_1) ในวงจร RCD อยู่ในสภาวะรีเวิร์สไบอัส และหยุดนำกระแส ในขณะที่กระแสตัวเหนี่ยวนำ L ยังคงไหลได้อย่างต่อเนื่องโดยผ่านไดโอด (D_4) ในวงจร 2Sw และไดโอด D_2 ในวงจร RCD

(3) เมื่อสวิทช์ (S_1,S_2) ไดโอด (D_1,D_2) ในวงจร 2Sw และสวิทช์(S) ไดโอด (D_{sn})ในวงจร RCD.หยุดนำกระแส ในช่วงเวลานี้แกนเหล็กหม้อแปลงได้รีเซทอย่างสมบูรณ์ (i_{Lm} = 0) ทำให้แรงดันเหนี่ยวนำที่ขดลวด Primary และ Secondary มีค่าเป็นศูนย์ ทางด้าน Secondary กระแสตัวเหนี่ยวนำ L ยังคงลดลงอย่างต่อเนื่องโดยแยกไหลผ่านไดโอด (D_3,D_4) ในวงจร 2Sw และไดโอด (D_1,D_2) ในวงจร RCD

3. รายละเอียดวงจรต้นแบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบ และสร้างวงจรต้นแบบฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และวงจรต้นแบบฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ ดังแสดงในรูปที่ 3 เพื่อใช้ในการทดลองศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างวงจรทั้งสอง วงจรต้นแบบทั้งสองถูกออกแบบให้รับแรงดันอินพุทกระแสสลับ $V_{in,AC}$ 220V±10% 50Hz สร้างแรงดันเอาท์พุทคงที่ 5V และทำงานที่ความถี่สวิทช์ 100kHz

แรงดันเอาท์พุทถูกควบคุมให้มีค่าคงที่โดยใช้ IC UC3825 [3] แรงดันเอาท์พุทจะถูกป้อนกลับมายัง Error amplifier ที่อยู่ภายในตัว IC ซึ่งมีขา 1, 2 และ 3 เป็นขา Inverting Non-inverting และ Output ตามลำดับ สัญญาณเอาท์พุท PWM จากขา 11 ของไอซี ใช้ขับเกตมอสเฟตโดยผ่านวงจรขับแบบใช้หม้อแปลงแยก (Isolated transformer drive circuit) ในกรณีของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ จะใช้วงจรขับเพียงชุดเดียวเนื่องจากมีมอสเฟตกำลังเพียงตัวเดียว ในกรณีของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ ต้องใช้วงจรขับที่เหมือนกันสองชุดเนื่องจากมีมอสเฟตกำลังสองตัว



(ก) (ข)

รูปที่ 3 (ก) ภาพถ่ายวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์
(ข) ภาพถ่ายวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

4. การเปรียบเทียบสมรรถนะ

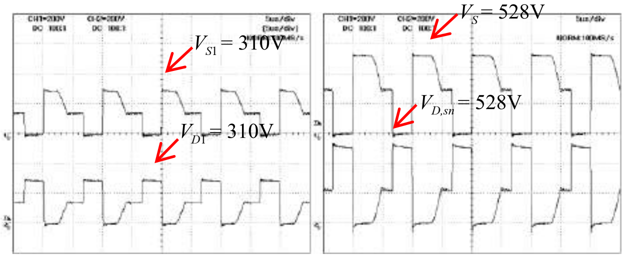
วงจรต้นแบบฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และอาร์ซีดีแคลมป์ ถูกนำมาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกระแส แรงดัน ประสิทธิภาพ และความสามารถในการรักษาระดับแรงดันเอาท์พุท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอด

ผลการวัดรูปคลื่นแรงดันของสวิทช์และไดโอดแสดงในรูปที่ 4 (ก) และ (ข) โดยรูปคลื่นที่วัดได้จะใกล้เคียงกับรูปคลื่นทางทฤษฎีในรูปที่ 2 (ค) และ (ง) ในกรณีของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ แรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดสูงสุดมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุท ($V_{in,\,DC}$ = 310V) ส่วนในกรณีของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ แรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดสูงสุดมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุทรวมกับแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุ C_{sn} (Vc_{sn}) ที่ I_o = 1A แรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดสูงสุดที่วัดได้มีค่าประมาณ 488V และที่ I_o = 10A แรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดสูงสุดที่วัดได้มีค่าประมาณ 528V นั่นคือความเครียดอันเนื่องมาจากแรงดัน ของอุปกรณ์สวิทช์ (Device Voltage Stress) ในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์จะต่ำกว่าในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ และสามารถเลือกใช้มอสเฟตและไดโอดที่มีพิกัดการทนแรงดันที่ต่ำกว่าได้

4.2 ความสามารถในการรักษาระดับแรงดันเอาท์พุท

ผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์เปรียบเทียบกับวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ ที่แรงดันอินพุท และกระแสโหลดค่าต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่า วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์มีการรักษาแรงดันเอาท์พุทที่ดีกว่าวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ โดยเมื่อกระแสโหลดเพิ่มขึ้นจากค่าต่ำสุด (I_o = 2A) ถึงค่าสูงสุด (I_o = 10A) แรงดันเอาท์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ตกลง 0.01V (5.010V-4.99V) เทียบกับ 0.025V (5.003V-4.978V) ในกรณีของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

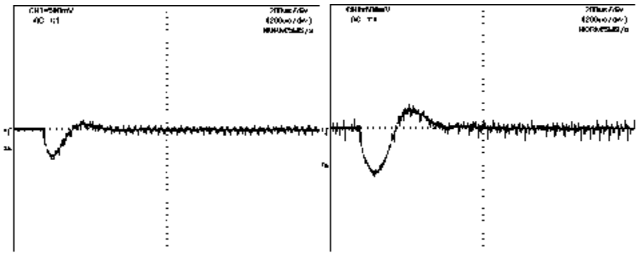


(ก) x:5μs/div, y:200V/div (ข) x:5μs/div, y:200V/div

รูปที่ 4 รูปคลื่นแรงดันคร่อมสวิทช์ และไดโอดที่ $V_{in,AC}$ 220V และ I_o = 10A (ก) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ (ข) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

ตารางที่ 1 ผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และอาร์ซีดีแคลมป์

I_O	2A		4A		6A		8A		10A	
	2sw	RCD	2sw	RCD	2sw	RCD	2sw	RCD	2sw	RCD
$V_{in,\,DC}$=280V	5.010	5.003	5.007	4.999	5.004	4.992	5.002	4.985	4.999	4.980
$V_{in,\,DC}$=311V	5.010	5.003	5.007	4.999	5.005	4.991	5.002	4.986	4.999	4.978
$V_{in,\,DC}$=242V	5.010	5.003	5.007	4.999	5.004	4.991	5.002	4.985	4.999	4.980



(ก) (ข)

รูปที่ 5 ผลตอบสนองแรงดันเอาท์พุทเมื่อกระแสโหลดเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันจาก I_o = 1A ไปเป็นและ I_o = 5A (x:200µs/div y:0.5A/div) (ก) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ (ข) วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

4.3 ผลตอบสนองแรงดันเอาท์พุท

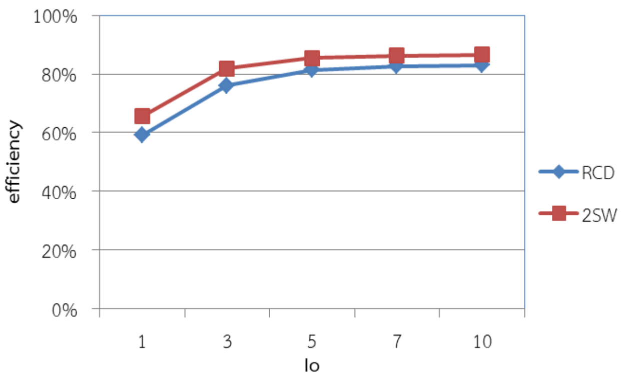
ผลการวัดการตอบสนองของแรงดันไฟฟ้าที่เอาท์พุทแสดงในรูปที่ 5 แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ รูปที่ 5 (ก) ตกชั่วขณะสูงสุดมีค่า 0.45V และมีเวลาคืนตัว 400µs ในขณะที่แรงดันเอาต์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ รูปที่ 5 (ข) ตกชั่วขณะสูงสุดมีค่า 0.75V และมีเวลาคืนตัว 600µs

4.4 ประสิทธิภาพของวงจร

จากตารางที่ 2 และกราฟรูปที่ 6 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ มีค่าสูงกว่าวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ ตลอดย่านกระแสโหลด โดยวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ มีประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 87% ที่กระแสโหลด 10A

ตารางที่ 2 ผลการวัดประสิทธิภาพของทั้งสองวงจรที่แรงดัน $V_{in,AC}$ 220V

I_o	1A	3A	5A	7A	10A
2SW	65.52%	81.88%	85.45%	86.14%	86.53%
RCD	59.09%	76.10%	81.31%	82.69%	83.03%



รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์

5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอหลักการทำงาน และการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์ และวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ ผลการวัดรูปคลื่นกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าของวงจรต้นแบบทั้งสองวงจรพบว่ารูปคลื่นที่ได้จากการวัดสอดคล้องกับรูปคลื่นที่ได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎี ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะพบว่าวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิทช์มีความเครียดเนื่องจากแรงดัน (Voltage stress) ของสวิทช์ และไดโอดที่น้อยกว่า มีผลตอบสนองแรงดันเอาท์พุทต่อการเปลี่ยนแปลงโหลดที่ดีกว่า และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์อาร์ซีดีแคลมป์ตลอดย่านกระแสโหลด

เอกสารอ้างอิง

[1] D. W. Hart, Introduction to Power Electronics, Prentice Hall Inc, 1997.

[2] F. D Tan, "The forward converter: from the classic to the contemporary", Applied Power Electronic Conference, Vol. 2, pp. 857-864, 2002.

[3] V. Wuti, T. Kerdpol, and C. Bunlaksananusorn, "Feedback compensator design for a two-switch forward converter", IEEE International Conference on Electron Devices and Solid State Circuits, pp.1-4, 2012.

[4] C. D. Bridge, "Clamp voltage analysis for RCD forward converters", Applied Power Electronics Conference and Exposition, pp 959-965, 2000.

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศเพื่อแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้ง : กรณีศึกษาทางโค้งถนนสาย 4046 ช่วงสะพานข้ามคลองสองแพรก อ.สิเกา จ.ตรัง

Application Aerial Photography Technology for solving the accidents around the curve : A case study of route no. 4046 curve road bridge over songprack canal sikao trang province.

สุรศักดิ์ เกตุบุญนาค[1] ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ[2] ชัยวัฒน์ สากุล[3]
[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
[2]สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
[3]สาขาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
179 หมู่ที่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150 โทรศัพท์ 075-204051-7 E-mail : plesurasak@gmail.com

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศเพื่อแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้ง : กรณีศึกษาทางโค้งถนนสาย 4046 ช่วงสะพานข้ามคลองสองแพรก อ.สิเกา จ.ตรัง สามารถดำเนินการด้วยการสำรวจภาคสนาม แต่เนื่องจากมีความเสี่ยงของดำเนินการต่อผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างสูง และต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์หลายชิ้น อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการนำภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน มาประยุกต์ใช้ในการสำรวจ อันจะส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน และใช้อุปกรณ์ไม่มาก อีกทั้งข้อมูลที่ได้ยังมีความทันสมัย มีความชัดเจน จากการวิจัยพบว่า ลักษณะทางกายภาพของโค้งดังกล่าวเป็นโค้งแบบวงกลมมีรัศมีแคบ มีสะพานอยู่ในช่วงจุดสิ้นสุดของโค้ง และมิได้ยกโค้งเพื่อรองรับแรงหนีศูนย์กลางของยานพาหนะที่แล่น ส่งผลให้ยานพาหนะเมื่อเข้าสู่โค้งทำให้เกิดการลื่นไถลออกไปปะทะกับขอบทางหรือบริเวณราวสะพาน โดยความเร็วปลอดภัยที่ใช้ได้สูงสุดในโค้งนี้ไม่เกิน 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้แล้วพื้นผิวทางเก่าและเสื่อมสภาพ เนื่องจากอายุการใช้งานทำให้แรงเสียดทานระหว่างล้อกับผิวทางน้อยจึงเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุบริเวณดังกล่าว

คำสำคัญ : ภาพถ่ายทางอากาศ, ทางโค้ง, อุบัติเหตุ, จังหวัดตรัง

ABSTRACT

The application of aerial photography technology from drone to resolve incidents around curves: a case study of route No. 4046 curve road bridge over Songprack canal Sikao Trang province. Troubleshooting can be performed with the survey in the field but cause of the risk of continuing operations are quite high and must live or multiple devices. It also has a high cost Thus, the concept of bringing in an Aerial Photography from unmanned aircraft, or drones. To applications in Survey this will result in cost savings, reduce the risk of worker and use no more the data can also be modern, a clearer. The research found that the geometric characteristics of the curve such as a circular arc with a radius and a narrow bridge in the end of the curve and is raised to accommodate curved centrifugal force of the vehicle when moving into a curve, causing slipping away clash with a curb or railing. The safe speed is available in this curve up to 75 km / hour and the surface of the skin to the old, deteriorating the lifespan makes friction between the wheels on the pavement so it is a major cause of accidents in such areas.

Keywords: Aerial Photography, Route curve, Accident, Trang Province

1. บทนำ

การพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ส่งผลให้มีการพัฒนาการคมนาคมทางบกมากขึ้น จากการพัฒนานี้ ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจร โดยเฉพาะปัญหาอุบัติเหตุจราจร จากสถิติของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ในช่วง 5 ปี ระหว่างปี 2546-2550 ประเทศไทยมีผู้บาดเจ็บ จากอุบัติเหตุจราจรจำนวน 430,620 ราย [1] และจากข้อมูลของสำนักอำนวยความปลอดภัยกรมทางหลวงอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงพบว่าจากปี 2544 จนถึงปี 2551 คิดเป็นประมาณ15% ของทั้งประเทศ [2] ปัญหาจุดเสี่ยงอันตรายบริเวณทางโค้ง พบทั่วไปบนท้องถนน หากแต่บริเวณทางโค้งดังกล่าวมีสะพานอยู่ร่วมด้วยแล้วยิ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพทางด้านกายภาพของถนนที่ได้ออกแบบผิดเพี้ยนไปจากทฤษฎีที่นำมาใช้มาออกแบบ ส่งผลให้เกิด

อุบัติเหตุกับผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยความรุนแรงของอุบัติเหตุนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของโค้งและความเร็วของยานพาหนะที่ใช้เส้นทางดังกล่าวอีกด้วย

2. วิธีการศึกษา

ทวี (2550) รายงานการประยุกต์ใช้ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์หาจุดอันตรายบนทางพิเศษ โดยการหาจุดอันตรายด้วยวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate Method) ในการจัดลำดับของจุดอันตรายบนทางพิเศษเฉลิมมหานคร (ระบบทางด่วนขั้นที่ 1) ทางพิเศษศรีรัช (ระบบทางด่วน ขั้นที่ 1) และทางพิเศษฉลองรัช (ทางด่วนสาย รามอินทรา - อาจณรงค์) และใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ ปริมาณจราจร และลักษณะทางกายภาพของถนน ผลการศึกษาอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณ ทางโค้ง ทางแยกต่างระดับที่มีรัศมีแคบ และมีความลาดชัน [3]

สุพรชัย (2544) รายงานการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาจุดอันตรายบนถนนทางหลวงในประเทศไทยโดยทำการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนทางหลวงเฉพาะในจังหวัดนครปฐม โดยใช้โปรแกรม Arc view 3.x และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และใช้งานจึงจัดทำ User Interface ซึ่งเขียนโดย Avenue Script เพื่อให้สามารถวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนทางหลวง [4]

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะทางกายภาพของถนนบริเวณทางโค้งที่เชื่อมต่อกับสะพาน 2) ปัจจัยและเงื่อนไขของการเกิดอุบัติเหตุในบริเวณทางโค้งอันเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของถนน โดยการใช้ภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับทฤษฎีการออกแบบทางโค้ง เพื่อนำมาเป็นแบบในการนำเสนอแนวทางแก้ไขรูปแบบทางกายภาพของถนน เพื่อลดจำนวนและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้ง

2.1 พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาบริเวณทางโค้งถนนสาย 4046 ช่วงสะพานข้ามคลองสองแพรก อ.สิเกา จ.ตรัง ซึ่งบริเวณนี้เกิดอุบัติเหตุรถเสียหลักบริเวณทางโค้งหลายครั้ง

รูปที่ 1 อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบริเวณทางโค้งดังกล่าว

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

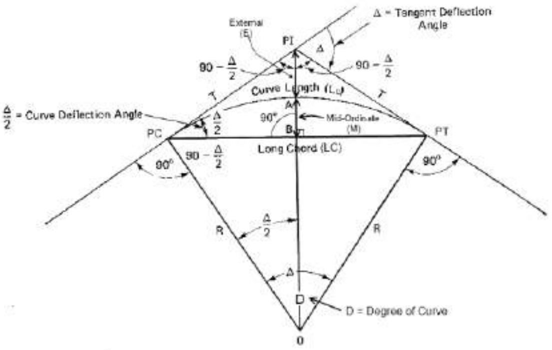
ผู้วิจัยได้ใช้ อากาศยานไร้คนขับรุ่น Mavic Pro ถ่ายภาพด้วยความละเอียด 4000 x 3000 พิกเซล ที่ระดับความสูง 200 เมตร มุมถ่ายภาพแนวดิ่ง 90 องศาเพื่อเป็นข้อมูลทางกายภาพของถนนดังกล่าว

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การปรับมาตราส่วนภาพ นำภาพถ่ายทางอากาศของถนนที่ได้มาทำการปรับมาตราส่วนด้วยโปรแกรมสำหรับการเขียนแบบ โดยการปรับค่าเปรียบเทียบมาตราส่วนจากข้อมูลจริงที่มีอยู่

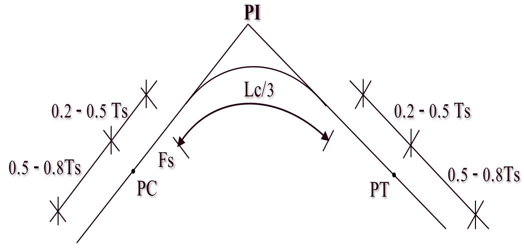
2) การจำลองลักษณะทางกายภาพของโค้ง ดำเนินการโดยโปรแกรมสำหรับการเขียนแบบ ดำเนินการลากเส้นต่างๆ ในโปรแกรมและนำค่าที่ได้จากการวัดนำมาคำนวณด้วยสูตรเพื่อหาอัตราการยกโค้ง ความยาวของโค้ง ตำแหน่งที่เริ่มยกโค้ง-สิ้นสุดโค้ง และความเร็วที่ปลอดภัยของยานพาหนะที่ใช้โค้งดังกล่าวโดยอาศัยทฤษฎีค่ามาตรฐานตามการออกแบบ AASHTO

(http://civil3du.blogspot.com/2013/02/superelevation.html)



รูปที่ 2 ลักษณะแสดงส่วนประกอบของโค้งวงกลม [5]

(http://kontumtang.com/index.php/th/)



รูปที่ 3 ระยะต่างๆในการยกโค้ง [6]

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

Δ = มุมหักเหหรือมุมเบี่ยงเบน Deflection Angle

PI = จุดหักเหหรือจุดเบี่ยงเบนแนวเส้นทาง Point of Intersection

PC = จุดเริ่มโค้ง Point of Curvature

PT = จุดสิ้นสุดโค้ง Point of Tangency

R = รัศมี Radius

L = ความยาวโค้ง Length of Curve

LC = ระยะตรงจากจุด P.I ถึงจุด P.T, Long Chord

D = มุมที่รองรับระยะโค้งยาว 100 เมตร. Degree of Curve

T = ระยะทางตรงจากจุด PC. ถึง PI. Tangent Distance

E = ระยะจากจุด PI. ถึง จุดกึ่งกลางโค้ง External Distance

M = ระยะจากกึ่งกลางความยาวโค้งถึงระยะกึ่งกลางคอร์ด (LC) Middle Ordinate3)

NC = รูปร่างของผิวจราจรที่มีความลาดเอียงเป็นเปอร์เซ็นต์ตามที่ได้ออกแบบไว้

HC = รูปร่างของผิวจราจรที่มีค่าความลาดเอียงอยู่ในแนวระดับ (0 เปอร์เซ็นต์)

FC = รูปร่างของผิวจราจรที่มีค่าความลาดเอียงเท่ากับ NC แต่ทิศทางตรงกันข้าม (ยกระดับเพิ่มขึ้นจาก HC)

FS = หมายถึง ผิวจราจรที่มีค่าความลาดเอียงเท่ากับค่า e ที่ได้ออกแบบไว้ (ยกระดับเพิ่มขึ้นจาก FC)

Smin = ค่าความลาดเอียงตามแนวยาวของถนน

Ts = ระยะทางที่จะใช้ในการเปลี่ยนค่าความลาดของผิวจราจรจาก NC ไปจนถึง FS

$$R = \frac{5729.578}{D} \quad (1)$$

$$e = \frac{0.004V^2}{R} \quad (2)$$

3. ผลการศึกษา

3.1. ภาพถ่ายทางอากาศที่นำมาจำลองลักษณะทางกายภาพของโค้งดังกล่าวในโปรแกรมสำเร็จรูปพบว่าโค้งดังกล่าวเป็นโค้งวงกลม (Circular Curve) (รูปที่ 4) โดยค่ารัศมีทางโค้ง (R) เท่ากับ **227.3794 เมตร** และมุมที่จุดศูนย์กลางของโค้ง (Δ) เท่ากับ **26º** อัตราการยกโค้งและความเร็วที่ปลอดภัยของยานพาหนะที่วิ่งในโค้งเบื้องต้นโดยกำหนดความเร็วที่ใช้สำหรับยานพาหนะเท่ากับ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่งผลให้ค่าการยกโค้ง 14.25 เมตรต่อเมตร ซึ่งมากกว่าข้อบังคับในการออกแบบทางโค้งซึ่งให้สามารถยกโค้งสูงสุดเพียง 10 เมตรต่อเมตรเท่านั้น

รูปที่ 4 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณโค้ง และการจำลองหามุมโค้งและรัศมีทางโค้ง

ดังนั้นเมื่อแทนค่าจะได้ค่าความเร็วที่ใช้ในโค้ง**ต้องไม่เกิน 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง** และรัศมีทางโค้งเมื่อทำการคำนวณแล้วมีค่าเท่ากับ 225 เมตรซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลที่จำลองได้ และตำแหน่งของจุดที่สิ้นสุดโค้งนั้นยังอยู่ในช่วงของสะพานซึ่งอยู่ในบริเวณปลายในส่วนของทางโค้งซึ่งเป็นระยะทางห่างจากจุดหักเหหรือจุดเบี่ยงเบนแนวเส้นทาง (PI) เท่ากับ **48.33 เมตร** โดยที่โค้งนี้มีความยาวโค้ง (Length of Curve) ทั้งสิ้น **141.176 เมตร**

3.2. สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในบริเวณโค้งดังกล่าวเกิดจากการลื่นไถล เนื่องจากน้ำหนักรถและแรงหนีศูนย์กลางของยานพาหนะที่เข้าโค้งอันเนื่องจากแรงเสียดทานของผิวถนนกับล้อของยานพาหนะ อีกทั้งโค้งยังอยู่ในช่วงของสะพานที่มิได้มีการยกโค้งรองรับแรงหนีศูนย์กลางทำให้เกิดอุบัติเหตุโดยชนกับขอบทางหรือราวสะพาน

4. สรุปผลการศึกษา

ลักษณะทางกายภาพของทางโค้งเป็นโค้งวงกลมที่มีรัศมีทางโค้งและมุมที่แคบ อีกทั้งยังมีสะพานเป็นส่วนประกอบอยู่ปลายโค้ง ส่งผลให้การยกโค้งไม่สมบูรณ์ เมื่อยานพาหนะแล่นผ่านจะเกิดการหลุดโค้งเนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางของยานพาหนะ

5. ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่สำรวจได้เป็นเพียงข้อมูลเพื่อที่จะทราบค่าต่างๆ ในเบื้องต้นควรให้มีการซ่อมผิวทางโดยการลาดยางแอสพัลส์ติกคอนกรีตทับผิวหน้าตลอดทางโค้งเพื่อให้เกิดแรงเสียดทานให้มากขึ้น การติดตั้งแถบเตือนบนผิวทางเพื่อให้ชะลอความเร็วก่อนเข้าสู่โค้ง การติดตั้งป้ายเตือนให้ผู้ใช้ทางทราบ ว่าต้องลดความเร็วก่อนที่จะเข้าสู่โค้งดังกล่าว หากจำเป็นที่จะต้องแก้ไขอย่างจริงจังจำเป็นที่จะต้องเก็บข้อมูลเชิงลึกอย่างละเอียดอีกครั้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจากชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียง บุคลากรหลายฝ่าย ที่กรุณาให้ข้อมูล คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และผู้เขียนขอขอบคุณหมวดการทางสิเกาที่ให้ข้อมูลต่างๆ จนสามารถให้งานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

[1] วัฒนวงศ์ รัตนวราห์, ชิษณุ อัมพรายน์ และชยพล ถาวรทนต์. 2550. การพิสูจน์จุดอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุบริเวณถนนรามอินทราและถนนแจ้งวัฒนะ. NCCE12-Volumes (TRB). หน้า 189-201.

[2] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม. 2546. ความรู้ด้านการวิเคราะห์จุดอันตราย. พิมพ์ครั้งที่ 1.

[3] ทวี อุทัยเศรษฐวัฒน์ 2550. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาจุดอันตรายในทางพิเศษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 119 หน้า.

[4] สุพรชัย อุทัยนฤมล. 2543. การประยุกต์ใช้สารสนเทศ ภูมิศาสตร์ในการหาจุดอันตรายบนทางหลวงในประเทศไทย.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 32 หน้า.

[5] Minnesota Department of Transportation Office of Traffic Engineering Published. 2001. Traffic Safety Fundamental Handbook. 1-53.

[6] Utainarumol, S., Robert, E., and Stammer, J. 1999. An evaluation of method for identifying hazardous highway locations. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, (3), 287.

ระบบสารสนเทศเพื่อการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นรถไฟ

Information System for Railway Crossing Over and Monitoring in Control System

พีรชัย ฐิติไชโย ธัญรดา มุกดาพิทักษ์ ปรีชญา เดชา บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์[1] ดลชัย สุขเจริญผล[2] และวันวิสา ชัชวงษ์[3]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327
E-mail: [1]yuna001@gmail.com, [2]dolchai.so@kmitl.ac.th, [3]kai2521@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในระบบไม้กั้นรถไฟให้มีความปลอดภัย โดยจะแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนควบคุมไม้กั้นจะทำการควบคุมไม้กั้นผ่านโปรแกรม และส่วนมอนิเตอร์ที่จะทำการแสดงสถานะไม้กั้นและส่งขึ้นไปแสดงผลที่หน้าจอของผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, ไม้กั้นรถไฟ, มอนิเตอร์,

Abstract

This research applied information technology hardware and software. For prepared to make railway crossing over system to safety. It is divided into two main parts. The first part control railway crossing over will be controlled though the application. And Second part monitor will show the status and send to the display screen of user.

Keywords: information system, railway crossing over, monitor,

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การเดินทางหรือการขนส่งด้วยรถไฟ [1] - [2] เป็นที่นิยมมากขึ้น มีผู้ใช้เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามนโยบายของรัฐบาล แต่ในปัจจุบันระบบการเดินรถไฟยังขาดระบบการจัดการที่ดี ไม่ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาที่สำคัญ คือปัญหาการควบคุมและตรวจสอบสถานะไม้กั้นทางข้ามทางรถไฟตามจุดต่างๆ ระหว่างทางว่ามีสถานะเปิดหรือปิดอยู่ ที่ไม่สามารถควบคุมตรวจสอบได้จากส่วนกลางตามเวลาจริง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอระบบสารสนเทศ [3] – [4] เพื่อการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นทางข้ามทางรถไฟขึ้น เพื่อใช้สำหรับการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นทางข้ามทางรถไฟ โดยเป็นการจัดทำระบบที่นำเอาเทคโนโลยีของระบบเครือข่ายตัวรับรู้ไร้สาย [5] – [6] โดยใช้เทคโนโลยี ZigBee มาพัฒนาระบบเครือข่ายตัวรับรู้ไร้สายทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 มาช่วยในการควบคุมและระบุสถานะการทำงานของไม้กั้นทางข้ามทางรถไฟ

2. หลักการที่ใช้

2.1 เครื่องกั้นทางรถไฟ

เครื่องกั้นทางรถไฟ [5] – [6] มีหลักการอย่างง่าย ๆ คือ เมื่อรถไฟใกล้จะถึงทางผ่านเสมอระดับ วงจรไฟตอนที่ใกล้กับทางผ่านจะทำงาน ทำให้เครื่องกั้นส่งเสียงดังขึ้นพร้อมกับค่อย ๆ ลดคานกั้นลง เมื่อคานกั้นลงเต็มที่แล้ว เครื่องกั้นบางแห่งจะหยุดส่งเสียง แต่บางแห่งไม่หยุด พนักงานขับรถหรือช่างเครื่องบนขบวนรถ มีหน้าที่เปิดหวีดและลั่นระฆัง (ถ้ามี) ครั้นขบวนรถผ่านพ้นทางรถไฟดีแล้วเครื่องกั้นจึงจะหยุดสัญญาณเตือนและเลิกกั้น ในบางคราวหากมีสัญญาณผ่านถนนเสมอระดับทาง ก็มักให้สัญญาณอนุญาต เป็นไฟวาบ 5 ดวงเพื่อให้พนักงานขับรถสามารถเคลื่อนรถได้ด้วยความเร็วเต็มพิกัดทาง แสดงในรูปที่ 1.

รูปที่ 1 เครื่องกั้นทางรถไฟ

2.2 ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ

ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ (Railway Signaling System) [7] เป็นระบบกลไก สัญญาณไฟ และระบบคอมพิวเตอร์ ใช้ในการแจ้งให้พนักงานเดินรถไฟทราบสภาพเส้นทางข้างหน้า เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเดินขบวนรถไฟ หยุดรถไฟ ชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ให้การเดินรถดำเนินไปได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการเดินรถสวนกันบนเส้นทางเดียว หรือการสับหลีกเพื่อให้รถไฟวิ่งสวนกันบริเวณสถานีรถไฟ หรือการสับหลีกให้ขบวนที่วิ่งเร็วผ่านไปก่อน หรือควบคุมรถไฟให้การเดินขบวนเป็นไปตามที่กำหนดไว้ นอกจากระบบอาณัติสัญญาณรถไฟจะควบคุมและกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ ระยะเวลาในการเดินรถของขบวนรถที่อยู่บนทางร่วมเดียวกัน และการสับหลีกบริเวณสถานีรถไฟหรือจุดสับหลีกแล้ว ระบบจะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกด้วย โดยการควบคุมจะถูกออกแบบให้ทำงานสัมพันธ์กัน เพื่อให้พนักงานขับรถไฟสามารถตัดสินใจเดินรถได้อย่างมั่นใจ และไม่ให้เกิดความสับสน นอกจากนี้การควบคุมระบบอาณัติสัญญาณที่ดียังส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเดินรถสูงมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

3. โมดูลฮาร์ดแวร์ที่ใช้

3.1 ไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino UNO

ระบบที่นำเสนอ จะมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 [8] – [10] ที่มีการพัฒนาแบบ Open source ทำให้ง่ายต่อการศึกษาและวิจัย สามารถเชื่อมตัวอุปกรณ์เสริมภายนอกได้ง่าย ทำให้นำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย โดยมีลักษณะอยู่ในรูปของบอร์ดดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

4. การออกแบบ

ในการออกแบบจะมีหลักการทำงานดังรูปที่ 3 จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการส่งค่าเซนเซอร์มาที่ ECU จะใช้ Arduino UNO มาทำ

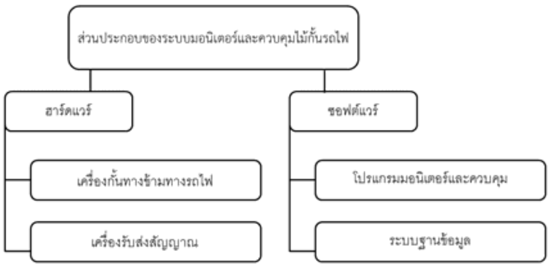
3.2 ZigBee

ZigBee [11] – [12] เป็นโมดูลการสื่อสารไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์ก็เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ ซึ่งระบบนี้จะสามารถทำงาน ในร่ม กลางแจ้ง ทนแดด ทนฝน และอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็ก

รูปที่ 3 ลักษณะ ZigBee

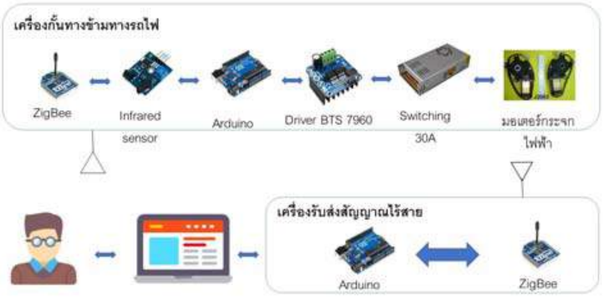
4. การออกแบบ

ในการออกแบบระบบที่นำเสนอ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 4



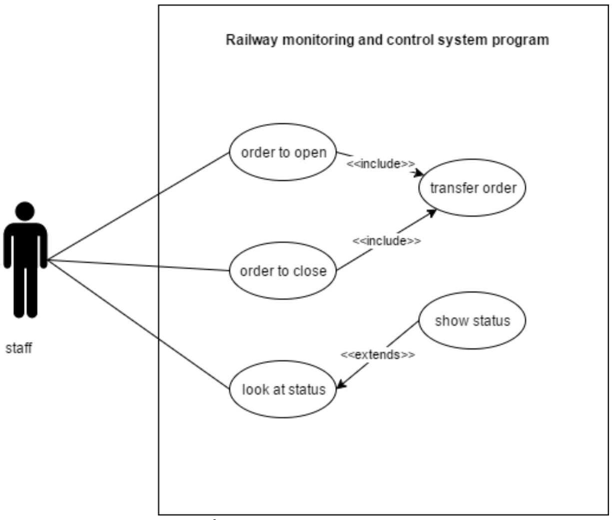
รูปที่ 4 ส่วนประกอบของระบบที่นำเสนอ

โดยในส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นส่วนของการควบคุมไม้กั้นทางรถไฟ และส่วนการสื่อสารข้อมูลไร้สาย ที่มีโครงสร้างดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 โครงสร้างการทำงานของฮาร์ดแวร์

และในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมและแสดงสถานะการทำงานของเครื่องกั้นทางข้ามทางรถไฟ มีหลักการทำงานดังรูปที่ 6 โดยแสดงอยู่ในรูปของ use case diagram



รูปที่ 6 Use case ของโปรแกรม

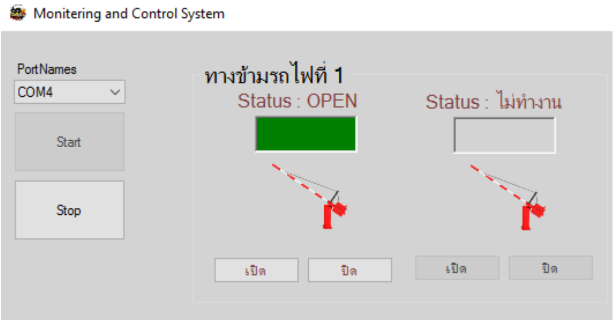
5. การทดสอบ

ในการทดสอบหลังจากที่มีการสร้างต้นแบบไม้กั้นทางรถไฟดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ต้นแบบไม้กั้นทางรถไฟ

จากรูปที่ 7 ในการมอนิเตอร์ควบคุมไม้กั้นทางรถไฟจะใช้ระบบสารสนเทศ และโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 8 โดยในตัวโปรแกรมต้นแบบจะสามารถควบคุมและมอนิเตอร์ได้พร้อมกันเป็นจำนวน 4 ไม้กั้น ซึ่งจำนวนไม้กั้นขึ้นอยู่จำนวนพอร์ตของบอร์ดสมองกลที่ใช้

รูปที่ 8 หน้าต่างโปรแกรมการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นทางรถไฟ



รูปที่ 9 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงสถานะของไม้กั้นทางรถไฟ

โดยระบบนี้สามารถเก็บสถิติการทำงานของไม้กั้นทางรถไฟลงในฐานข้อมูลของระบบได้ ทำให้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงระบบการจัดการของรถไฟได้

6. สรุป

ระบบสารสนเทศเพื่อการมอนิเตอร์และควบคุมไม้กั้นรถไฟที่นำเสนอมานี้ สามารถทำการควบคุมไม้กั้นผ่านทางระบบสามารสนเทศ และโปรแกรมที่เขียนพัฒนาขึ้นได้ด้วยการสื่อสารไร้สาย ZigBee มีระยะการควบคุมอยู่ที่ 80 - 100 เมตร และสามารถเก็บข้อมูลการทำงานของไม้กั้นรถไฟลงบนฐานข้อมูลได้ โดยในการพัฒนาต่อไป ผู้วิจัยจะพยายามเพิ่มระยะทาง และวิธีการควบคุมผ่านการสื่อสารวิธีอื่นร่วมกับที่ทำอยู่เพื่อให้ระบบนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายชัชวาลย์ วันดี และนายชัยพล โอบอ้อม ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Bajpai, D. Karad, "An Introduction to Train Management System of Western Railway," 2007.
[2] Railway Traffic Management Systems [online]; https://www.indracompany.com/sites/default/files/davinci_railway.pdf
[3] A. Alzaidi, "Principles of Information Systems," University of Jeddah
[4] S. B. Harsh, "Management Information Systems,"
[5] T. Takashige, "Railway Technology Today 8 Signaling Systems for Safe Railway Transport," Japan Railway & Transport Review, pp. 44-50, 1999.
[6] S. Chandra, M. M. Agarwal, "Railway Engineering," Oxford New York, 2007.
[7] P. Conor, "Basic Railway Signalling," Railway Technical Website Infopaper, No.6, 2017.
[8] B. W. Evans, "Arduino Programming Notebook," 2007.
[9] J. Baichtal, "Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs," 2013.
[10] M. McRobert, "Beginning Arduino," Technology in action, 2013.
[11] D. Gislason, "ZigBee Wireless Networking," Newnes, 2002.
[12] S. Farahani, "ZigBee Wireless Networks and Transceivers," Newnes, 2007.

โมดูลหุ่นรถสำรวจควบคุมผ่านระบบแอนดรอยด์

The Module of Survey Robot Car with Android

ฉัตรชัยพัฒน์ เดชธัญญนนท์ สิริกร เรืองสุวรรณ เปรม สุนทรภาส สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล และไพศาล สิทธิโยภาสกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 055-964373 E-mail: sorapong.wa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นการนำเสนอโมดูลหุ่นรถสำรวจที่บังคับด้วยมือถือบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อนำไปใช้สำรวจในบริเวณพื้นที่ที่เข้าถึงยาก หรือมีความเสี่ยงต่อชีวิต เช่น อุบัติเหตุ และภัยพิบัติเป็นต้น แทนการใช้มนุษย์ที่จะต้องเข้าไปสำรวจ หรือช่วยเหลือ เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้น และลดจำนวนผู้ประสบภัยที่อาจเพิ่มขึ้นจากการเข้าไปช่วยเหลือโดยที่ไม่ทราบสถานการณ์ในพื้นที่ โมดูลหุ่นรถสำรวจนี้ดัดแปลงมาจากการใช้รถบังคับวิทยุที่มีการติดตั้งกล้อง IP และควบคุมผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีการประมวลผลด้วยระบบสมองกลฝังตัว

คำสำคัญ: หุ่นรถสำรวจ, ระบบสมองกลฝังตัว, แอนดรอยด์,

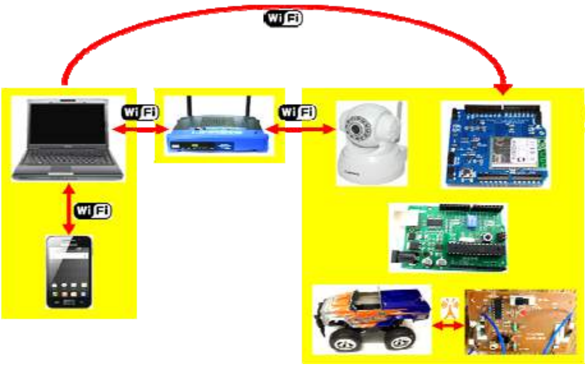
Abstract

This article is present to the survey robot car with android mobile. That was to explore in the difficult to reach places or the areas such as; accidents and disasters at risk instead of human. The exploration referred to decrease the risk of accidents, to reduce the number of victims due to the rescue, to help enhance decision making with a better solution. This survey robot car with adapted the car radio control module to connect camera and control via embedded system and android control.

Keywords: the survey robot car, embedded system, android,

1. บทนำ

เหตุการณ์ในปัจจุบันทั่วโลก แม้ว่าจะมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ ไปอย่างรวดเร็ว แต่ก็ทำให้มีอุบัติเหตุ หรือภัยพิบัติ [1] มากขึ้นตามไปด้วย ผู้ที่ต้องเข้าไปในพื้นที่เหล่านี้ เพื่อทำการสำรวจค้นหา และช่วยเหลือผู้ประสบภัย หรือผู้ประสบอุบัติเหตุนั้น นับว่ามีความเสี่ยงและอันตรายเป็นอย่างมาก บางคนหรือญาติของคนที่ติดอยู่ในเหตุการณ์ที่เป็นอันตรายเหล่านี้ อาจมองว่าทำไม่คนที่จะเข้าไปช่วยเหลือทำไมไม่รีบเข้าช่วยผู้ประสบภัย อยากให้มองในแง่ของผู้ช่วยเหลือหรือครอบครัวของเค้าก็คงไม่อยากให้เข้าไปเสี่ยงอันตรายเหมือนกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอโมดูลรถหุ่นสำรวจที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัว [2] เป็นหลักและติดตั้งกล้องทำให้สามารถมองเห็นภาพในพื้นที่เกิดเหตุผ่านทางกล้องโดยมีการควบคุมและแสดงภาพจากกล้องผ่านมือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังรูปที่ 1

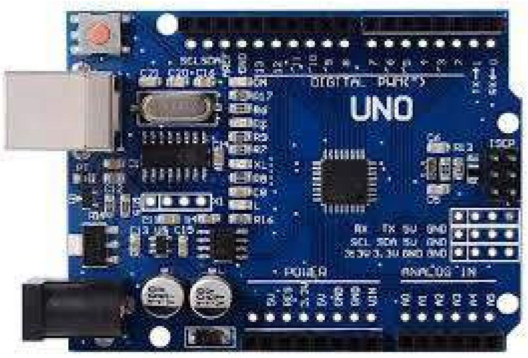


รูปที่ 1 ภาพรวมของงานวิจัยที่นำเสนอ

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

2.1 Arduino UNO

Arduino [3] – [5] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถนำมาทำเป็นระบบสมองกลฝังตัวได้ โดยมีแนวคิดว่าแพลตฟอร์มของ Arduino จะมีการเขียนโปรแกรมเล็กๆ ฝังไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนที่เรียกว่า Bootloader ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยหน้าที่ของมัน คือ รับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมมาเขียนลงในพื้นที่ว่างของตัวเอง ทำให้ต้นทุนการพัฒนาต่ำลงมาก อีกทั้งยังทำงานได้รวดเร็วมากขึ้นด้วย ในงานวิจัยนี้จะใช้บอร์ด Arduino UNO ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 บอร์ด Arduino UNO

2.2 ระบบวิทยุบังคับ

ระบบวิทยุบังคับ 1 ชุด จะต้องประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับ เครื่องส่งจะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณควบคุมสำหรับส่งออกไปควบคุมทางด้านภาครับ โดยอาศัยคลื่นวิทยุเป็นตัวกลางในการนำสัญญาณควบคุมไปยังเครื่องรับ ทางด้านเครื่องรับจะแยกเอาสัญญาณควบคุมออกจากคลื่นวิทยุโดยการถอดรหัสแล้วส่งไปยังอุปกรณ์ที่ควบคุม โดยระบบวิทยุบังคับ [6] - [7] สามารถพบเห็นได้ในของเล่นต่างๆ ที่มีการควบคุมด้วยระบบวิทยุบังคับดังรูปที่ 3 เช่น รถ และเฮลิคอปเตอร์ เป็นต้น

รูปที่ 2 โมดูลรถวิทยุบังคับ

2.2 กล้องไอพีไร้สาย

กล้องไอพีไร้สาย [8] เป็นกล้องวงจรปิดที่รวมความสามารถของคอมพิวเตอร์ไว้ในตัวกล้อง กล้องจะเก็บภาพสถานการณ์แล้วติดต่อผ่านเราเตอร์เข้าสู่อินเตอร์เน็ตได้เลย โดยกล้องจะมีหน่วยประมวลผลกลางภายในตัว มีการลงโปรแกรมการใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตและไม่จำเป็นต้องต่อกับคอมพิวเตอร์อยู่ตลอดเวลา ดังรูปที่ 3 (ซึ่งแตกต่างจากกล้องเว็บแคมที่ต้องต่อกับคอมพิวเตอร์อยู่ตลอดเวลา) สามารถดูภาพและควบคุมจากระยะไกลด้วยคอมพิวเตอร์ โน๊ตบุ๊ค โทรศัพท์มือถือ จากที่ใดก็ได้ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต โดยใช้แค่เพียงเว็บบราวเซอร์

รูปที่ 3 กล้องไอพีไร้สาย

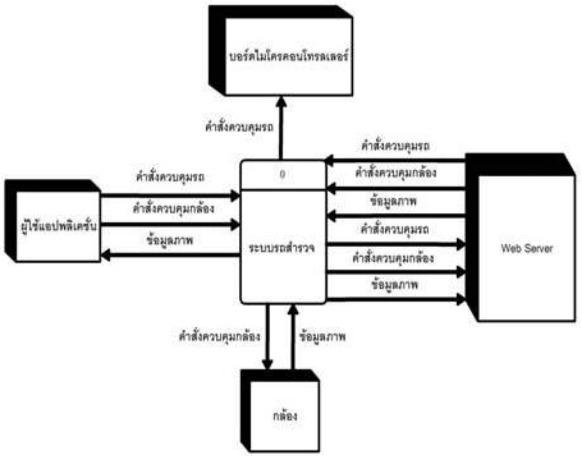
3. ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ [9]-[10] เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต และเน็ตบุ๊ค เป็นต้น ทำงานบนลินุกซ์เคอร์เนล โดย Google ให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขซอร์สโค้ดต่างๆ ได้ด้วยภาษา Java และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java libraries ที่ Google พัฒนาขึ้น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแอนดรอยด์ไปถึงเวอร์ชั่น 8 ที่มีชื่อว่า Android Oreo แต่ผู้คนในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังนิยมใช้มือถือรุ่นเก่า ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้แอนดรอยด์เวอร์ชั่น 4.0 ในงานวิจัยนี้ ผู้ที่ใช้มือถือที่มีระบบปฏิบัติแอนดรอยด์ตั้งแต่ แอนดรอยด์เวอร์ชั่น 4.0 ขึ้นไป สามารถใช้งานได้

4. การออกแบบ

ในการอออกแบบจะใช้โครงสร้างการทำงานของงานวิจัยนี้จากรูปที่ 1 โดยมีขั้นตอนการทำงานของระบบด้วยวิธีแผนภาพกระแสดังรูปที่ 4 ระบบจะประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ส่วนระบบสมองกลฝังตัว และส่วนของกล้อง ส่วนของผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ต้องให้ข้อมูลคำสั่งควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถและคำสั่งควบคุมกล้องกับระบบ โดยเลือกทิศทางการเคลื่อนที่ของรถจากการเปลี่ยนแกนของ Accelerometer Sensor จากแอพพลิเคชั่นบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ หลังจากนั้นระบบจะส่งข้อมูลภาพที่กล้องถ่ายได้มาให้กับผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบน แอนดรอยด์ สำหรับส่วนของ เว็บเซิร์ฟเวอร์ จะเป็นส่วนที่รับข้อมูลคำสั่งควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ ข้อมูลคำสั่งควบคุมกล้องและข้อมูลภาพเพื่อนำมาประมวลผล แล้วส่งข้อมูลดังกล่าวไปให้กับส่วนอื่นๆ ของระบบ ส่วนของระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับ

ข้อมูลคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของรถแล้วนำไปสั่งให้รถเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่ได้รับมา สุดท้ายส่วนของกล้องจะรับข้อมูลคำสั่งควบคุมกล้องแล้วทำการถ่ายภาพในสถานที่เกิดเหตุและส่งข้อมูลภาพกลับไปให้ระบบเพื่อนำไปส่งต่อให้ผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ต่อไป



รูปที่ 4 แผนภาพกระแสการทำงานของระบบ

รูปที่ 5 โมดูลหุ่นรถสำรวจ

5. ผลการทดสอบ

ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างโมดูลหุ่นรถสำรวจดังรูปที่ 5 และทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระหว่างรถสำรวจ และมือถือ ผ่านระบบ Wi-Fi เพื่อให้มือถือสามารถควบคุมรถ และแสดงภาพที่ได้จากกล้องที่อยู่บนตัวหุ่น ผ่านทางแอพพลิเคชั่นที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีหน้าตาของแอพพลิเคชั่น ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 หน้าตาของแอพพลิเคชั่นที่สร้าง

จากทดสอบ ตัวโมดูลหุ่นรถสำรวจนี้ สามารถควบคุการทำงานของรถ และแสดงผลภาพผ่านมือถือได้ ในระยะที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกัน ในการควบคุมหุ่นให้ไปในทิศทางที่กำหนดได้ด้วยการขยับมือถือไปตามทิศทางนั้น ส่วนการแสดงภาพมีความละเอียดในระดับ VGA และสามารถแสดงภาพในที่มือถือได้

6. สรุปผล

โมดูลหุ่นรถสำรวจที่นำเสนอในบทความนี้ สามารถควบคุมผ่านทางมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตั้งแต่เวอร์ชั่น 4.0 ขึ้นไป และต้องมีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา สามารถแสดงภาพในระดับ VGA และดูภาพในเวลากลางคืนหรือที่มืดได้ และยังสามารถทำการบันทึกภาพจากกล้องด้วยหน่วยความจำแบบ SD ที่ติดอยู่ที่ตัวกล้อง แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะเวลาในการใช้งานยังน้อยอยู่ ในงานวิจัยนี้สามารถใช้งานได้ประมาณ 30 นาที โดยเวลาขึ้นอยู่กับแบตเตอรี่ของตัวหุ่น และตัวโมดูลหุ่นยังมีขนาดใหญ่ จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาให้มีขนาดเล็ก และมีความคงทนมากกว่านี้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวปทุมรัตน์ อุปวรพงษ์ นายศุภชัย วงษ์ม่วง และนายสุพัชร เหลี่ยงสกุล ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] W. N. Carter, "Disaster Management," Asian development Bank, 2008.

[2] S. Heath, "Embedded Systems Design," Newnes. 2003.

[3] B. W. Evans, "Arduino Programming Notebook," 2007.

[4] J. Baichtal, "Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs," 2013.

[5] M. McRobert, "Beginning Arduino," Technology in action, 2013.

[6] H. Lauer, H. L. Brown, "Radio Engineering Principles," McGraw-Hilll, 1998.

[7] J. Flynn, S. Katz, "Introduction to Communication Systems," 2010.

[8] Vivotek, "IP Surveillance Handbook," 2010.
J. Cabasso, "Analog vs. IP Cameras," Aventura Technologies, 2009.

[9] W. M. Lee, "Beginning Android Application Development," John Wiley & Son, Inc, 2011.

[10] R. Meier, "Professional Android 4 Application Development," John Wiley & Son, Inc., 2012.

ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อสื่อการสอนออนไลน์

The Embedded System for Teaching Materials Online

ทิศวรา สมบูรณ์ ชนม์ณนันท์ เยี่ยมรัมย์ กำไร คชเสน และสรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: sorapong.wa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นำเสนอระบบสมองกลฝังตัวเพื่อรองรับสื่อการสอนแบบออนไลน์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาที่ตามการสอนของอาจารย์ไม่ทัน หรือไม่สามารถมาเข้าเรียนในคาบนั้นๆ สามารถได้รับความรู้เช่นเดียวกับนักศึกษาในห้องเรียน โดยการเปิดดูวีดีโอย้อนหลังได้ ซึ่งรูปแบบของการเรียนการสอนในปัจจุบันมักไม่นิยมทำการบันทึกวีดีโอในขณะที่อาจารย์สอน ส่วนที่มีการบันทึกต้องจ้างบุคลากรภายนอกมาทำการบันทึก มีราคาแพง จึงมีแนวคิดในการพัฒนางานวิจัยดังกล่าวเป็นสื่อการสอนออนไลน์ โดยทุกคนสามารถเข้ามาศึกษาและทำแบบทดสอบได้ บุคคลที่จะสามารถเข้าใช้งานระบบได้ ต้องทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของเว็บก่อน จึงจะสามารถดูและค้นคว้าสื่อต่างๆ ในเว็บได้ และยังสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ผ่านทางเว็บบอร์ดอีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบสมองกลฝังตัว, E-learning, ออนไลน์,

Abstract

This research has discussed about embedded system to order camera for record video to support E-learning. The aims to provide students with learning delay or unable to attend the sessions to gain knowledge as well as students in the classroom. In order to view a video retrospective. This form of learning today. Rarely recorded the video while teacher is teaching. In the record need to hire outside personnel records. Which is expensive. The concept of development research, such as E-learning. Everyone can come and do the test. People will be able to access the system. Required to register as a member of the Web before. You can view and research media in the Web. And to exchange ideas via the forum as well.

Keywords: embedded system, E-learning, online,

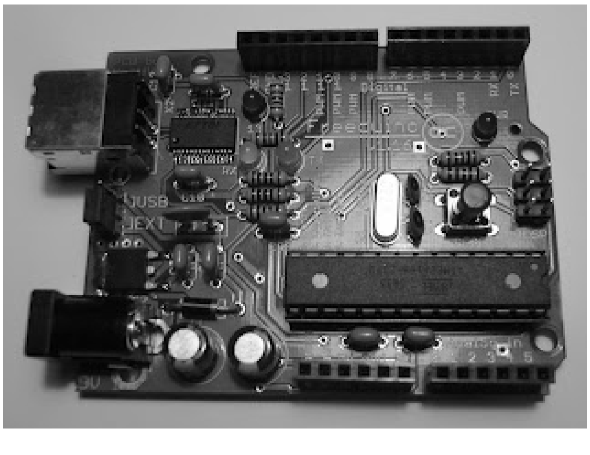
1. บทนำ

ปัจจุบัน การศึกษาถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อบุคคลและต่อการพัฒนาประเทศ ผู้ที่ศึกษาเล่าเรียนต่างพยายามตั้งใจเรียนในสถาบันการศึกษาของตน เพื่อให้ได้ความรู้ คุณวุฒิ และผลการเรียนที่ดี ซึ่งส่วนใหญ่จำเป็นต้องลงเรียนพิเศษเพิ่มในสถาบันกวดวิชาต่างๆ อันเนื่องจากการเรียนการสอนในประเทศส่วนใหญ่เป็นแค่การเรียนการสอนในห้องเรียน ที่ไม่สามารถรับฟัง รับชม การสอนซ้ำได้อีกในแต่ละเรื่องที่เรียนจบ

เมื่อกลับมาศึกษาต่อเองที่บ้านก็อาจไม่เข้าใจได้เหมือนตอนเรียนหรือศึกษาในห้องเรียนได้ เป็นเหตุให้ต้องไปลงเรียนพิเศษเพิ่ม ทั้งที่เทคโนโลยีในปัจจุบันมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วแต่ไม่ได้นำมาใช้กับระบบการศึกษาเท่าที่ควร จึงได้เกิดแนวคิดในการทำงานวิจัยนี้ โดยการนำเทคโนโลยีทางด้านระบบสมองกลฝังตัว [1] กล้อง และเว็บแอพพลิเคชั่นมาประยุกต์ใช้กับระบบการศึกษา เพื่อรองรับสื่อการเรียนการสอน อันเป็นตัวอย่างหนึ่งในการพัฒนาระบบการศึกษาร่วมกับเทคโนโลยีต่อไป

2. อุปกรณ์ที่ใช้

2.1 Freeduino ATMega 328



รูปที่ 1 บอร์ด Freeduino ATMega 328

ระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะใช้บอร์ด Freeduino ATMega328 อันเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภทเดียวกับบอร์ด Arduino [2] – [4] ที่มีหน่วยประมวลผลเป็นไอซีตระกูล AVR ATMega 328 ทำงานที่ความถี่ 16MHz มีจำนวนพอร์ตดิจิตอล 14 พอร์ต และมีพอร์ตอนาล็อกถึง 16 พอร์ต ทานที่แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ โดยมีลักษณะของบอร์ดดังรูปที่ 1

2.2 กล้อง Wireless IP Camera

กล้อง Wireless IP Camera [5] - [6] เป็นกล้องวงจรปิด สามารถแสดงและบันทึกภาพ หรือวิดีโอ ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย ทำให้สามารถควบคุมกล้องได้จากระยะไกล โดยงานวิจัยนี้ เลือกใช้กล้องที่มีความละเอียดในระดับ VGA และสามารถถ่ายภาพ หรือวิดีโอในที่แสงน้อยได้ เนื่องจากในการสอนของอาจารย์มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ที่ใช้สื่อการสอนผ่านโปรเจคเตอร์ จำเป็นจะต้องมีการปิดไฟบางส่วน เพื่อให้มองเห็นภาพบนโปรเจคเตอร์ได้ชัดเจน ดังนั้นในการบันทึกการสอนของอาจารย์จึงจำเป็นต้องใช้กล้องที่มีความสามารถในการบันทึกที่ที่มีแสงน้อยได้

รูปที่ 2 กล้องไอพีไร้สาย

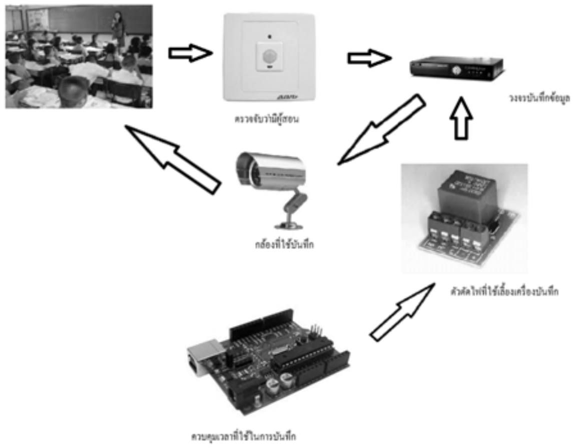
2.3 เซนเซอร์ PIR

PIR เป็นเซนเซอร์ [7] - [8] ตรวจจับความเคลื่อนไหว ที่มีระยะการตรวจจับอยู่ที่ 6-14 เมตร นิยมนำมาใช้ในการทำเป็นตัวเปิด-ปิดไฟ หรือตัวรักษาความปลอดภัยด้วยการเคลื่อนไหว แต่ในงานวิจัยนี้จะนำมาใช้เพื่อกำหนดให้กล้อง Wireless IP Camera ทำการบันทึกตามการเคลื่อนไหวของอาจารย์ผู้สอน โดย PIR มีรูปร่างดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ลักษณะของ PIR

3. การออกแบบ

ในการออกแบบโครงสร้างของงานวิจัยนี้จะเป็นดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของงานวิจัยนี้

จากรูปที่ 4 สามารถนำไปเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ตของระบบได้ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 โฟลว์ชาร์ตของระบบ

4. ผลการทดสอบ

ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้ให้ผู้ร่วมวิจัยทำการจำลองการสอนดังรูปที่ 6 แล้วให้ระบบสมองกลฝังตัวที่นำเสนอทำงาน เพื่อทำการบันทึกวิดีโอการสอนให้เป็นสื่อการสอนลงในเว็บเซิร์ฟเวอร์

รูปที่ 6 ภาพจำลองการสอน

เมื่อได้บันทึกวิดีโอสื่อการสอนด้วยกล้องแล้ว จะมีการนำวิดีโอนี้เป็นอยู่ในเว็บไซต์กลายเป็นสื่อการสอนออนไลน์ โดยมีหน้าต่างเว็บดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 หน้าต่างเว็บในส่วนการเปิดวิดีโอสื่อการสอน

ในหน้าเว็บที่จัดทำขึ้น มีความสามารถในการเก็บฐานข้อมูลในส่วน ข้อมูลอาจารย์ นักศึกษา วิชา สื่อการสอน และแบบทดสอบได้

5. สรุป

ระบบที่นำเสนอ สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของอาจารย์ผู้สอนที่มีการเคลื่อนไหวไปมาระหว่างหน้าห้องเรียนและทำการวิดีโอของอาจารย์ผู้สอน ก่อนส่งวิดีโอไปเก็บบนฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นกลายเป็นสื่อการสอนแบบออนไลน์ โดยตัวเว็บแอพพลิเคชั่นที่ทำนอกจากสื่อการสอน ยังมีในส่วนของนักศึกษา อาจารย์ แบบทดสอบก่อนและหลังเข้าดูสื่อการสอนออนไลน์ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวณัตฐา วชิรพรพงศา และนายพีระยุทธ ทองวัฒนา ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Heath, “Embedded Systems Design,” Newens. 2003.

[2] B. W. Evans, “Arduino Programming Notebook,” 2007.

[3] J. Baichtal, “Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs,” 2013.

[4] M. McRobert, “Beginning Arduino,” Technology in action, 2013.

[5] Vivotek, “IP Surveillance Handbook,” 2010.

[6] J. Cabasso, “Analog vs. IP Cameras,” Aventura Technologies, 2009.

[7] J. G. Webster, “The Measurement, Instrumentation and sensors Handbook,” CRC Press, 1999.

[8] J. Fraden, “Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, and Applications,” Springer, 2010.

ระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและรักษาความปลอดภัยด้วย IoT บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์

Appliances Control and Security System via IoT Linux System

พาขวัญ หงศ์พันธ์กุล พิชญ์สินี ลาภมหาไพศาล และสรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: sorapong.wa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอ การประยุกต์ใช้งาน IoT กับผู้คนอย่างง่าย ในการสร้างระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและรักษาความปลอดภัยด้วย IoT ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โดยระบบนี้มีจุดเด่นตรงที่ ใช้บอร์ดสมองกลฝังตัวขนาดเล็ก ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ของระบบ ทำให้ระบบมีขนาดเล็ก ประมวลผลและสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ในเวลาจริง มีการกินพลังงานไฟที่ต่ำ และทำงานร่วมกับกล้องไอพีแบบไร้สายเพื่อใช้เป็นระบบรักษาความปลอดภัยด้วยบันทึกและส่งภาพขึ้นเว็บไซต์

คำสำคัญ: IoT, ระบบสมองกลฝังตัว, อุปกรณ์ไฟฟ้า, ระบบรักษาความปลอดภัย,

Abstract

This paper presents simply IoT application, with to appliances control and security systems via IoT Linux operating system. That has featured as; a small embedded board to web server system, the system is small, and has real-time for process and control appliances, low power consumption. Also embedded system and wireless IP cameras for security system, that to save and upload image to user website.

Keywords: IoT, embedded system, appliance device, security system,

1. บทนำ

ปัจจุบัน IoT ถือได้ว่ามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของผู้คนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตมีการพัฒนาไปอย่างมาก ผู้คนสามารถเข้าถึงอินเตอร์เน็ตได้ง่ายขึ้น IoT ทำให้สามารถสั่งควบคุมอุปกรณ์ หรือมอนิเตอร์ผ่านอินเตอร์เน็ตได้ โดยหัวใจสำคัญของ IoT จะประกอบไปด้วยส่วนของการประมวลผล-การสั่งการด้วยระบบสมองกลฝังตัว และส่วนของเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อผู้ใช้งานที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงระบบ IoT ได้ทุกที่ที่มีอินเตอร์เน็ต โดยในการเลือกใช้ระบบสมองกลฝังตัวมาทำเป็น IoT เพราะว่ามีขนาดเล็ก กินพลังงานที่ต่ำ ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ภายนอก ทำให้ระบบมีความปลอดภัยมากขึ้นมีขนาดเล็ก และใช้พลังงานน้อยกว่ามาก

การพัฒนาเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ในปัจจุบันยังมีไม่มากนัก แต่ข้อดีของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เป็น Open Source สามารถจัดหาระบบปฏิบัติการนี้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังสามารถทำการพัฒนาได้อย่างอิสระรวมถึงยังสนับสนุนการทำงานทางด้านเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเสถียรสูงอีกด้วย ทางผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยี IoT ที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวมาพัฒนาบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ที่มีขนาดเล็กสามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บได้โดยไม่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่

2. อุปกรณ์หลักที่ใช้

2.1 ไอบอร์ด (I-Board)

รูปที่ 1 I-Board

I-Board [1]-[3] เป็นบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็กที่มีระบบปฏิบัติการลินุกซ์ฝังอยู่ในตัว มีไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ ETRAX

100LX RISC แบบ 32 บิต ที่มีพอร์ตการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ถึง 48 GPIO สามารถทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบ LAN ด้วยโปรโตคอลพื้นฐานอย่าง TCP/IP ที่ใช้กับเครือข่าย IPv4 และ IPv6 อันเป็นเครือข่ายที่กำลังใช้อยู่ปัจจุบัน ซึ่งแตกต่างจากระบบสมองกลฝังตัวแบบอื่น ที่ส่วนใหญ่จะรองรับแค่ IPv4 อย่างเดียว ทำให้ตัว I-Board สามารถทำตัวเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ เหมาะสมแก่การนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้งานทางด้าน IoT ได้อย่างหลากหลาย โดยมีลักษณะหน้าตาของบอร์ดดังรูปที่ 1

2.2 โมดูลเซนเซอร์ PIR

PIR เป็นเซนเซอร์ [4] - [5] ตรวจจับความเคลื่อนไหว ที่มีระยะการตรวจจับอยู่ที่ 6-14 เมตร นิยมนำมาใช้ในการทำเป็นตัวเปิด-ปิดไฟ หรือตัวรักษาความปลอดภัยด้วยการเคลื่อนไหว โดยโมดูล PIR ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะมีลักษณะดังรูปที่ 2 และขาในการใช้งาน 3 ขา หลัก คือ ขาไฟเลี้ยงโมดูล +5V ขาสัญญาณ Out และขา GND

รูปที่ 2 ลักษณะของ PIR

2.3 กล้องไอพีไร้สาย

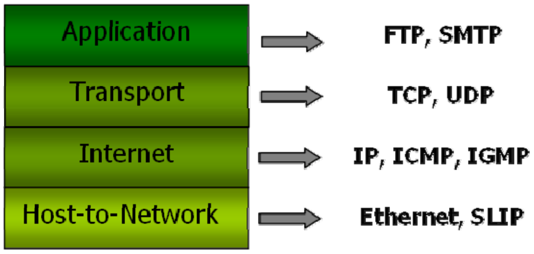
เทคโนโลยีกล้องในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่างมาก สามารถควบคุมและดูกล้องผ่านอินเตอร์เน็ตทั้งแบบ LAN และ Wi-Fi โดยในโครงงานวิจัยนี้เลือกใช้กล้อง IP แบบไร้สาย [6] - [8] เนื่องจากมีราคาที่ถูกลง สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย ทำให้สามารถติดตั้งได้ง่าย ทำหน้าที่เป็นกล้องวงจรปิดสามารถแสดงและบันทึกภาพ หรือวิดีโอ สามารถควบคุมกล้องได้จากระยะไกล ซึ่งกล้องที่ใช้ในโครงงานนี้มีความละเอียดในระดับ VGA และสามารถถ่ายในที่มืด หรือแสงน้อยได้

รูปที่ 3 กล้องไอพีไร้สาย

3. TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) [9] - [10] คือ ชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และใช้หาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ

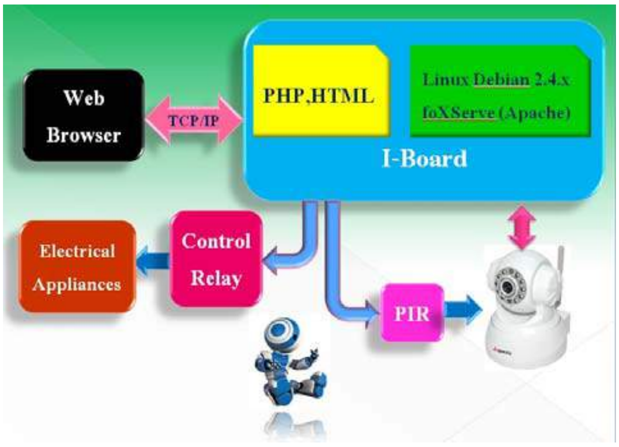
TCP/IP มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบไปด้วยชั้นต่างๆ ตามมาตรฐาน OSI โมดูล เป็นจำนวน 4 ชั้น ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะโครงสร้างของ TCP/IP

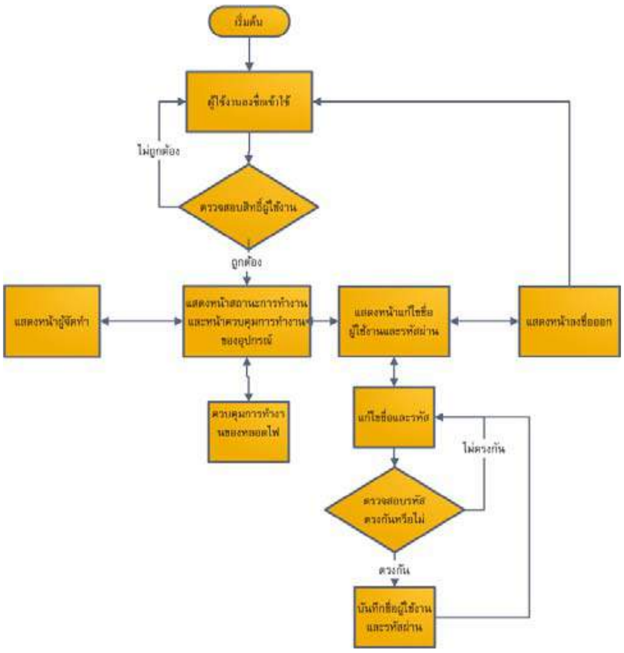
4. การออกแบบ

ในการออกแบบของโครงงานวิจัยนี้ จะมีโครงสร้างการทำงานเบื้องต้นดังรูปที่ 5 โดยในส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จะทำการควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ และในส่วนของการรักษาความปลอดภัย จะอาศัยการตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR แล้วส่งการแจ้งเตือนไปยังระบบสมองกลฝังตัวเพื่อสั่งให้กล้องไอพีไร้สายทำงานบันทึกภาพและส่งภาพมาแสดงบนหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 5 หลักการทำงานเบื้องต้นของงานวิจัย

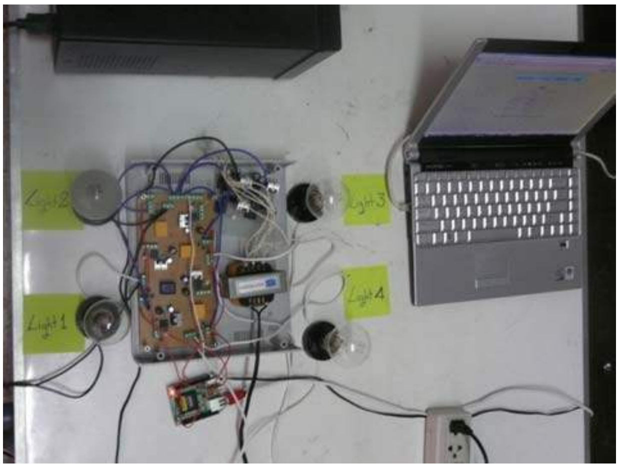
จากโครงสร้างการทำงานของงานวิจัยนี้ จะมีขั้นตอนการการทำงานย่อยอยู่หลายส่วน ผู้เขียนขอนำเสนอเพียงบางส่วน ดังรูปที่ 6 เป็นโฟลว์ชาร์ตการทำงานในส่วนของเว็บที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 6 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเว็บส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

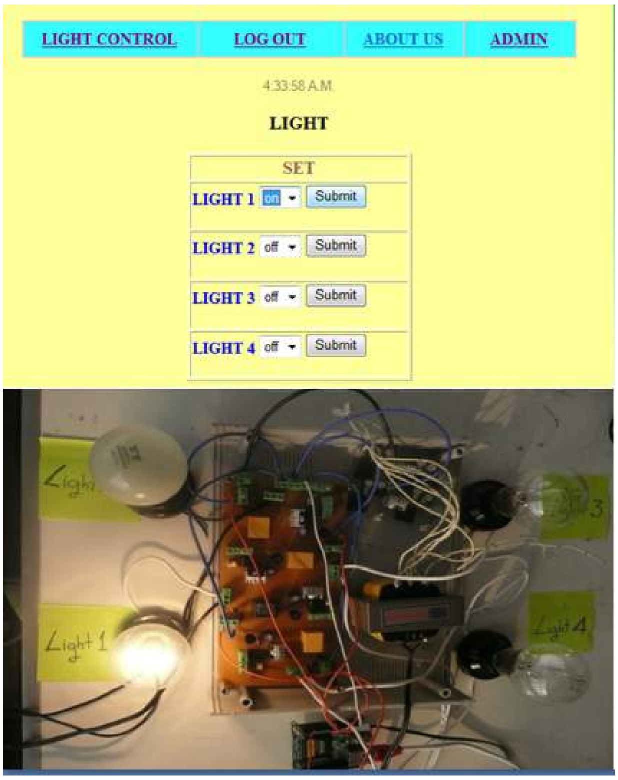
5. ผลการทดลอง

การทดลอง ในส่วนของการควบคุมผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ารูปแบบของการเปิด-ปิดหลอดไฟ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แบบจำลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากแบบจำลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สร้าง ทำให้ระบบสามารถทำการควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางเว็บไซต์ได้พร้อมกัน 4 อุปกรณ์ โดยมีผลดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บไซต์

สำหรับในส่วนระบบรักษาความปลอดภัย เมื่อมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ระบบจะทำการสั่งให้กล้องทำการบันทึกภาพและส่งมาแสดงบนเว็บไซต์ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 ผลการบันทึกภาพและแสดงบนเว็บไซต์

5. สรุป

ระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและรักษาความปลอดภัยด้วย IoT บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ที่นำเสนอมานี้ ใช้ระบบสมองกลฝังตัวไอ-บอร์ด เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และตัวประมวลผลหลัก ช่วยทำให้ระบบมีขนาดเล็ก กินพลังงานต่ำ และระบบมีความปลอดภัยจากทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้สูงสุดไม่เกิน 10 อุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์ และในส่วนของระบบรักษาความปลอดภัยนั้น ระบบสามารถทำการตรวจจับการเคลื่อนไหวและทำการบันทึกภาพและแสดงผลบนเว็บไซต์ได้ในเวลาจริง แต่มีข้อจำกัดตรงที่ระบบสามารถทำการเก็บข้อมูลได้เล็กน้อย คือ ถ้าเป็นภาพ ในระดับ VGA จะเก็บได้สูงสุดไม่เกิน 40 ภาพ ถ้าเป็นวิดีโอในระดับ SVGA จะเก็บได้สูงสุดไม่เกิน 2 นาที เนื่องจากระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้ทำเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์มีหน่วยความจำไม่มาก เท่ากับการทำเว็บเซิร์ฟเวอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายชวนาท นิพัทธมานนท์ นายเจริญชัย เวียนรุ่งเรือง และนายฉัตรชัย วิใจคำ ที่ช่วยในการทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Heath, “Embedded Systems Design,” Newnes. 2003.
[2] iboard [online]: http://www.embes.com/?p=1022
[3] iboard Datasheet [online]: http://www.embes.com/wp-content/uploads/2016/01/iBoard-datasheet-Eng.pdf
[4] J. G. Webster, “The Measurement, Instrumentation and sensors Handbook,” CRC Press, 1999.
[5] J. Fraden, “Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, and Applications,” Springer, 2010.
[6] W. Stallings, “Wireless Communications and Networks,” Pearson Prentice Hall, 2005.
[7] Vivotek, “IP Surveillance Handbook,” 2010.
[8] J. Cabasso, “Analog vs. IP Cameras,” Aventura Technologies, 2009.
[9] B. Forouzan, “Introduction to Data Communication and Nedtworking,” McGraw-Hill, 1998.
[10] C. Liu, J. Peek, R. Jones, “Managing Internet Information Services,” O’Reilly & Associates, Inc. 1999.

ระบบสารสนเทศ ECU ฝังตัวกับการประมวลผล AI เพื่อการแสดงสถานะเครื่องยนต์

The ECU Information Embedded System and AI Processing for Display Engine Status

ธีรสุทธ อินทรพาณิชย์ ธนวิชญ์ คงสีปาน สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล[1] และบุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327
E-mail: [1]sorapong.wa@kmitl.ac.th, [2]yuna001@gamil.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยระบบการรับ-ส่งข้อมูลของกล่อง ECU และจำลองการแสดงผลค่าสถานะต่างๆ ของเครื่องยนต์ในรถยนต์ อาทิเช่น รอบเครื่อง อุณหภูมิของหม้อน้ำ แบตเตอรี่ เป็นต้น ผ่านจอแสดงผลแบบ LCD โดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวอย่างง่ายเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino มาใช้ในการอ่านชุดข้อมูลของ ECU และแปลงข้อมูลแล้วนำมาแสดงผลให้บุคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้

คำสำคัญ: ระบบสมองกลฝังตัว, ECU, สถานะเครื่องยนต์,

Abstract

This research is about the system of transmission data via Electronic Control Unit (ECU) of automobile. The ECU box will show the several states of engine such as RPM, water temperature, air temperature, battery etc. through LCD display. The data which is received from sensor will be submitted to the embedded system, type Arduino in order to encode the data for users.

Keywords: embedded system, ECU, engine status

1. บทนำ

ปัจจุบันรถยนต์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คนมากขึ้น เพื่อใช้ในการเดินทางไปทำงาน ท่องเที่ยว หรือกลับบ้าน ซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ ไม่ได้มีความรู้เกี่ยวและให้ความดูแลรักษารถยนต์มากนัก รู้แต่ว่าขับรถเป็น เมื่อรถเสียก็เข้าซ่อม หรือขายต่อเท่านั้น ทั้งที่การดูแลรักษารถจะช่วยทำให้ผู้ขับขี่มีความปลอดภัย และมีอายุการใช้งานของรถยาวนานขึ้น ผู้คนไม่เป็นหนี้สินในการกู้เงินมาซื้อรถมากขึ้น

งานวิจัยนี้ อยากให้ผู้ขับขี่และผู้ใช้รถได้ตระหนักถึงการดูแลรักษารถไม่ใช่เรื่องยาก และต้องการศึกษาเกี่ยวกับการนำข้อมูล ECU ของรถมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น โดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวเป็นตัวดึงข้อมูลจาก ECU มาแสดงผลบนจอ LCD นอกจากนี้ข้อมูลเครื่องยนต์ที่ได้จาก ECU จะช่วยให้ผู้ขับขี่ทราบข้อมูลสถานะต่างๆ ที่สำคัญ และมีประโยชน์เพื่อง่ายต่อการดูแลรักษาและวิเคราะห์ปัญหาโดยเบื้องต้นของเครื่องยนต์ในรถยนต์ได้

2. อุปกรณ์ที่ใช้

2.1 ECU

ECU ย่อมาจาก Electronic Control Unit [1] - [2] หรือที่เรียกว่ากล่องเครื่องยนต์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผล และใช้ในการควบคุมการทำงานรถยนต์ อาทิเช่น การสั่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ การทำงานของคอมเพรสเซอร์แอร์ พัดลมระบายความร้อน ระบบควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบกันขโมยรถ เป็นต้น ในงานวิจัยใช้ ECU รุ่น DTAfast P8 PRO ECU [3] ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 DTAfast P8 PRO ECU

2.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino UNO

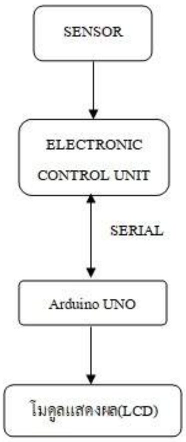
ในการศึกษาระบบสมองกลฝังตัวเบื้องต้น ผู้สนใจสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล Arduino ได้ เนื่องจากเป็น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยเลือกบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO [4]-[6] เนื่องจากเป็นบอร์ดที่ใช้งานได้ง่าย และมีราคาถูก โดยตัวบอร์ดนี้มีหน่วยความจำแบบแรม 2KB และแบบแฟลช 32KB มีพอร์ตเป็นดิจิตอลอินพุท/เอาต์พุต 16 พอร์ต ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย และทำงานที่แรงดันไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์

รูปที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO

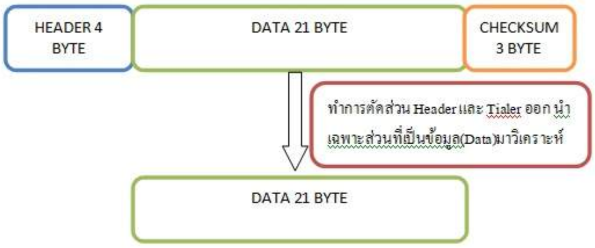
3. การออกแบบ

ในการออกแบบจะมีหลักการทำงานดังรูปที่ 3 จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการส่งค่าเซนเซอร์มาที่ ECU จะใช้ Arduino UNO มาทำการดึงข้อมูลจาก ECU ผ่านทางการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม แล้วไปแสดงผลบนจอ LCD



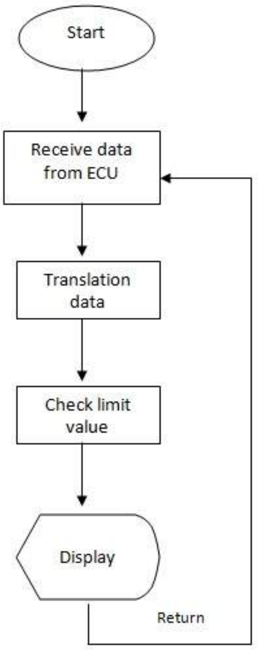
รูปที่ 3 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัยที่นำเสนอ

โดยข้อมูลที่ได้มาจาก ECU จะเป็นข้อมูลที่ส่งมาเป็นชุด ชุดละ 28 ไบต์ในรูปแบบเลขฐานสิบหก อันมีลักษณะข้อมูลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะข้อมูลของ ECU

ในการดึงข้อมูลจาก ECU และแสดงผลทาง LCD ของไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลักการทำงานดังรูปที่ 5



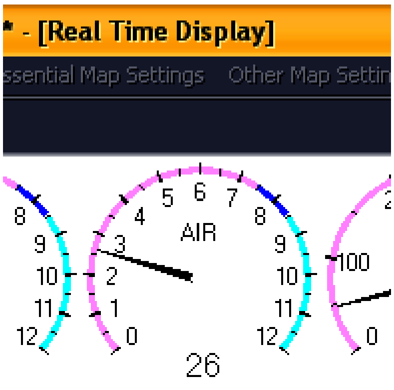
รูปที่ 5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานหลักของโปรแกรม

4. ผลการทดสอบ

ในการทดสอบชิ้นงานวิจัยที่นำเสนอจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการใช้โปรแกรม DTAwin เพื่อทำการจำลองและอ่านค่าจาก ECU และส่วนของการแสดงผล LCD ที่มีการติดตั้งชิ้นงานจริงบนรถที่ทำการทดสอบ

การทดสอบด้วยการใช้โปรแกรม DTAwin ในที่นี้จะขอยกมาแสดงเพียงบางอย่าง นั่นคือ การวัดอุณหภูมิอากาศของเครื่องยนต์ การวัดอุณหภูมิน้ำดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ

ก)



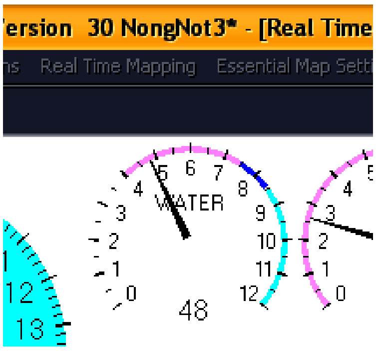
ข)

รูปที่ 6 การวัดค่าอุณหภูมิอากาศ

ก) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิของอากาศ

ข) ผลการวัดด้วยโปรแกรม DTAwin หลังสตาร์ทเครื่องยนต์

ก)



ข)

รูปที่ 7 การวัดค่าอุณหภูมิน้ำ

ก) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ

ข) ผลการวัดด้วยโปรแกรม DTAwin หลังสตาร์ทเครื่องยนต์

และในส่วนการทดสอบจริงกับรถ ผู้วิจัยได้นำไปติดตั้งบนรถที่ใช้ในการแข่งรถแข่งขนาด 1 คน โดยมีรูปรถดังรูปที่ 8 และมีผลการแสดงบนหน้าจอดังรูปที่ 9

รูปที่ 8 ลักษณะรถที่ทำการติดตั้งชิ้นงานจริง

รูปที่ 9 หน้าจอแสดงผลในเรื่องความเร็วรอบ

จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นถึงค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ อัตราเร่ง และเกียร์รถที่ใช้

5. สรุป

งานวิจัยนี้สามารถใช้ระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับ ECU เพื่อแสดงสถานะของเครื่องยนต์ ได้ 4 รูปแบบการแสดงผล คือ 1. การแสดงส่วนของความเร็วรถยนต์ 2. การแสดงส่วนอุณหภูมิ 3. การแสดงในส่วนของน้ำมัน และ 4. การแสดงในส่วนพลังงานไฟฟ้าของรถยนต์ ซึ่งโดยทั่วไปรถจะแสดงสถานะแค่เรื่องความเร็วของรถ ดังนั้นชิ้นงานวิจัยนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์และดูแลรักษาเครื่องยนต์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวเบญจลักษณ์ ตั้งสัจจธรรม นายปกรณ์ ทองขาว และนายอลงกต วัฒนลออสมบุญที่ช่วยในการทำการสำรวจรวบรวมข้อมูล และช่วยทำการทดสอบงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] V. P. Aras, "Design of Electronic Control Unit (ECU) for Automobiles," 2004.

[2] M. Richter, "Understanding the ECU What it does and how it works.," MC^2 Magazine, pp. 62-65, 2006.

[3] DTAFast Competition Engine Management [online]; https://www.dtafast.co.uk

[4] B. W. Evans, "Arduino Programming Notebook," 2007.

[5] J. Baichtal, "Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs," 2013.

[6] M. McRobert, "Beginning Arduino," Technology in action, 2013.

กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์

อภินันท์ อุรโสภณ[1] กรกฎ ปางลีลาศ[2] ก้องภพ ชาอำมาตย์[3] สัญญา ควรคิด[4] ชัยพันธ์ ปะการะพันธ์[5] พีระพงษ์ ปทุมราษฎร์[6]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม
[2]ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม
[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ต. ธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
[4]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม
[5]คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[6]ประธานสโมสรหมากรุกอุบลราชธานี

E-mail: apinan.a@msu.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เสนอกระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับบันทึกเกมอัตโนมัติ ประกอบด้วยเซนเซอร์สวิตซ์แม่เหล็กต่อกันแบบเมตริกซ์ขนาด 8x8 ถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตัวหมากถูกเข้ารหัสมาตรฐาน PGN และถูกบันทึกลงในหน่วยความจำ พร้อมทั้งแสดงผลด้วยจอแอลซีดี

จากผลการทดลองของกระดานต้นแบบ ระบบที่เสนอสามารถบันทึกหมาก และเข้ารหัสมาตรฐาน PGN ได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: หมากรุก, รหัส PGN, เซนเซอร์สวิตซ์แม่เหล็ก

Abstract

This project proposes electronic Makruk board (EMB) for automatic recording the games. EMB consists of reed switches connected based on the matrix switches 8x8 which is controlled by ATmega2560 microcontroller. The move positions of pieces were coded by Portable Game Notation (PGN). The data of move positions were recorded in memory and displayed by LCD.

From the experiments, EMB prototype can record the games and showed the PGN code correctly.

Keywords: Makruk; PGN code; reed switches

1. บทนำ

ปัจจุบันการเล่นหมากรุกไทย [1] ได้รับการนิยมมากขึ้น ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ การเล่นหมากรุกแบ่งเป็นสองฝ่าย โดยที่ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายผลัดกันเดินคนละตา เพื่อที่นำหมากรุก มากินกันหรือเรียกว่า การกินผ่าน จะตัดสินแพ้ชนะกันโดยตัวขุน หรือ พระราชา ฝั่งใดสามารถกินตัวขุนก่อนฝั่งนั้นก็จะเป็นฝ่ายชนะ โดยมีกระดานสี่เหลี่ยมจัตุรัส 8x8 ช่อง เรียกว่า กระดานหมากรุก การเล่นหมากรุกนั้นเป็นการฝึกสมองไปในตัว เนื่องจากต้องอาศัยหลักการวางแผน และการแก้หมาก การแข่งขันโดยทั่วไปเวลาเล่น ผู้เล่นแต่ละฝ่ายจะจดการเดินหมากในแต่ละตาของตนเอง และฝ่ายตรงข้าม เพื่อใช้ในการศึกษา วิเคราะห์การเล่น หาข้อผิดพลาดในการเดินและสาเหตุที่แพ้หรือชนะ [2]

ด้วยเหตุผลนี้เองทำให้มีการพัฒนากระดานหมากรุกโดยใช้ชื่อว่า กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic chess board) ที่สามารถจดจำการเดิน รวมทั้งเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผล กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์มีโครงสร้างเหมือนกระดานปกติทั่วไป แต่จะมีเซนเซอร์ฝังไว้ภายใต้กระดานทำงานเป็นสวิตซ์ เช่น สวิตซ์ (Switches), สวิตซ์แม่เหล็ก (Reed switches) และใช้หลักการของแสง เช่น โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้สวิตซ์มีข้อจำกัดที่ว่าตัวหมากจะต้องมีน้ำหนักพอสมควรถึงจะกดสวิตซ์ให้ทำงานได้ ซึ่งใช้กับตัวหมากที่มีน้ำหนักเบาไม่ได้ เพราะสวิตซ์จะไม่ทำงานถ้าไม่มีแรงกดที่เพียงพอสวิตซ์ หรือตัวหมากต้องมีขาสำหรับสอดเข้าช่องรูตรงกลางตาเดิน ในขณะที่การใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ค่าใช้จ่ายสูง ตัวกระดานต้องเจาะรูตรงกลาง หรือตัวกระดานต้องเป็นวัสดุโปร่งแสง [3-4] ที่สำคัญกระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้นสามารถใช้ได้กับหมากรุกสากลเท่านั้น ไม่สามารถใช้ได้กับหมากรุกไทยที่ความสามารถของตัวหมากแตกต่างกัน

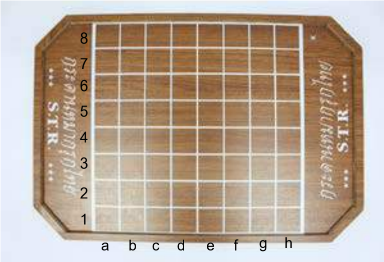
ดังนั้นโครงงานนี้คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดการสร้างกระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหมากรุกไทย โดยใช้สวิตซ์แม่เหล็กฝังไว้ภายใต้กระดาน และถูกเชื่อมต่อกันเป็นเมตริกซ์ขนาด 8x8 เข้ากับพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์

ATmega2560 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตัวหมากถูกประมวลผลและเข้ารหัสมาตรฐาน PGN และถูกบันทึกลงในหน่วยความจำ พร้อมทั้งแสดงผลด้วยจอแอลซีดี ชุดต้นแบบถูกพัฒนาขึ้นพร้อมแสดงผลการทดลอง

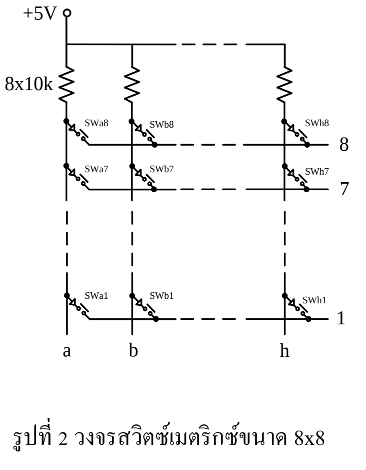
2. กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์

2.1 โครงสร้างกระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 1 แสดงกระดานหมากรุกทั่วไป โดยมี 8 แถว และ 8 หลัก รวมเป็น 64 ช่องตาเดิน โดยมีความกว้างและยาว 4.5x4.5 ซม. แถวเรียงโดยใช้หมายเลข 1, 2…8 และหลักเรียงโดยใช้ตัวอักษร a, b…h การบันทึกการเดินหมากทำได้ด้วยการใช้รหัสมาตรฐาน PGN ประกอบด้วยรหัสตัวหมากตามด้วยหลักและแถว เช่น Nd2 หมายถึงม้าอยู่หลัก d แถวที่ 2 เป็นต้น โดยที่แต่ละช่องประกอบด้วยสวิตซ์สำหรับตรวจจับตัวหมาก และเพื่อเป็นการประหยัดจำนวนพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ สวิตซ์ทั้ง 64 ตัวถูกเชื่อมต่อเป็นแบบเมตริกซ์ขนาด 8x8 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 รหัสแถวและหลัก



รูปที่ 2 วงจรสวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 8x8

กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยตัวกระดานหมากรุกและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 โดยที่ตัวกระดานมีสวิตซ์แม่เหล็กฝังอยู่ภายใต้กระดานที่ถูกเซาะร่อง โดยมีหลักการทำงานคือไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณตรวจสอบทีละแถวด้วยการส่งลอจิก “0” และทำการอ่านข้อมูลเข้าทางหลัก นี้จะทำให้ทราบข้อมูลหมากทั้ง 64 ตา กรณีมีหมาก ข้อมูลลอจิกเท่ากับ “0” และกรณีไม่มีหมาก ข้อมูลลอจิกเท่ากับ “1”

2.2 การหาตำแหน่งการเคลื่อนที่

เริ่มต้นกระดาน หมากขาวและดำอย่างละ 16 ตัวถูกวางอยู่ตำแหน่ง a1-h1, a3-h3 และ a6-h6, a8-h8 ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยที่ตำแหน่งตาเหล่านี้มีสถานะลอจิก “0” ขณะที่ตำแหน่งตาว่างจำนวน 32 ตา มีสถานะลอจิก “1” เมื่อมีหมากเคลื่อนที่ ลอจิกของตาที่หมากถูกยกขึ้นจะถูกเปลี่ยนเป็น ลอจิก “1” ขณะที่ตำแหน่งว่าง หากมีหมากวางลงข้อมูลจะเปลี่ยนเป็นลอจิก “0” โดยที่ในแต่ละฝั่งตาเดินจะเกิดการเคลื่อนที่สองตำแหน่ง เช่น เดินไปที่ว่าง หรือเดินไปแทนที่อีกฝั่งหรือที่เรียกว่ากิน เมื่อเกิดการกินหมากขาวหรือดำจะลดลง ขณะที่ตำแหน่งตาว่างจะเพิ่มมากขึ้น ตำแหน่งเหล่านี้ถูกจัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3 การจดจำตัวหมาก

ชนิดหมากและตำแหน่งบนกระดานถูกจัดเก็บและจัดสรรพื้นที่ไว้ในหน่วยความจำ ตำแหน่งของหน่วยความจำหรือที่อยู่ใช้จดจำชนิดหมาก และข้อมูลใช้จดจำตำแหน่งบนกระดาน ตำแหน่งของหน่วยความจำ 0-15 ใช้สำหรับจดจำหมากขาว, หน่วยความจำ 16-31 ใช้สำหรับจดจำหมากดำ และหน่วยความจำ 32-93 สำหรับจดจำตำแหน่งว่าง รูปที่ 3 แสดงการจัดสรรตำแหน่งของหน่วยความจำของหมาก เช่น เริ่มต้น เรือหรือ R ถูกวางอยู่ที่ตำแหน่งหลัก a และแถวที่ 1, ม้าหรือ N ถูกวางอยู่ที่ตำแหน่งหลัก b และแถวที่ 1 เป็นต้น การทำงานระบบทำการตรวจสอบแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำ ถ้าหากอ่านข้อมูลได้ลอจิก “0” หมายถึงหมากไม่มีการเคลื่อนที่ แต่ถ้าหากอ่านข้อมูลได้ลอจิก “1” แสดงว่าหมากถูกยกขึ้น เช่น ระบบตรวจสอบที่ตำแหน่งหน่วยความจำ 3 ได้ข้อมูลลอจิก “1” แสดงว่าขุนหรือ K ถูกยกขึ้นเป็นต้น

2.4 การเข้ารหัส PGN

เมื่อระบบตรวจพบการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตัวหมาก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของหน่วยความจำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ถูกนำมาเข้ารหัสมาตรฐาน PGN โดยที่อักษรตัวแรกแสดงรหัสของชนิดตัวหมาก ตัวที่สองและสามแสดงหลักและแถวที่เดินไป เช่น

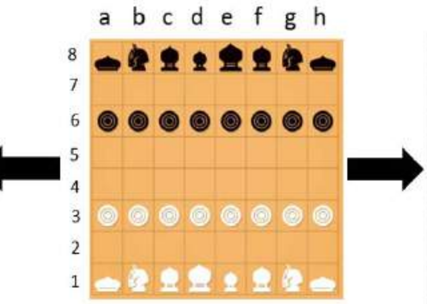
- กรณีเบี้ยเดิน การเข้ารหัสคือแสดงตาที่เดินไป เช่น e4 หมายถึงเบี้ยเดินไปหลัก e แถวที่ 4
- ตัวใหญ่เดิน แสดงสัญลักษณ์หมาก และตาที่เดินไป เช่น Nf3 หมายถึงม้าเดินไปหลัก f แถวที่ 3

- กรณีกิน ให้ใช้เครื่องหมาย x คั่นตาที่เดินไป เช่น exd5 หมายถึงเบี้ยกินฝั่งตรงที่ หลัก d แถวที่ 5 หรือ Rxd7 หมายถึงเรือกินหมากตรงข้ามที่หลัก d แถวที่ 7 เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายกรณี เช่น รุก แสดงด้วยเครื่องหมาย + หรือกรณีหมากสามารถเดินไปที่ตำแหน่งกระดานได้พร้อมกันสองตัว การเข้ารหัสต้องใส่หลักหรือแถวเพิ่มขึ้น [1] เป็นต้น

แถวที่ 4 (c4) ตาเดินและรหัสมาตรฐาน PGN ถูกแสดงบนจอ LCD ดังรูปที่ 5(ข)

หมากขาว		
ที่อยู่	ข้อมูล	
0	a,1	เรือ1
1	b,1	ม้า1
2	c,1	โคน1
3	d,1	ขุน
4	e,1	เม็ด
5	f,1	โคน2
6	g,1	ม้า2
7	h,1	เรือ2
8	a,3	เบี้ย1
9	b,3	เบี้ย2
10	c,3	เบี้ย3
11	d,3	เบี้ย4
12	e,3	เบี้ย5
13	f,3	เบี้ย6
14	g,3	เบี้ย7
15	h,3	เบี้ย8



หมากดำ		
ที่อยู่	ข้อมูล	
16	a,8	เรือ1
17	b,8	ม้า1
18	c,8	โคน1
19	d,8	ขุน
20	e,8	เม็ด
21	f,8	โคน2
22	g,8	ม้า2
23	h,8	เรือ2
24	a,6	เบี้ย1
25	b,6	เบี้ย2
26	c,6	เบี้ย3
27	d,6	เบี้ย4
28	e,6	เบี้ย5
29	f,6	เบี้ย6
30	g,6	เบี้ย7
31	h,6	เบี้ย8

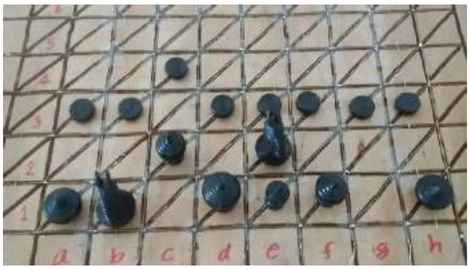
รูปที่ 3 ชนิดหมาก ตำแหน่งและข้อมูลตำแหน่ง

3. การทดลอง

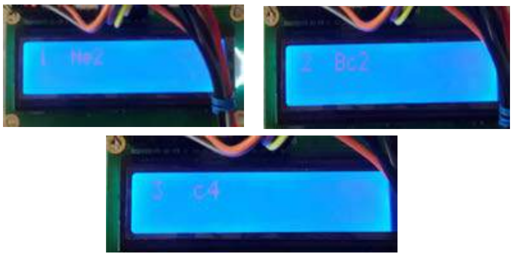
รูปที่ 4 แสดงกระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบ ขนาดมาตรฐาน โดยมีช่องตาเดิน 4.5x4.5 ซม. แต่ละตาถูกเซาะร่องแนวทแยงเพื่อฝังสวิตซ์แม่เหล็กและไดโอด ใต้ฐานของตัวหมากถูกฝังด้วยแม่เหล็ก การทดสอบกระดานเบื้องต้น แต่ละแถวถูกป้อนด้วยลอจิก "0" หรือต่อลงกราวด์ และทำการวัดเอาท์พุตทางหลัก เพื่อตรวจสอบการทำงานของวงจร เช่น ตำแหน่งที่มีตัวหมาก เอาท์พุตต้องได้ลอจิก "0" ขณะที่ยกตัวหมากขึ้น เอาท์พุตต้องได้ลอจิก "1" การทดสอบทำทั้งหมด 64 ตา

รูปที่ 4 กระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบ

ภาษา FLOWCODE6 ถูกใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 รูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบการเดินของหมากดำ เริ่มต้นตาที่หนึ่ง ม้าเดินไปหลัก e แถวที่ 2 (Ne2), ตาที่สองโคนเดินไปหลัก c แถวที่ 2 (Bc2) และตาที่สาม เบี้ยเดินไปหลัก c



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 ทดสอบการเดิน (ก) ตำแหน่งการเปลี่ยนแปลงของหมาก (ข) ผลลัพธ์บนจอแสดงผล LCD

4. อภิปรายผล

จากผลการทดสอบกระดานหมากรุกเบื้องต้น ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเดินของหมากสัมพันธ์กับรหัสมาตรฐาน PGN อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามการทดสอบ ยังเป็นแต่เพียงการทดสอบการเดินหมากไปยังที่ว่างเท่านั้น ระบบยังไม่ได้ทดสอบการกิน (ตำแหน่งที่ว่างเพิ่มขึ้น) รวมทั้งการรุก

การใช้สวิตซ์แม่เหล็กเป็นเซ็นเซอร์นั้น เกิดข้อควรระวัง เช่น เมื่อกำหนดตำแหน่งของสวิตซ์แม่เหล็กอยู่กลางช่องตาเดิน กรณีตัวหมากอยู่ขอบกระดาน นี้ทำให้เกิดปัญหาสวิตซ์ไม่ทำงาน และถ้าแม่เหล็กมีกำลังสูงจะทำให้สวิตซ์ที่อยู่ช่องตาเดินข้างเคียงทำงานได้ รวมทั้ง กรณีผู้เล่นไม่ยกหมาก (เลื่อนหมาก) นี้ทำให้เกิดความผิดพลาดได้

5. สรุปผล

โครงงานนี้ ผู้จัดทำได้นำเสนอการพัฒนากระดานหมากรุกอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถเข้ารหัสแสดงผลตามมาตรฐาน PGN ประกอบด้วยสวิตซ์แม่เหล็กต่อกันเป็นเมตริกซ์ขนาด 8x8 ถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA2560 ผลการทดสอบเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ของตัวหมากสัมพันธ์กับรหัสมาตรฐานการบันทึกหมาก PGN ได้อย่างถูกต้อง ข้อผิดพลาดที่ได้สรุปไว้ในคำอภิปรายผล ผู้จัดทำจะได้นำเสนอการแก้ไขและการพัฒนาต่อไป รวมทั้งเพิ่มฟังก์ชันการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และการแจ้งเตือน กรณีเดินหมากผิดตำแหน่ง

บรรณานุกรม

[1] https://th.wikipedia.org/wiki/หมากรุกไทย

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Portable_Game_Notation

[3] http://www.spacious-mind.com/html/piccolo.html

[4] Daiki T., Hiroyuki Y., Keiichi I., Kazuki K., Shugo H. and Junya M., “IrStage: Automatic Chess Recording System Using Photo reflectors”, The Journal of the Society for Art and Science, Vol. 16, No. 5, pp. 154-164 (2017).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

วงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้าควบคุมแบบจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้สำหรับการใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์

H Infinity Loop Shaping Controlled Buck Converter with photovoltaic applications

พีรวิชญ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์[1] วรชาติ สุวรรณงาม [1] สมยศ เกียรติวนิชวิไล[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10520 โทรศัพท์ 085-010-0129 E-mail: d.phirawit@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมแบบคงทน (Robust Control) ด้วยเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ (H Infinity Loop Shaping) สำหรับวงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีการ ใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งแรงดันด้านอินพุตมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ภาระทางไฟฟ้าเป็นตัว ต้านทาน นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบความสามารถในการรักษาเสถียรภาพของตัวควบคุมแบบการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้กับตัวควบคุมแบบพีไอดีที่ปรับจูนโดยวิธีของซิกเลอร์-นิโคลส์ (Ziegler–Nichols tuning method) ด้วยเครื่องจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นประสิทธิผลที่ดีของตัวควบคุมที่นำเสนอในวงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งวิธีการออกแบบตัวควบคุมดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับภาระทางไฟฟ้าที่เป็นแบตเตอรี่ได้อีกด้วย

คำสำคัญ: วงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้า, การควบคุมแบบจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้, การควบคุมแบบคงทน, เซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

This research work aims to design the H Infinity Loop Shaping technique for the robust control system in a buck converter with photovoltaic applications; where the input voltage is focused as the uncertain variable while the load is a resistor. Furthermore, the performance and stability of system between H infinity loop shaping controller and PID Ziegler–Nichols tuning method controller are compared using photovoltaic simulator. The results show the effectiveness of the robust controller proposed in the buck converter. The design of the controller can be applied to the load which is the battery as well..

Keywords: Buck Converter, H Infinity Loop Shaping, Robust Control, Photovoltaic

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันเริ่มมีการนำหุ่นยนต์เข้ามามีส่วนร่วมทั้งในชีวิตประจำวันและภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น หุ่นยนต์เช็ดกระจก หรือบางประเทศเริ่มมีการนำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งหุ่นยนต์จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่ในการทำงาน และบางพื้นที่ที่ไฟฟ้าไม่สามารถเข้าถึงได้จำเป็นจะต้องประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าไม่คงที่ แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ดังนั้นการควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ถือเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการประจุแบตเตอรี่

การออกแบบตัวควบคุมใช้ในวงจรแปลงผัน กระแสตรง-กระแสตรงมีมากมายหลายวิธี เช่น ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID) ซึ่งมีเทคนิคในการปรับจูนหลายแบบ อาทิเช่น การปรับจูนด้วยวิธีอินทิกรัลของค่าความผิดพลาดยกกำลังสอง (The Integral of Squared Error , ISE) [1] การปรับจูนด้วยวิธีซิกเลอ-นิโคล (Zeigler-Nichole tuning) [2] การควบคุมแบบวิเคราะห์วงรอบปิด [3] วิธีการที่กล่าวข้างต้น [1-3] ไม่รับประกันความเสถียรภาพของระบบ ดังนั้นปัญหาความเสถียรภาพจะเกิดขึ้นเมื่อใช้ค่าอินพุตที่เปลี่ยนแปลงจากเครื่องจำลองเซลล์แสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้นำเสนอการหาฟังก์ชั่นถ่ายโอนโดยเทคนิคการระบุเอกลักษณ์ของระบบ หลังจากนั้นนำฟังก์ชันถ่ายโอนไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมแบบคงทน (Robust Control) โดยอาศัยเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ (H Infinity Loop Shaping) ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดและเหมาะสม เมื่อมีการรบกวนเกิดขึ้นจากทางด้านอินพุต

2. ทฤษฎีและการจำลองระบบ

2.1 ระบบระบุเอกลักษณ์ [4]

รูปแบบของระบบระบุเอกลักษณ์ในงานวิจัยนี้ได้มีการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยป้อนสัญญาณอินพุตเข้าไปในระบบ แล้วทำการเก็บเอาต์พุตเพื่อนำมาหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการประมาณค่าแบบ OE (output error) ดังนี้

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)} u(t - nk) + e(t) \qquad (1)$$

$$B(q) = b_1 + b_2 q^{-1} + ... + b_{nb} q^{-nb+1} \qquad (2)$$

$$A(q) = 1 + a_1 q^{-1} + ... + a_{na} q^{-na} \qquad (3)$$

y(t)คือ ค่าเอาต์พุต ณ เวลา t

u(t)คือ ค่าอินพุต ณ เวลา t

n_b คือ จำนวนซีโร่บวกหนึ่งของระบบบวกหนึ่ง

n_a คือ จำนวนโพลของระบบ

n_k คือ จำนวนการสุ่มข้อมูลก่อนที่อินพุตจะมีผลต่อเอาต์พุตระบบ

e(t)คือ ค่าความผิดพลาด

$b_1, ..., b_{nb}$ และ $a_{1,...,} a_{na}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของระบบที่เราต้องการ

2.2 การควบคุมแบบจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้

การออกแบบตัวควบคุมในระบบ G จะออกแบบฟังก์ชันชดเชยน้ าหนักส่วนหน้า (pre-compensation) หรือ W1 และออกแบบฟังก์ชันชดเชยน้ าหนักส่วนหลัง (post-compensation) หรือ W2 ก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้แค่เพียงฟังก์ชันชดเชย น้ าหนักส่วนหน้าเท่านั้น ระบบที่ถูกจัดสัณฐาน (Gs) สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 4

$$G_s = W_1 G W_2 \qquad (4)$$

ลำดับถัดมาหลังจากที่เราออกแบบฟังก์ชันชดเชยน้ าหนักเสร็จแล้ว เราจะต้องตรวจสอบ ความเหมาะสมของฟังก์ชันชดเชยน้ำหนักจากค่าที่เรียกว่าค่านอร์มอนันต์ที่มีค่าต่ำที่สุด($\gamma_{\min}$) โดยเราสามารถหาค่านอร์มอนันต์ที่มีค่าต่ำที่สุดได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\gamma_{\min} = \varepsilon_{\max}^{-1} = \left\{1 - \left\|[N \ M]\right\|_H^2\right\}^{-\frac{1}{2}} = \left(1 + \rho(XZ)\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (11)$$

โดยที่

ρ คือ ตัวกำหนดรัศมีของค่าเจาะจงสูงสุด (maximum eigenvalue)

X, Z คือ ตัวแปรในการหาคำตอบของสมการพีชคณิตริคคาติ

การตรวจสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันชดเชยน้ำหนัก ถ้า $\gamma_{\min}$ มีค่ามากกว่า 4 จะถือว่า ฟังก์ชันชดเชยน้ำหนักที่ออกแบบมานั้นไม่เหมาะสมต้องออกแบบฟังก์ชันชดเชยน้ำหนักใหม่ หลังจากได้ฟังก์ชันชดเชยที่เหมาะสมแล้วให้เลือกค่านอร์มอนันต์ให้มีค่ามากกว่าก่วานอร์มอนันต์ที่มีค่าต่ำที่สุดที่ เป็นไปได้ หลังจากนั้นทำการสังเคราะห์ตัวควบคุม (K_∞) จากสมการ 5

$$K_\infty \overset{s}{=} \begin{bmatrix} A + BF + \gamma^2 (L^T)^{-1} Z C^T (C + DF) & \gamma^2 (LT)^{-1} Z C^T \\ B^T X & -D^T \end{bmatrix} \qquad (5)$$

หลังจากที่สังเคราะห์ตัวควบคุม (H_∞) ได้แล้วจะต้องนำไปคูณกับฟังก์ชันชดเชยน้ำหนัก K_∞ ก่อน ดังนั้นตัวควบคุม (K) ที่เรานำไปใช้ควบคุมระบบ (G) สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 6

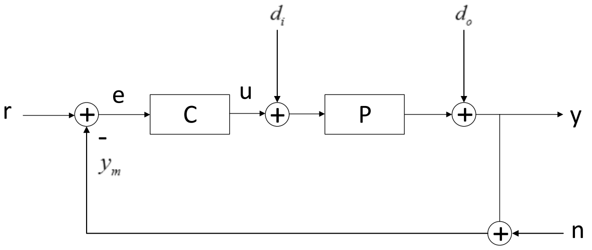
$$K = W_1 K_\infty W_2 \qquad (6)$$

3 ผลตอบสนองแบบวงรอบปิด

รูปที่ 3 แสดงระบบควบคุมป้อนกลับที่มีฟังก์ชันถ่ายโอนของแพลนท์ (G) และตัวควบคุม (K) สัญญาณต่าง ๆประกอบด้วย อินพุต (r) เอาต์พุตของระบบ (y) อินพุตควบคุม (u) ความผิดพลาดที่วัด ได้ (e) สัญญาณรบกวนที่อินพุต (d_i) และเอาต์พุต (d_o) และสัญญาณการรบกวนจากการวัด (n)

จากนิยามข้างต้น สามารถหาผลตอบสนองวงปิดได้เป็น

$$Y(s) = S(s) D_O(s) + T(s)(R(s) - N(s)) + S(s) P(s) D_I(s) \qquad (7)$$



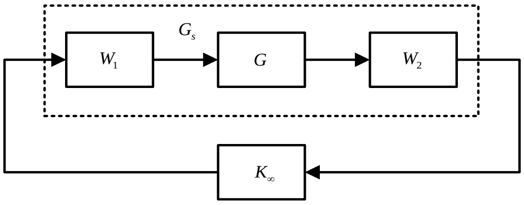
รูปที่ 1 ระบบป้อนกลับหนึ่งอินพุตหนึ่งเอาต์พุต

จากสมการที่ (7) ถ้าต้องการทำให้ระบบตามรอยคำสั่งมีประสิทธิภาพต้องพยายามทำให้ S(s) เข้าใกล้ศูนย์ และในขณะเดียวกันไม่ต้องการสัญญาณการรบกวนจากการวัด (n) ซึ่งมีผลต่อเอาต์พุต (y) ดังนั้นต้องพยายามทำให้ T(s) เข้าสู่ศูนย์เช่นกัน อย่างไรก็ตามไม่สามารถทำให้ S(s) และ T(s) เข้าสู่ศูนย์ในเวลาเดียวกันได้ เนื่องจากมีเงื่อนไขที่มีชื่อว่าเงื่อนไขบังคับเชิงพีชคณิต (algebraic constraint) วิธีแก้ไขก็คือต้องให้ฟังก์ชันทั้งสองมีค่าน้อยที่ความถี่ต่างกัน โดยทำให้ $|S(j\omega)|$ มีขนาด เล็กในช่วงความถี่ต่ำ เนื่องจากช่วงสัญญาณความถี่ของสัญญาณ (r) และสัญญาณรบกวน (d) อยู่ ในช่วงความถี่ต่ำ และทำให้ $|T(j\omega)|$ มีขนาดเล็กในช่วงความถี่สูง เพราะเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจาก สัญญาณรบกวนจากการวัด (n) มากที่สุด เงื่อนไขที่มีชื่อว่า เงื่อนไขบังคับเชิงพีชคณิต

$$S(s)+T(s)=1 \quad (8)$$

3. การออกแบบตัวควบคุม

การออกแบบชุดควบคุมนี้ต้องการจัดสัณฐานวงรอบด้วยฟังก์ชันชดเชยน้ำหนักโดยในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชั่นน้ำหนักส่วนหน้า (pre-compensator) เท่านั้น ซึ่งมีโครงสร้างการควบคุม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การควบคุมแบบจัดสัณฐานวงรอบปิด

3.1 การประมวลผลด้วยทฤษฎีการหาพารามิเตอร์ระบบในโปรแกรม MATLAB มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบ

1. นำตัวอย่างอินพุตและเอาต์พุต 600 ตัวอย่าง โดย Volt คือสัญญาณอินพุตที่เปลี่ยนแปลง และ Volt1 คือ สัญญาณเอาต์พุตข้อมูล

2. ใช้ฟังก์ชั่นการะบุเอกลักษณ์ในโปรแกรม MATLAB โดยเลือกรูปแบบการประมาณแบบจำลองเป็นแบบ OE (Output Error)

โดยที่ nb คือ จำนวนซีโร่ของระบบบวกหนึ่ง

nf คือ จำนวนโพลของระบบ

nk คือ จำนวนการสุ่มข้อมูลก่อนที่ค่าอินพุตจะมีผลต่อค่าเอาต์พุตของระบบ

3. เมื่อเลือกรูปแบบการประมาณแบบจำลองเสร็จเรียบร้อย หลังจากนั้นเราจะได้ค่าเอาต์พุตของแบบจำลองเปรียบเทียบกับเอาต์พุตที่วัดจากระบบจริง

4. สร้างฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบในรูปแบบสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา (Continuous Time) เปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ระบบทำให้ได้ฟังก์ชันถ่ายโอนดังสมการที่ 9

$$G_V(s)=\frac{-31.37s+9081}{s^2+37.64s+504.5} \quad \textbf{(9)}$$

ขั้นตอนที่ 2 ทำการหาฟังก์ชันชดเชยน้ำหนัก

หาค่าน้ำหนักโดยเลือกให้มีความถี่ข้ามผ่านมีค่าต่ำกว่าความถี่สวิตซ์ชิ่งและมีค่าเอกฐานมากในย่านความถี่ต่ำ ได้ค่าน้ำหนักดังนี้

$$W=\frac{1\times10^{-6}s+7.035\times10^{5}}{s+7.035\times10^{4}} \quad (10)$$

จากนั้นตรวจสอบความเหมาะสมฟังก์ชันชดเชยน้ำหนัก เมื่อแก้สมการริคาติแล้วได้ค่า $\gamma_{\min}=1.4811$

ขั้นตอนที่ 3 ทำการสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบเอชอินฟินิตี้ (K)

หาค่า K_∞ จากสมการที่ (11) - (14)

$$K_\infty \overset{s}{=} \begin{bmatrix} A+BF+\gamma^2(L^T)^{-1}ZC^T(C+DF) & \gamma^2(LT)^{-1}ZC^T \\ B^TX & -D^T \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$F=-S^{-1}(D^TC+B^TX) \quad (12)$$

$$L=(1-\gamma^2)I+XZ \quad (13)$$

$$K=K_\infty\times W \quad (14)$$

ได้ตัวควบคุมดังสมการที่ 15

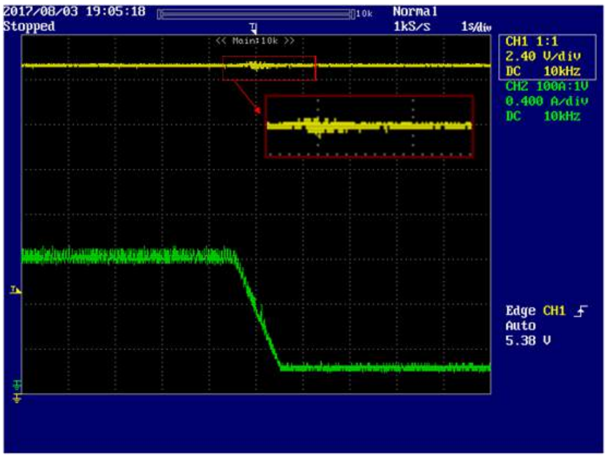
$$K=\frac{1.098\times10^5s^2+1.112\times10^9s+4.928\times100}{s^3+2.184\times10^4s^2+1.99\times10^8s+5.426\times10^9} \quad (15)$$

4. ผลการทดลอง

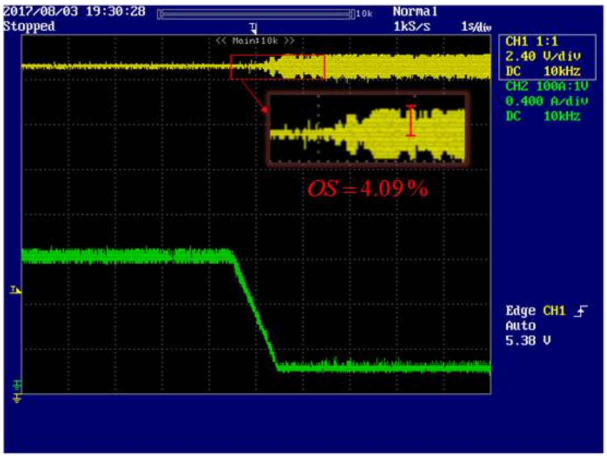
ในการทดลองเครื่องจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ถูกใช้เป็นแหล่งจ่ายสำหรับวงจรทอนระดับแรงดัน ซึ่งจำลองเซลล์แสงอาทิตย์รุ่น Kyocera Solar ks20

การทดสอบความคงทนของตัวควบคุมแบบจัดสัณฐานเอชอินฟินิตี้และตัวควบคุมแบบพีไอดีที่ปรับจูนโดยวิธีของซิกเลอร์-นิโคลส์ ถูกทดสอบโดยการเปลี่ยนความเข้มแสงจาก 1000 W/m^2 เป็น 100

W/m^2 รูปที่ 3 แสดงแรงดันด้านอินพุต (เส้นสีเหลือง) ของตัวควบคุมแบบจัดสัณฐานเอชอินฟินิตี้ ซึ่งแรงดันด้านอินพุตถูกตั้งค่าไว้เท่ากับ 17.6 V และรูปที่ 4 แสดงแรงดันด้านอินพุต (เส้นสีเหลือง)ของตัวควบคุมแบบพีไอดี ซึ่งแรงดันด้านอินพุตถูกตั้งค่าไว้เท่ากับ 17.6 V เช่นกัน



รูปที่ 3 แรงดันด้านอินพุตของตัวควบคุมแบบจัดสัณฐานเอชอินฟินิตี้



รูปที่ 4 แรงดันด้านอินพุตของตัวควบคุมแบบพีไอดี

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมแบบคงทน (Robust Control) ด้วยเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ (H Infinity Loop Shaping) ซึ่งการออกแบบระบบควบคุมจำเป็นต้องทราบฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบ ฟังก์ชันถ่ายโอนสำหรับวงจรทอนระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีการใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตมีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้เทคนิคการระบุเอกลักษณ์ของระบบ (system identification) **ผลการเปรียบเทียบระหว่างตัวควบคุมแบบคงทนกับตัวควบคุมแบบพีไอดีพบว่าตัวควบคุมแบบคงทนมีความคงทนมากกว่าตัวควบคุมแบบพีไอดีเมื่อมีการรบกวนด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสง**

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หมายเลขทุนวิจัย KREF055706

เอกสารอ้างอิง

[1] Abd El-Shafy A. Nafeh, “An effective and safe charging algorithm for lead-acid batteries in PV systems” InternatIonal journal of energy research.,Int. J. Energy Res. 2011; 35:733–740.

[2] S.Pradeepa, K. Mohamed Hussain, R.Hariharan, S.Sindhu, K.Varunvel, “Comparison of Tuning Methods of PID Controllers for Level Process for Single Tank System,” INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN ELECTRICAL, ELECTRONICS, INSTRUMATION AND CONTROL ENGINEERING Vol. 4, Issue 2, February 2016

[3] Apekshit Bhowate, Shraddha Deogade, “COMPARISON OF PID TUNING TECHNIQUES FOR CLOSED LOOP CONTROLLER OF DC-DC BOOST CONVERTER,” International Journal of Advances in Engineering & Technology, Feb., 2015

[4] L. Jung, “System Identification: Theory for the User,” 2nd edition., New Jersey:, Prentice-Hall, 1999.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาการสอบเทียบที่อุณหภูมิสูงกว่า 1500 °C โดยวิธีลวดเกลียวของแพลเลเดียม

Development of high temperature calibration above 1500 °C using palladium wire coil method

อ้อยใจ อ่องหร่าย

ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

3/4-5 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 02-577-5100 ต่อ 1311 E-mail: oijai@nimt.or.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมศักยภาพของประเทศ ภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการในการพัฒนาให้วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงและทนทานอุณหภูมิได้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานคือต้องมีกระบวนการอบบ่มด้วยอุณหภูมิสูง เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในชิ้นส่วนที่ผลิตได้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม และมีความทนทานต่อสภาพกัดกร่อนและอุณหภูมิสูงของเครื่องยนต์อากาศยานที่มีอุณหภูมิมากกว่า 1000 องศาเซลเซียส เทอร์โมคัปเปิลชนิดโลหะแพลทินัมชนิด R และ S เป็นเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในเตาสำหรับการผลิตและทดสอบชิ้นส่วนอากาศยาน ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้พัฒนาการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลโดยใช้ลวดเกลียวของแพลเลเดียมขึ้นครั้งแรกในประเทศไทย ซึ่งทำให้การยืนยันความถูกต้องของการวัดอุณหภูมิสูงกว่า 1500 องศาเซลเซียส ด้วยค่าความไม่แน่นอนที่ดีกว่า ± 1.5 องศาเซลเซียส (k=2)

คำสำคัญ: การวัดอุณหภูมิสูง, อุตสาหกรรม, เทอร์โมคัปเปิล

Abstract

Currently, the production of aerospace parts is one of the potential industries in Thailand. There is a need to develop materials that are stronger and more durable for using more efficiency in aircraft. A critical part of the manufacture of these blades is heat treatment to ensure that they attain the best metallurgical characteristics and resistance with corrosive conditions at very high temperature more than 1000 °C especially in area of the jet air engine . Thermocouple platinum type R and S are widely uses in the manufacturing and testing furnaces for aerospace parts industries. Temperature laboratory, National Institute of Metrology (Thailand) NIMT has been developed the method for high temperature thermocouple calibration by using the wire coils of Palladium for first time in Thailand. This calibration method can ensure the high temperature measurement by using thermocouple for temperature up to 1 500 °C with uncertainty better than 1.5 °C (k=2).

Keywords: high temperature measurement, Industry, Thermocouple

1. บทนำ

Thermocouple เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดอุณหภูมิได้กว้าง มีโครงสร้างที่ง่ายและราคาถูก ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิสูงในอุตสาหกรรมต่างๆ เทอร์โมคัปเปิลชนิดโลหะแพลทินัม Type R และ Type S ถูกใช้เป็นเครื่องมือมาตรฐานของห้องปฏิบัติการต่างๆ เพื่อค่าถ่ายทอดค่าความถูกต้องสู่ผู้ใช้ การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลชนิดโลหะพิเศษที่อุณหภูมิสูงกว่า 1500 องศาเซลเซียส ยังไม่น่าเชื่อถือเนื่องจากไม่สามารถสอบเทียบได้ ผู้ใช้งานจึงนำค่า specification มาใช้ทำให้ผู้นำไปใช้งานได้ค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่สูงตามไปด้วย ดังนั้นถ้าสามารถทำการสอบเทียบได้จริงก็จะทราบพฤติกรรมของเครื่องมือและลดค่าความไม่แน่นอนของการวัดลงได้ ส่งผลให้การใช้เครื่องมือเทอร์โมคัปเปิลที่อุณหภูมิสูงได้อย่างถูกต้อง อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอากาศยานใช้งานเทอร์โมคัปเปิลจำนวนมาก และต้องการให้มีการวัดและควบคุมอุณหภูมิสูงได้อย่างถูกต้องเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตสำหรับภาคอุตสาหกรรม การลดค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบที่ช่วงอุณหภูมิสูงนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้จุดกำเนิดอุณหภูมิมาตรฐานยูเทคติค eutectic fixed point แต่วิธีการที่กล่าวมาจะใช้งบลงทุนสูงห้องปฏิบัติการต่างๆปฏิบัติตามได้ลำบาก การสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลที่อุณหภูมิสูงใหม่โดยวิธีการลวดเกลียว (wire coil method) ซึ่งเป็นการสอบเทียบแบบใหม่ที่ยอมรับว่ามีความถูกต้องในสถาบันมาตรวิทยานานาชาติ [1-5] เพราะใช้เวลาน้อย ต้นทุนไม่สูงและทำได้ช่วงอุณหภูมิที่สูง บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิล Type R ด้วยวิธีลวดเกลียวของแพลเลเดียม

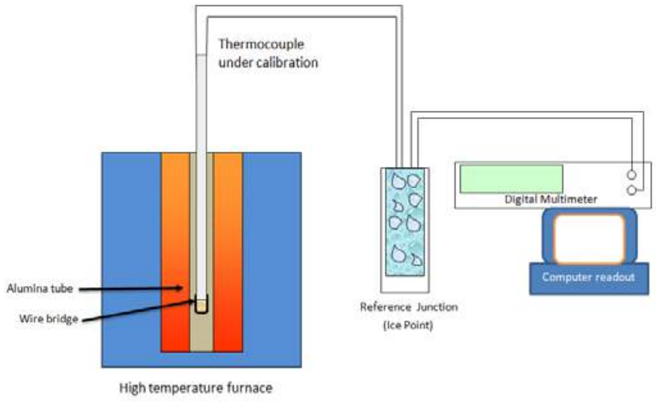
2. การจัดการทดลอง

การสอบเทียบด้วยวิธีลวดเกลียวนั้น อาศัยการให้ความร้อนเพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะของลวดเกลียวที่ติดกับเทอร์โมคัปเปิลเพื่อให้ได้

สัญญาณที่จุดอุณหภูมิคงที่ (Fixed Point)ในเวลาสั้น ๆ ทำได้โดยนำสายวัสดุมาทำเป็นเกลียวขนาดเล็กหลายชั้นต่อเข้ากับปลายรอยต่อวัดของเทอร์โมคัปเปิล ภาพเทอร์โมคัปเปิลที่ต่อเข้ากับลวดเกลียว แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 เทอร์โมคัปเปิลที่ต่อเข้ากับลวดเกลียวแพลเลเดียมก่อนทำการสอบเทียบ

วัสดุที่เลือกใช้เพื่อการพัฒนาการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลที่อุณหภูมิสูงอย่างน้อย 1500 องศาเซลเซียส คือลวดแพลเลเดียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 mm ความบริสุทธิ์ 99.9% จุดหลอมเหลว 1553.5 องศาเซลเซียส ทำเป็นเกลียวรอบวงพอดีกับขนาดปลายสายของเทอร์โมคัปเปิลประมาณ 4-5 รอบ ให้ได้ความหนาประมาณ 5 mm เทอร์โมคัปเปิลที่ต่อกับเกลียวลวดเรียบร้อยและบีบแน่นแล้ว จะถูกค่อยๆ นำใส่ในเตาในบริเวณที่มีความร้อนสูงสุดและมีความสม่ำเสมอของอุณหภูมิมากที่สุด โดยเริ่มต้นตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 1100 องศาเซลเซียส ปลายรอยต่ออ้างอิงอีกด้านของเทอร์โมคัปเปิลจะต้องถูกรักษาไว้ที่อุณหภูมิอ้างอิง 0 องศาเซลเซียส (ice point) ก่อนต่อเข้ากับอุปกรณ์ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์สำหรับอ่านค่า output ตลอดการวัด จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิของเตา (5 องศาเซลเซียสต่อนาที) จนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 1548.5 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของแพลเลเดียมประมาณ 5 องศาเซลเซียส และทิ้งให้อุณหภูมิสมดุลอย่างน้อย 30 นาที จากนั้นค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิของเตาอย่างช้าๆ (1 องศาเซลเซียสต่อนาที) จนถึงที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของแพลเลเดียม ประมาณ 5 องศาเซลเซียส ระหว่างนี้ให้บันทึกสัญญาณของเทอร์โมคัปเปิลอย่างต่อเนื่องและสังเกตการเปลี่ยนแปลงเมื่อวัสดุลวดเกลียวเริ่มถูกหลอมเหลวช้าๆ รูปที่ 2 แสดงการจัดการทดลองของการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลแบบลวดเกลียว

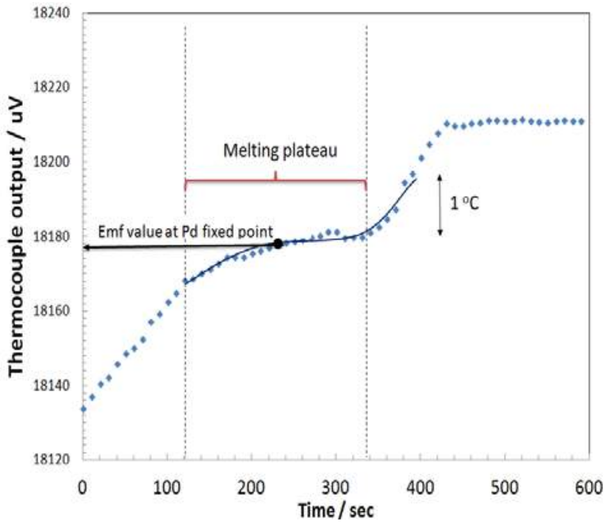


รูปที่ 2 การจัดการทดลองการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลโดยวิธีลวดเกลียวของแพลเลเดียมแบบลวดเกลียว

3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองเทอร์โมคัปเปิลชนิด R หมายเลข R-2017 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3 จากผลการทดลองจะเห็นว่า สัญญาณของเทอร์โมคัปเปิลที่สอบเทียบโดยวิธีเกลียวลวดของแพลเลเดียม

จะมีช่วงเวลาสั้นๆ ที่สามารถนำมาหาค่า output ของเทอร์โมคัปเปิลที่อุณหภูมิหลอมเหลวของแพลเลเดียมได้ โดยคำนวณจากผลการทดลองโดยใช้การหาตำแหน่งจุดเปลี่ยนเว้า (inflection point) ของกราฟการหลอมเหลว [6-7]



รูปที่ 3 Output ของเทอร์โมคัปเปิล Type R (R1-2010) ขณะทำการสอบเทียบโดยลวดเกลียวของแพลเลเดียม

จากผลการทดลองสอบเทียบ 3 ครั้ง สามารถหา output ของเทอร์โมคัปเปิลที่จุดหลอมเหลว ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ได้เท่ากับ 18 196.7μV, 18 196.8μV μV, 18 196.4 μV ตามลำดับ ได้ค่าเฉลี่ยของ output ของเทอร์โมคัปเปิล (E) เท่ากับ 18 196.6 μV โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยนี้เท่ากับ 0.2 μV

พิจารณาค่า output จากตารางมาตรฐานของเทอร์โมคัปเปิล Type R (E_{ref}) ที่สอดคล้องกับอุณหภูมิจุดหลอมเหลวของแพลเลเดียมที่ 1553.5 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 18 201.0 μV [8] ดังนั้น ได้ว่าค่าความผิดพลาด error ของเทอร์โมคัปเปิลนี้ ($E-E_{ref}$) เท่ากับ 4.4 μV ด้วยค่าความไม่แน่นอนรวม 17 μV หรือ ประมาณ 0.34 °C ± 1.5 °C ด้วยค่าความเชื่อมั่น 95 % (*k*=2) เมื่อค่า sensitivity ของเทอร์โมคัปเปิล Type R ที่อุณหภูมินี้เท่ากับ 14 μV/ °C ค่าความไม่แน่นอนที่นำมาพิจารณาในการสอบเทียบดังกล่าว ได้แก่ (1) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, (2) ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากความไม่บริสุทธิ์ของ Pd ที่ส่งผลกับอุณหภูมิ, (3) การตัดสินค่า output ที่จุดหลอมเหลว, (4) ค่าความไม่แน่นอนจากความไม่เป็นเอกรูปของเทอร์โมคัปเปิล, (5) ค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากการสอบเทียบดิจิตอลโวลต์มิเตอร์, (6) ค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากการนำความร้อน (7) ค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากสัญญาณรบกวนและอื่นๆ และ (8) ค่าความไม่แน่นอนจาก ice point ที่นำมาใช้เป็นอุณหภูมิที่รอยต่ออ้างอิงของเทอร์โมคัปเปิล [9] ตารางที่ 1 แสดงปริมาณค่าความไม่แน่นอน

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความไม่แน่นอน ในการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลแบบ Pd wire coil method

Pd Melting point (°C)	1 553.5
Type A	
(1) Reproducibility of melting voltage, *μV*	0.2
Type B	
(2) Wire impurity, *μV*	4.5
(3) Plateau determination, *μV*	3.0
(4) Thermocouple Inhomogeneity, *μV*	5.5
(5) Voltmeter calibration, *μV*	0.1
(6) Heat conduction error, *μV*	3.0
(7) Spurious emf, *μV*	0.5
(8) Ice point uncertainty, *μV*	0.1
Combined uncertainty (*k*=1) /*μV*	8.3
Combined uncertainty (*k*=2) /*μV*	17.0
Temperature equivalent (*k*=2) / °C	1.5

4. สรุป

บทความนี้ ได้ทำการอธิบายถึงการพัฒนาการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลโลหะพลาตินัม ชนิด R โดยใช้ลวดเกลียวของแพลเลเดียม จากวิธีการสอบเทียบที่ได้พัฒนาขึ้นที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ สามารถพัฒนาค่าความถูกต้องของการวัดอุณหภูมิที่ Palladium fixed point cell อุณหภูมิ 1 553.5 °C เท่ากับ 18 196.6 μV โดยมีค่าความไม่แน่นอนรวมของการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลชนิด R ที่อุณหภูมินี้ อยู่ที่ไม่เกิน 15 μV หรือ 1.5 °C ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมที่ในการใช้งานเทอร์โมคัปเปิลเพื่อยืนยันความถูกต้องของการวัดอุณหภูมิสูง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติในการสนับสนุนการวิจัยและงบประมาณเพื่อดำเนินการจัดหาครุภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์ประกอบระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Preston-Thomas, "The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90)," Metrologia, vol. 27, p. 3, 1990.

[2] D.R. White and J.V. Nicholas, Traceable temperatures : An Introduction to temperature measurement and calibration , 2nd ed., John Wiley& Sons Ltd., England, 2001.

[3] F.Jahan and M. Ballico, The 'Mini-Coil' Method for Calibration of Thermocouples at the Palladium Point, AIP Conf. Proc. 684, 523 (2003)

[4] M. Arai, H. Ogura and M.Izuchi, Improving the reliability of temperature measurements up to 1550 oC Synthesiology (Translation), Vol.3,No.1,p 1-15 (2010)

[5] M.Gotoh, M.Ogawa, and J.Ode, Improved uncertainty of palladium wire bridge method, Conference paper, World congress; 16th, International Measurement Confederation; Vienna (2000)

[6] E. R. Woolliams, G. Machin, D. H. Lowe, and R. Winkler, "Metal (carbide)–carbon eutectics for thermometry and radiometry: a review of the first seven years," Metrologia, vol. 43, pp. R11-25, 2006.

[7] Y.Yamada, F.Sakuma, and A.Ono, "Thermocouple observations of melting and freezing plateaus for metal-carbon eutectics between the copper and palladium points," Metrologia, vol. 37,

pp. 71-73, 2000.G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529-551, April 1955.

[8] ASTM, "E230-03 Specification and temperature -Electromotive Force (EMF) Tables for standardized thermocouples," in ASTM standards section 14 Vol.14.03 Temperature Measurement, ed. Conshohocken, PA: ASTM International, 2005.

[9] EURAMET/cg-08/v.01 (EA-10/08), Calibration of Thermocouples, European Association of National Metrology Institutes, 2007.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษตามแนวทาง Write Once, Run Anywhere

Development of CCTV Integration system on Write Once, Run Anywhere Concept

อุดมโชค สุริยะจรัสแสง[1] เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง[2] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[3] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]

[1]วิศวกร 5, แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: udomchok_sur@exat.co.th

[2]ช่าง 3, แผนกทดสอบ ควบคุมและพัฒนามาตรฐาน Email: palm5712@gmail.com

[3]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: x_ekarin@yahoo.com

[4]ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนา Email: thepp9@hotmail.com

[1,2,3,4]กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้ให้บริการทางพิเศษจำนวน 7 สายทาง ระยะทาง 224 กม. ได้ติดตั้งกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษทุกๆ 1 กม. ทุกสายทาง และ ทุกๆ 500 เมตรสำหรับทางพิเศษสายบูรพาวิถี มีกล้องจำนวน 375 ตัว ดังนั้นจะมีกล้องทุกๆ 600 เมตรโดยเฉลี่ย ทางพิเศษแต่ละสายมีอาคารควบคุม (CCB) การบริหารจัดการเป็นอิสระต่อกัน ภาพของแต่ละสายทางส่งผ่านสาย Fiber Optic เข้าสู่แต่ละ CCB ส่งผลให้แต่ละ CCB ไม่สามารถเห็นภาพจากสายทางอื่นๆ ได้ รวมถึงที่สำนักงานใหญ่ ไม่สามารถดูภาพจากที่ไหนได้ การเดินสายเพื่อรวมสัญญาณภาพมีค่าใช้จ่ายสูงมากและดูจะเป็นไปไม่ได้เลยในทางเทคนิค ต่อมาเมื่อมีเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ Web Service ทำให้ภาพ CCTV แต่ละ CCB ส่งผ่านเครือข่าย Network โดยอาศัยโปรแกรมบริหารจัดการภาพ (Video Management Software) ทำให้ที่สำนักงานใหญ่สามารถดูภาพ CCTV ได้จากทุก CCB ผ่านหลากหลายอุปกรณ์ทั้ง Tablet PC Smartphone ได้ทุกที่ทุกเวลา อย่างไรก็ตามยุคการสื่อสารปัจจุบันมีหลายช่องทาง นอกเหนือจากการใช้งาน “สด” เฉพาะเจ้าหน้าที่ จึงมีความประสงค์พัฒนา Software เพื่อนำภาพ CCTV ที่มีไปใช้ได้ใน Application อื่น ๆ โดยที่ไม่ต้องไปเสียค่าใช้จ่ายค่าเพิ่มเติมตามแนวทาง Write once, run anywhere จึงได้พัฒนา SDK นำข้อมูลภาพ CCTV ที่มีไปแสดงใน Mobile Application, Traffic Management Center, Traveler information system, ป้าย Smart Variable Message Sign, Data Exchange Center การพัฒนาเลือกใช้ Java SDK มี library และเครื่องมือสำหรับการพัฒนาให้เลือกใช้มากมาย ข้อดีพบว่าหากระบบ Network ขัดข้อง ระบบจะเริ่มทำงานและเชื่อมต่อการสื่อสารเองอัตโนมัติภายหลังระบบ Network ใช้งานได้

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการสื่อสาร, โปรแกรมบริหารจัดการภาพ, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) has established and operated seven expressways with a distance of 224 km also installed CCTV on the expressway every 1 km and every 500 meters. So there is a camera every 600 meters on average. Each expressway has a controlled building (CCB) and the image from CCTV has passed by fiber Optic to each CCB, resulted in each CCB not being able to see the image from other lines, including at the headquarters. Wiring for connecting CCTV image from all CCBs are high cost and impossible for the technic, later, when there are the communication technology as Web Service, CCTV images are transmitted through the Network by using of video management software, so can view CCTV images from any CCB through a variety of devices and Tablet PC Smartphone anywhere and every time, However, the present communication has many channels, thus EXAT has intended to develop more widely in many applications as Write once run anywhere by development of the SDK brings the information of CCTV images displayed in the Mobile Application, Traffic Management Center, Traveler information system, Smart Variable Message Sign and Data Exchange Center. In this case developers used the Java SDK, which has many libraries and tools for developing and found that if there are errors of the network, the system will be started and connected to the network automatically.

Keywords: Communication Technology, Image Management Software, Expressway Authority of Thailand

1. บทนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้ให้บริการทางพิเศษจำนวน 7 สายทาง ระยะทาง 224 กม. ได้ติดตั้งกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ ทุกๆ 1 กม. ทุกสายทาง และ ทุกๆ 500 เมตรสำหรับทางพิเศษสายบูรพาวิถี มีกล้องจำนวน 375 ตัว ดังนั้นจะมีกล้องทุกๆ 600 เมตรโดยเฉลี่ย ทางพิเศษแต่ละสายมีอาคารควบคุม (CCB) การบริหารจัดการเป็นอิสระต่อกัน ภาพของแต่ละสายทางส่งผ่านสาย Fiber Optic เข้าสู่แต่ละ CCB ส่งผลให้แต่ละ CCB ไม่สามารถเห็นภาพจากสายทางอื่นๆ ได้ รวมถึงที่สำนักงานใหญ่ ไม่สามารถดูภาพจากที่ไหนได้เลย การเดินสายเพื่อรวมสัญญาณภาพมีค่าใช้จ่ายสูงมากและดูจะเป็นไปไม่ได้เลยในทางเทคนิค ต่อมาเมื่อมีเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ Web Service ทำให้ภาพ CCTV แต่ละ CCB ส่งผ่านเครือข่าย Network โดยอาศัยโปรแกรมบริหารจัดการภาพ (Video Management Software) ทำให้ที่สำนักงานใหญ่สามารถดูภาพ CCTV ได้จากทุก CCB ผ่านหลากหลายอุปกรณ์ทั้ง Tablet PC Smartphone ได้ทุกที่ทุกเวลา

แต่ปัจจุบันการสื่อสารกับผู้ใช้ทางมีหลากหลายช่องทาง ทั้งจากป้ายข้อความที่ติดตั้งบนทางพิเศษ และระบบสารสนเทศในหลายช่องทาง ทั้ง Website, Mobile App, Social media จึงมีความต้องการที่จะพัฒนา Software SDK เพื่อนำภาพจาก CCTV ไปใช้ได้ในหลากหลายช่องทาง ทุก ๆ รูปแบบของการแสดงผล

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เว็บเซอร์วิส (Web Service)

เว็บเซอร์วิส คือระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนโดยภาษาต่าง ๆ และทำงานบนแพลตฟอร์มต่างกันสามารถใช้เว็บเซอร์วิสเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น อินเทอร์เน็ต ในลักษณะเดียวกันกับการสื่อสารแบบอินเตอร์โปรเซส (Inter-Process Communication) บนเครื่องประมวลผลเดียวกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบที่ต่างกันนี้ เกิดขึ้นได้เนื่องจากการใช้มาตรฐานเปิด โดย OASIS และ W3C ซึ่งเป็นคณะกรรมการหลักในการรับผิดชอบมาตรฐานและสถาปัตยกรรมของเว็บเซอร์วิส [1,2]

2.1.1 การนำเว็บเซอร์วิสมาประยุกต์ใช้ในงานบริหารจัดการจราจรของ กทพ.

กทพ. ได้เว็บเซอร์วิสมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ การพัฒนาระบบสนับสนุนการบริหารจัดการทำงานของพนักงานจัดการจราจรบนทางพิเศษ (GIS for traffic control Management) ระบบถูกออกแบบเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่สื่อสาร เจ้าหน้าที่จัดการจราจรช่วยเพิ่มประสิทธิภาพงานอำนวยการจราจรบนทางพิเศษ เจ้าหน้าที่สื่อสารและหัวหน้าชุดเจ้าพนักงานจัดการจราจรสามารถทราบถึงตำแหน่งการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานจัดการจราจรบนทางพิเศษได้แบบบูรณาการช่วยลดขั้นตอนการกรอกข้อมูลเอกสาร และผู้บริหารระดับสูงมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจและบริหารจัดการสถานการณ์ [3,4]

2.2 เทคโนโลยีสารสนเทศ

“เทคโนโลยีการสื่อสาร” (Communication Technology) มีความหมาย “สื่อที่ช่วยในการถ่ายทอดสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร” เช่น วิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้น เทคโนโลยีดิจิทัลช่วยในการประมวลและจัดการกับข้อมูลจำนวนมากๆ ได้ จึงเรียกเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ว่า “เทคโนโลยีสารสนเทศ” (Information Technology) วิวัฒนาการของเทคโนโลยีดำเนินไปอย่างไม่สิ้นสุด ทำให้เกิดการผสมผสานศักยภาพระหว่าง “เทคโนโลยีการสื่อสาร” และ “เทคโนโลยีสารสนเทศ” เกิดเป็น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร” (Communication and Communication Technology หรือ ICT) ซึ่งช่วยให้การสื่อสารของมนุษย์สามารถกระทำได้ง่าย รวดเร็ว กว้างขวาง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น [5]

ปัจจุบัน กทพ. ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในพัฒนาระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ อีกทั้งสามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการส่งข้อมูลให้กับผู้ใช้ทางได้อีก เช่น การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่าน Mobile Application การรายงานสภาพจราจรด้วยป้ายรายงานสภาพจาราจร (Smart VMS)

2.3 มาตรฐานการสื่อสารระหว่างเครือข่ายกล้องวงจรปิด ONVIF

มาตรฐาน ONVIF (Open Network Video Interface Forum) คือ องค์กรในภาคของอุตสาหกรรม หรืออีกนัยหนึ่งคือแหล่งแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านกายภาพ หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มาตรฐานของการสื่อสารระหว่างเครือข่ายอุปกรณ์วิดีโอ (IP-Based- physical security) ซึ่งองค์กรที่พยายามพัฒนาให้เป็นไปในรูปแบบหลักสากล ซึ่งเป็นการรวมตัวกันอย่างเป็นทางการของกลุ่มบริษัท/องค์กรไม่หวังผลกำไร (ONVIF) มีความมุ่งมั่นที่จะสร้างระบบรักษาความปลอดภัยโดยเครือข่ายทางการตลาดภารกิจหลักคือการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา และใช้มาตรฐาน ONVIF เพื่อเปิดทางสำหรับการอินเทอร์เฟสของผลิตภัณฑ์วิดีโอ

เครือข่ายทั่วโลกหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือสร้างมาตรฐานสำหรับ IP (Internet Protocal) ผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมาย ONVIF สามารถที่จะสื่อสารกับอีกฝ่ายหนึ่งได้ [6]

3. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

การที่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะตรวจสอบภาพ CCTV บนทางพิเศษนั้นจะดูได้เฉพาะศูนย์ควบคุมทางพิเศษเฉพาะเส้นทาง และไม่สามารถเห็นภาพจากสายทางอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2

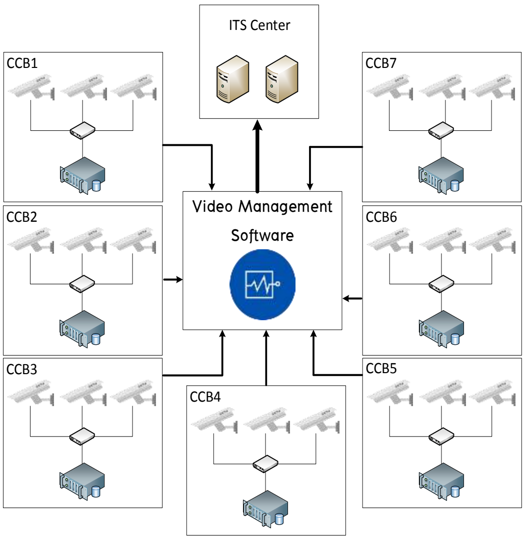
รูปที่ 1 การแสดงภาพ CCTV เฉพาะสายทาง

รูปที่ 2 การแสดงภาพ CCTV เฉพาะสายทาง

รูปที่ 3 การแสดงผลภาพ CCTV ของทุกสายทาง

ระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ เป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้าจัดการเพื่อรวบรวมข้อมูลจากศูนย์ควบคุมต่าง ๆ ของ กทพ. และส่งต่อให้กับศูนย์ควบคุมจราจรอัจฉริยะที่สำนักงานใหญ่ในการบริการจัดการต่อไป แสดงดังรูปที่ 3

ระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ ได้บูรณการข้อมูลภาพกล้อง CCTV ที่ติดตั้งบนสายทั้ง 7 สายทางได้แก่ทางพิเศษเส้นฉลองรัช, ทางพิเศษเส้นเฉลิมมหานคร, ทางพิเศษเส้นศรีรัช, ทางพิเศษเส้นบูรพาวิถี, ทางพิเศษเส้นอุดรรัชยา, ทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก และทางพิเศษเส้นศรีรัชวงแหวนรอบนอก จากนั้นทำการติดตั้ง Software เพื่อส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) ในรูปแบบของ Webservice โดยมีมาตรฐาน Protocol onvif เป็นสากลที่นิยมใช้กันภาคของอุตสาหกรรม



รูปที่ 4 Network Diagram ของระบบ

ระบบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ (Video Management Software) ที่นำมาใช้คือ Mirasys สามารถรองรับผู้ใช้งานได้จำกัดที่ 100 User จึงใช้งานได้เฉพาะภายในองค์กร ไม่ได้เปิดให้สาธารณะ ต่อมาได้มีช่องทางการสื่อสารต่างๆ ทั้ง Application, ระบบรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษ (TIS) และ Social network ตามรูปที่ 6 และ 6 จึงได้พัฒนา SDK เพื่อดึงภาพมาใช้งานอีกทางหนึ่ง และต้องใช้ได้กับทุก Application ตามแนวทาง Write once, run anywhere

รูปที่ 5 ระบบ TIS และระบบ TCMS

รูปที่ 6 การแสดงผล Mobile Application “EXAT Traffic”

4. การพัฒนา SDK

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบผู้วิจัยได้พัฒนา SDK เพื่อดึงภาพจากระบบรวบรวมศูนย์กล้องวงจรปิดแบบทางพิเศษ โดยใช้ระบบได้ใช้ภาษา Java SDK และ Android SDK นอกจากนั้นยังสามารถจัดการฐานข้อมูล ทั้งนี้ฐานข้อมูลทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพของกล้อง CCTV ที่ต้องการดูย้อนหลังได้อีกด้วย

การทำงานของระบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ Admin Login เข้าระบบ Admin จะทำการนำข้อมูลจากกล้อง CCTV ทำการกรองข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ XML เพื่อทำการประมวลผล

ขั้นตอนที่ 2 การประมวลผลข้อมูล เมื่อเจ้าหน้าที่ Admin นำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ XML มาประมวลผลผ่าน WebService ระบบจะทำการส่งข้อมูลไปแสดงผลตามข้อมูลที่ได้รับมา ดังแสดงในรูปที่ 7

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<root>
        <conf>
            <gatewayAddress>172.20.3.8</gatewayAddress>
            <gatewayPort>9000</gatewayPort>
            <username>Admin</username>
            <password>0308</password>
            <profileName>EXAT</profileName>
            <cameraName>IP20_16-550</cameraName>
         </conf>
</root>
```

รูปที่ 7 การตั้งค่าระบบในรูปแบบ XML

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผล เมื่อทำการประมวลผลข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นระบบจะทำการแสดงผลภาพ CCTV จากการบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ แบบ Real Time กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปหรือ User สามารถเข้าระบบได้ผ่านโปรโตคอล HTTP โดยระบบจะติดตั้ง ณ ศูนย์ควบคุมทางพิเศษของ กทพ. ภาพการทำงานของระบบดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 หน้าต่างแสดงผลระบบรวมศูนย์ภาพ

อีกทั้งยังระบบยังสามารถแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) ดังแสดงในรูปที่ 9 และแสดงผลผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ผ่านโปรโตคอล HTTP การพัฒนาเลือกใช้ Java SDK มี library และเครื่องมือสำหรับการพัฒนาให้เลือกใช้มากมาย ข้อดีพบว่าหากระบบ Network ขัดข้อง ระบบจะเริ่มทำงานและเชื่อมต่อการสื่อสารเองอัตโนมัติภายหลังระบบ Network ใช้งานได้

รูปที่ 9 หน้าต่างแสดงผลระบบรวมศูนย์ภาพ

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

กทพ. ได้พัฒนาระบบรวบรวมศูนย์ภาพกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ เพื่อใช้ในการรวมภาพจากกล้อง CCTV ที่ติดตั้งตามสายทางพิเศษของ กทพ. ทั้ง 7 สายทาง โดยใช้ Video Management Software และพัฒนา SDK ดึงภาพที่มีไปแสดงผลผ่านหน้าเว็บเบราเซอร์ และแสดงผลผ่าน Mobile Application, Social Network และสารสนเทศ อื่น ๆ ในหลากหลายช่องทางเป็นการพัฒนาเพียงครั้งเดียว (Write once run anywhere)

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิรักษ์ ปาลรังษี และ กิตติมา เมฆาบัญชากิจ. การพัฒนาเว็บเซอร์วิสสำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT2007). 2550, หน้า 50-55.

[2] อุดมเดช ทาระหอม และกิตติมา เมฆาบัญชากิจ. การออกแบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการจัดการบริการของมหาวิทยาลัย, การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT2007). 2550, หน้า 74-78.

[3] เสาวนี ศรีสุวรรณ, อุทัย วังชัยศรี และคณะ. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการจราจรบนทางพิเศษ, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 (NCCE19). 2557.

[4] อุทัย วังชัยศรี, เสาวนี ศรีสุวรรณ และคณะ. การใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับ Web service เพื่อการจัดการจราจรบนทางพิเศษ, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 (ECTI-CARD2015). 2558.

[5] เทคโนโลยีสารสนเทศ, 2560. เทคโนโลยีการสื่อสาร" (Communication Technology). สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2561, สืบค้นจาก https://kruwanmts.wordpress.com

[6] Security Buyer's Guide, มาตรฐานการสื่อสารระหว่างเครือข่ายกล้องวงจรปิด (ONVIF). สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2561, สืบค้นจาก http://cctv.co.th/news-article-ONVIF.php

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บเมื่อเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยใช้การถดถอยโลจิสติกส์

Analysis of factors affecting deaths and injury caused by accidents on expressways by using logistic regression

เสาวนี ศรีสุวรรณ[1] อภิรดี สรวิสูตร[2] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[3] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]

[1,3]แผนกวิจัยและพัฒนาวิศวกรรม [1,23,4]กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ [1,3,4]การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

[1,3,4]2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 02-5589800 E-mail: saonoy@gmail.com

[2]มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เลขที่ 181 หมู่ที่ 6 ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรูสะมิแล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000

โทรศัพท์ 073-313928-45 E-mail: apiradee.sa@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บที่เกิดจากอุบัติเหตุบนทางพิเศษครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางพิเศษในปี 2560 จำนวน 1,424 เหตุการณ์มาจัดกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บจำนวน 10 ตัวแปร ประกอบด้วย ตัวแปรตาม คือ ความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ (Y; เกิดความเสียหาย = 1 และไม่เกิดความเสียหาย = 0) และตัวแปรอิสระประกอบด้วย จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ (X_1) จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ (X_2) ช่วงเวลาการเกิดอุบัติเหตุ (X_3) ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ (X_4) ลักษณะช่องทาง (X_5) สภาพอากาศ (X_6) สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ (X_7) ประเภทรถ (X_8) และระดับความรุนแรง (X_9) จากนั้นนำตัวแปรทั้งหมดมาวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (logistic regression analysis) ผลการศึกษาพบว่ามี 4 ตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ คือ จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ (X_1) จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ (X_2) ลักษณะช่องทาง (X_5) ประเภทรถ (X_8) อีกทั้ง ยังได้สมการที่ใช้ทำนายปัจจัยที่ส่งผลความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บที่มีความถูกต้องโดยรวม 75.6%

คำสำคัญ: ทางพิเศษ, อุบัติเหตุบนทางพิเศษ, การถดถอยโลจิสติกส์

Abstract

This study uses a total of 1,424 accident cases on the expressways in 2017 to group variables. The study reveals that there are 10 variables related to affecting deaths and injuries including dependent variable: affecting deaths and injuries (Y; damage = 1 and no damage = 0) and independent variables include number of accidents (X_1), number of accident lanes (X_2), accident duration (X_3), accident characteristics (X_4) lane characteristics (X_5) weather conditions (X_6) causes of accidents (X_7) types of vehicle (X_8) and degrees of severity (X_9). All 10 variables were analyzed by using logistic regression. Finally, the study finds that there are 4 variables that significantly affect deaths and injuries; the number of accidents (X_1), number of accident lanes (X_2), lane characteristics (X_5), type of vehicle (X_8). Moreover, the study also finds the equation for predicting factors affecting deaths and injuries with up to 75.6% of the overall accuracy.

Keywords: expressway, accident on expressways, logistic regression

1. บทนำ

ความปลอดภัยของการจราจรบนทางพิเศษถือเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เนื่องจากทางพิเศษบางช่วงเป็นทางยกระดับ และเป็นทางที่มีการใช้ความเร็วสูงซึ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุอยู่บ่อยครั้ง ทั้งนี้อาจมาจากหลาย ๆ สาเหตุซึ่งล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และการบาดเจ็บ และทรัพย์สินเสียหาย ซึ่งพบว่า ในปี 2560 ได้เกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษจำนวน 1,424 ครั้ง ถึงแม้จำนวนอุบัติเหตุมีแนวโน้มลดลง แต่ความเสียหายต่อชีวิต การบาดเจ็บและทรัพย์สินเสียหายยังมีอยู่ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บที่เกิดจากอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยใช้การถดถอยโลจิสติกส์ ซึ่งการนำแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ได้มีการนำมาใช้กับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุมากขึ้นเพื่อนำมาตรวจสอบถึงผลกระทบของตัวแปรหลายตัวแปร [1] เพราะการรู้ถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุนั้นไม่เพียงแต่ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุเท่านั้น แต่ยังเป็นการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุได้อีกด้วย และในบทความนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาเหตุหลัก ๆ ในการทำให้เกิด

อุบัติเหตุบนทางพิเศษ ก่อให้เกิดทรัพย์สินเสียหาย การบาดเจ็บ และเสียชีวิต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บที่เกิดจากอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยใช้การถดถอยโลจิสติกส์

3. ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาข้อมูลจากฐานข้อมูลอุบัติเหตุที่จัดเก็บในระบบงานเหตุการณ์บนทางพิเศษในช่วงปี พ.ศ. 2560
2) จัดกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ
3) วิเคราะห์ตัวแปรด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกส์

4. เทคนิคและทฤษฎี

4.1 สมการถดถอยโลจิสติกส์

สมการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) มีแนวคิดใกล้เคียงกับสมการถดถอยพหุคูณ คือเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) แล้วนำสมการถดถอยที่ได้ไปประมาณหรือพยากรณ์ค่าตัวแปรตามเมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระได้ แตกต่างกันที่การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบปกติมีเงื่อนไขคือต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนมีความแจกแจงแบบปกติและค่าแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ แต่สมการถดถอยแบบโลจิสติกส์ไม่จำเป็นต้องมีเงื่อนไขดังกล่าวเนื่องจากตัวแปรตามมีค่าได้เพียง 2 ค่า ทำให้คลาดเคลื่อนเป็นได้เพียง 2 ค่าด้วย ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีการแจกแจงแบบปกติจึงต้องใช้การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์แทนการวิเคราะห์ความถดถอยทั่วไป [2]

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ใช้เพื่อกำหนดตัวแปรตัวหนึ่งหรือหลาย ๆ ตัวแปรที่ส่งผลต่อเหตุการณ์นั้น ๆ ทำให้เราทราบเหตุผลของการเกิดเหตุการณ์นั้นหรือไม่เกิดเหตุการณ์นั้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลองที่เรียกว่า Binary logistic regression model โดยค่าของตัวแปรตามจะมีเพียง 2 ค่า (dichotomous variables) คือ ใช่ (1) หรือไม่ใช่ (0) [3] ส่วนตัวแปรอิสระอาจมีเพียงตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ หรือตัวแปรอิสระอาจเป็นลูกผสมที่แต่ละตัวมีลักษณะแตกต่างกันไป [5]

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาข้อมูลอุบัติเหตุปี พ.ศ. 2560 และจัดกลุ่มตัวแปรโดยมีรายละเอียดของแต่ละตัวแปรดังนี้

Y ความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ โดย 0 คือไม่มีคนบาดเจ็บ หรือ เสียชีวิต และ 1 คือ มีคนบาดเจ็บหรือเสียชีวิต

X_1 จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ

X_2 จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ

0 = ไหล่ทาง, 1 - 4 = จำนวนช่องทาง

X_3 ช่วงเวลาการเกิดอุบัติเหตุ แบ่งเป็น

0 = ไม่ระบุช่วงเวลา, 1 = 01.01-3.00 น., 2 = 03.01-05.00 น., 3 = 05.01-7.00 น., 4 = 07.01-09.00 น., 5 = 09.01-11.00 น., 6 = 11.01-13.00 น., 7 = 13.01-15.00 น., 8 = 15.01-17.00 น., 9 = 17.01-19.00 น., 10 = 19.01-21.00 น., 11 = 21.01-23.00 น., 12 = 23.01-1.00 น.

X_4 ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ แบ่งเป็น

1. เฉี่ยวชน 2. ชนสิ่งกีดขวาง 3. ชนไม้กั้นแลน/อุปกรณ์เก็บค่าผ่านทาง 4. ชนท้าย 5. พลิกคว่ำ 6. เพลิงไหม้ 9. อื่น ๆ

X_5 ลักษณะช่องทาง แบ่งเป็น

1. ทางเข้าด่านเก็บเงิน 2. ทางแยก 3.ทางโค้ง 4. ทางตรง 5. ทางร่วม 6. ทางลาดขึ้น 7. ทางลาดลง

X_6 สภาพอากาศ แบ่งเป็น

1. ปกติ 2. ฝนตก

X_7 สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ แบ่งเป็น

1. เบรก 2. เปลี่ยนช่องทาง 3. ขับรถเร็ว/ประมาท 4. หลับใน/มึนเมา 5. ความเสียหายที่เกิดจากรถ 6. ฝ่าฝืนสัญญาณ 9. อื่น ๆ 0. ไม่ระบุ

X_8 ประเภทของรถ แบ่งเป็น

1. รถยนต์ส่วนบุคคล 2. รถกระบะ/รถตู้ 3. รถบรรทุก/รถพ่วง 4. รถบัส/รถประจำทางอื่น ๆ 0. ไม่ระบุ

X_9 ระดับความรุนแรง แบ่งเป็น

0=ไม่รุนแรง 1=รุนแรง

2) วิเคราะห์ตัวแปรด้วยการถดถอยโลจิสติกส์แบบทวิ (binary logistic regression) โดยนำตัวแปรเข้าทำนายแบบเดินหน้า (forward method): ซึ่งวิธีการนี้จะคัดเลือกตัวแปรทำนายที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้สูงสุด และมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการก่อน จากนั้นจึงเลือกตัวแปรทำนายที่อธิบายความผันแปรของตัวตามได้อันดับรองลงมาและมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการตามลำดับ การนำตัวแปรทำนายเข้าสมการจะทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนกระทั่งไม่มีตัวแปรทำนายใดที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกแล้ว [3]

6. ผลการศึกษา

ข้อมูลอุบัติเหตุบนทางพิเศษปี 2560 มีจำนวน 1,424 ครั้ง เกิดจากการการบันทึกข้อมูลเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษของเจ้าหน้าที่กู้ภัยจราจร

ผลจากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือได้ของการพยากรณ์เฉลี่ย 75.6% (Y)โดยสามารถพยากรณ์ความเสียหายที่เกิดจากอุบัติเหตุที่ไม่มีคนบาดเจ็บหรือเสียชีวิต (0) จำนวน 1,068 คน พยากรณ์ถูกต้อง 95.2% และพยากรณ์ความเสียหายที่เกิดจากอุบัติเหตุที่มีคนบาดเจ็บหรือเสียชีวิต (1) จำนวน 356 คน พยากรณ์ถูกต้อง 16.6% ซึ่งเกิดจากจำนวนคนบาดเจ็บหรือเสียชีวิตจากอุบัติเหตุมีจำนวนน้อย ทำให้มีข้อมูลสถิติที่จะนำมาวิเคราะห์จำนวนน้อย ผลการพยากรณ์ในส่วนของผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ หรือเสียชีวิตเลยมีค่าน้อย

X_1: จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ (**1 คัน=54.2%**, 2 คัน=28.2%, 3 คัน=10.4%, 4 คัน=4.0%, 5 คัน=1.7%, 6 คัน=1.1%, 7 คัน=0.4%, 1 คัน=0.1%)

X_2: จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ (0=28.4%, **1=56%**, 2=14.3%, 3=1.2% และ 4=0.2%)

X_3: ช่วงเวลาการเกิดอุบัติเหตุ (ไม่ระบุช่วงเวลา=0.1%, 01.01-3.00 น ., =6.5%, 03.01-05.00 น .=5.5%, 05.01-7.00 น .=8.1%, 07.01-09.00 น.=8.8%, 09.01-11.00 น.=9.3%, 11.01-13.00 น.=10.2%, **13.01-15.00 น., 10.6%**, 15.01-17.00 น.=8.8%, 17.01-19.00 น.=7.9%, 19.01-21.00 น.=7.9%, 1.01-23.00 น.=7.9%, และ 23.01-01.00 น.=8.4%)

X_4: ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ (เฉี่ยวชน=17.6%, ชนสิ่งกีดขวาง=19.1%, ชนไม้กั้นแลน/อุปกรณ์เก็บค่าผ่านทาง=23.0%, **ชนท้าย=28.2%**, พลิกคว่ำ=7.1%, เพลิงไหม้=1.5%, อื่น ๆ=3.5%)

X_5: ลักษณะช่องทาง (ทางเข้าด่านเก็บเงิน=13.6%, ทางแยก=1.8%, ทางโค้ง=8.3%, **ทางตรง=69.0%**, ทางร่วม=1.1%, ทางลาดขึ้น=2.6% และ ทางลาดลง=3.5%)

X_6: สภาพอากาศ (**ปกติ=95%** และ ฝนตก=5%)

X_7: สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ (เบรก=2.8%, เปลี่ยนช่องทาง=13.6%, **ขับรถเร็ว/ประมาท=57.2%,** หลับใน/มึนเมา=4.0%, ความเสียหายที่เกิดจากรถ=9.5%, ฝ่าฝืนสัญญาณ=7.2%, อื่น ๆ=5.3% และไม่ระบุ=0.4%)

X_8 ประเภทของรถ (รถยนต์ส่วนบุคคล=17.5%, รถกระบะ/รถตู้=14.4%, รถบรรทุก/รถพ่วง=12.1%, รถบัส/รถประจำทางอื่น ๆ=1.2% และ**ไม่ระบุ=54.8**%)

X_9 ระดับความรุนแรง (**ไม่รุนแรง=98.8%**, รุนแรง=1.2%)

ผลการจากวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์แบบเดินหน้าดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปสมการ

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1458.953[a]	.094	.139
2	1437.363[a]	.107	.159
3	1432.056[a]	.111	.164
4	1427.648[a]	.113	.168

*a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than .001.

จากตารางที่ 1 พบว่ามีสมการที่ดีที่สุดมีค่า Cox & Snell R2 มากที่สุดคือ 0.113 และมีค่า Nagelkerke R^2 เท่ากับ 0.168 ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ (X_1) จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ (X_2) ลักษณะช่องทาง (X_5) และประเภทของรถ (X_8)

ตารางที่ 2 ตัวแปรของสมการ

Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	X_2	1.093	.100	120.036	1	.000	2.983
	Constant	-2.197	.127	301.500	1	.000	.111
Step 2[b]	X_1	.268	.058	21.633	1	.000	1.308
	X_2	.955	.105	83.475	1	.000	2.599
	Constant	-2.565	.153	279.507	1	.000	.077
Step 3[c]	X_1	.242	.059	17.107	1	.000	1.274
	X_2	1.009	.108	87.679	1	.000	2.742
	X_8	-.143	.063	5.159	1	.023	.867
	Constant	-2.446	.160	233.354	1	.000	.087
Step 4[d]	X_1	.232	.059	15.588	1	.000	1.260
	X_2	.959	.110	76.253	1	.000	2.610
	X_5	.119	.057	4.344	1	.037	1.126
	X_8	-.135	.063	4.528	1	.033	.874
	Constant	-2.834	.249	129.068	1	.000	.059

จากตารางที่ 1 สามารถนำมาสร้างสมการการถดถอยโลจิสติกส์ได้ดังนี้

$$Y = -2.834 + 0.232X_1 + 0.959X_2 + 0.119X_5 - 0.135X_8 \quad (1)$$

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 พบว่า จำนวนช่องทางที่เกิดอุบัติเหตุ (X_2) จะส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บมากที่สุด คือ 2.610 เท่า รองลงมา คือ จำนวนรถที่เกิดอุบัติเหตุ (X_1) จะส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ 1.260 เท่า อันดับที่สาม คือลักษณะช่องทาง (X_5) จะส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ 1.126 เท่า และ อันดับสุดท้าย คือ ประเภทของรถ (X_8) จะส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บ 0.874 เท่า

6. สรุปผลการศึกษา

การถดถอยโลจิสติกส์สามารถนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อชีวิตและการบาดเจ็บได้ โดยสามารถบอกตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อความเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งตัวแปรที่ส่งผลต่อความเสียหายกับชีวิตและการบาดเจ็บมากที่สุด คือ ขนาดของอุบัติเหตุนั่นคือ จำนวนช่องทางและจำนวนรถ ถ้าอุบัติเหตุขนาดใหญ่หลายช่องทาง รถประสบอุบัติเหตุหลายคันก็ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและก่อให้เกิดการบาดเจ็บมาก

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และขอขอบคุณผู้ชี้แนะแนวทางความรู้ในการศึกษาทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

[1] Ali S. Al-Ghamdi, Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity, Accident Analysis and Prevention 34, 2002, p.729-741

[2] ธิติมา พานเข็ม, ปัจจัยกำหนดการอนุมัติสินเชื่อเพื่อที่อยู่อาศัย กรณีศึกษา: ธนาคารกรุงเทพ ในเขตกรุงเทพมหานคร, งานวิจัยเฉพาะเรื่อง, 2551, http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ec/1073/10CHAPTER_3.pdf

[3] ยุทธ ไกยวรรณ์, หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคสำหรับการวิจัย, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2555, หน้า 1-12

[4] อุไรวรรณ อมรนิมิตร, การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Logistic Regression : ทางเลือกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง, วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้า ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 (พ.ค.-ส.ค. 2546), หน้า 21-35

[5] Layla Aziz Ahmed, Using Logistic Regression in Determining the Effective Variables in Traffic Accidents, Applied Mathematical Sciences, Vol. 11, 2017, No.42, 2047-2058, HIKARI Ltd, http://www.m-hikari.com

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass

Development of Origin and Destination Surveys matching method using Easy Pass Transection Data

ชุติกาญจน์ จอง[1] ธวัชชัย รักษาชาติ[2] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[3] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]
[1]วิศวกร 4 แผนกทดสอบควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, Email: Chutikarn.chong@gmail.com
[2]วิศวกร 4 แผนกทดสอบควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, Email: rak.thawatchai@gmail.com
[3]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร, Email: x_ekarin@yahoo.com
[4]ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนา, Email: thepp9@hotmail.com
[1,2,3,4]กองวิจัยและพัฒนา, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย โทรศัพท์ 02-5589800 ต่อ 2960-2962

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ให้บริการโครงข่ายทางพิเศษในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีระยะทางทั้งหมด 224.6 กิโลเมตร และมีปริมาณจราจรเฉลี่ย 1.8 ล้านเที่ยวต่อวัน ซึ่งมีปริมาณผู้ใช้ระบบจัดเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ (บัตร Easy Pass) กว่า 6 แสนเที่ยวต่อวัน ทั้งในระบบเปิด (ชำระค่าผ่านทางในอัตราคงที่) และระบบปิด (ชำระค่าผ่านทางตามระยะทาง) ซึ่งในการบริหารจัดการจราจรบนทางพิเศษจำเป็นต้องทราบข้อมูลของรถแต่ละคันจากจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง (Origin and Destination Surveys: O-D Surveys) ซึ่งจากเดิมสำรวจโดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ทางบริเวณริมทาง (Roadside Interview Survey: RIS) เท่านั้น ทำให้ข้อมูลที่ได้มีไม่เพียงพอและไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จึงมีแนวคิดใหม่โดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass (Data Records) ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก โดยการพัฒนาเริ่มจากนำข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass ที่เก็บได้ทั้งหมดใน 1 วัน จำนวน 824,564 ข้อมูล เลือกข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นได้จำนวน 307,000 ข้อมูล ซึ่งอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล (Database) จากนั้นนำมาค้นหาเฉพาะข้อมูลรถยนต์ที่ใช้บัตร Easy Pass ที่สามารถหาจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางในช่วงเวลาดังกล่าวโดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP ซึ่งพบว่า มีทั้งหมด 27,244 คัน จากนั้นนำมานับจำนวนรถยนต์ในทางลงแต่ละที่ ที่มาจากทางขึ้นเดียวกัน พบว่าสามารถจับคู่ทางขึ้น-ลง ได้ถึง 97 คู่ จากโครงข่ายที่มีทางขึ้น-ลง ทั้งหมด 144 คู่ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาสนุบสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาระบบวิศวกรรมทางพิเศษต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: PHP, Easy Pass, จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) has operated 224.6 kilometers of expressway network (in Bangkok and vicinities) with average traffic volume of 1.8 million trips per day. Electronic Toll Collection (ETC) or Easy Pass is introduced in both open system (Flat rate) and closed system (Distance-base rate) and used over 600,000 trips per day. To manage traffic on the expressways, Origin and Destination Surveys (O-D Surveys) of each car were necessary. Although Roadside Interview Survey (RIS) has been used to support traffic management, lack of samplings and data accuracy has been shown. We then applied the new method based on the data acquired from the Easy Pass Database. The process required the data of one-day Easy Pass transaction which were 824,564 Data Records. Later, 307,000 Records (only morning peak and evening peak periods) in the form of database came as the result. Next, PHP was developed to find the precise information of each vehicle using Easy Pass with O-D Surveys and finally acquired 27,244 vehicles. The final process, we generated O-D matrices on each expressway and found 97 sets of O-D locations from 144 sets of the entire O-D locations on the expressway network. This data acquired can be used for further analysis and development of the expressway engineering system.

Keywords: PHP, Easy Pass, Origin and Destination Surveys

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม ให้บริการโครงข่ายทางพิเศษใน

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีระยะทางทั้งหมด 224.6 กิโลเมตร และมีปริมาณจราจรเฉลี่ย 1.8 ล้านเที่ยวต่อวัน การทางพิเศษฯ เล็งเห็นถึงความสำคัญของการแก้ไขปัญหาจราจร จึงได้มีการสำรวจข้อมูลจราจรจากเดิมสำรวจโดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ทางบริเวณริมทาง (Roadside Interview Survey: RIS) แต่ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงพอและไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ผล จึงมีแนวคิดใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass มาพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ

1.2 วัตถุประสงค์

บทความฉบับนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนา Algorithm เพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Transaction ของระบบ Easy Pass

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการพัฒนา Algorithm เพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass ของผู้ใช้ทางพิเศษ เพื่อเป็นการลด Processing Time จึงทดลองกับข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดใน 1 วัน จำนวน 824,564 ข้อมูล

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเก็บข้อมูลการสำรวจจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทาง (Origin and Destination Surveys: O-D Surveys)

ข้อมูลปริมาณการเดินทาง เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองเพื่อสนับสนุนในการวิเคราะห์และวางแผนด้านการขนส่ง ซึ่งการสำรวจจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางเพื่อหาปริมาณการเดินทางมีหลายวิธี [1] ดังนี้

- การสำรวจจากป้ายทะเบียนของยานพาหนะ (License Plate Mail-Out Surveys) เป็นการสำรวจโดยบันทึกหมายเลขป้ายทะเบียนของยานพาหนะที่ผ่านถนนที่ต้องการเก็บข้อมูล และค้นหาข้อมูลยานพาหนะ เพื่อส่งแบบสำรวจไปยังเจ้าของยานพาหนะทางอีเมล์
- การสัมภาษณ์บริเวณริมทาง (Roadside Interview) เป็นการสัมภาษณ์ผู้ใช้ทางด้วยคำถามสั้นๆ ในพื้นที่ที่กำหนด ทำให้สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการ แต่จำเป็นต้องใช้บุคลากรในการสำรวจจำนวนมากและอาจส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด เนื่องจากในการสัมภาษณ์ผู้ใช้ทางจำเป็นต้องมีการหยุดรถ
- การสำรวจทางอีเมล์ (Mail-back Postcard Surveys) มักใช้ในกรณีที่มีปริมาณจราจรสูง วิธีนี้ไม่ทำให้เกิดการกีดขวางการจราจรและใช้ต้นทุนต่ำ เมื่อเทียบกับการสัมภาษณ์บริเวณริมทาง โดยวิธีนี้มีแบบสอบถามสั้นๆ สามารถแจกจ่ายให้กับผู้ขับขี่ในจุดพักรถ (Rest areas) หรือสถานีบริการน้ำมันซึ่งเป็นบริเวณที่รถหยุด การสำรวจวิธีนี้สามารถกระจายแบบสอบถามได้อย่างรวดเร็ว ใช้จำนวนบุคลากรน้อยในการสำรวจ แต่ต้องการกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ข้อมูลรายละเอียดการเดินทางที่ได้ถูกตอบกลับน้อย และข้อมูลที่ได้มาอาจมีอคติ (biased data)
- การสำรวจทางออนไลน์ (Online Surveys) เป็นการสำรวจผ่านทางเว็บ มีอัตราการตอบกลับสูงหากมีสิ่งแลกเปลี่ยน (คูปอง บัตรของขวัญ) เป็นแรงจูงใจ นอกจากนี้ยังไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับเอกสารสอบถาม ค่าโทรศัพท์ ค่ากรอกข้อมูล ซึ่งวิธีนี้สามารถรวบรวมข้อมูลได้รวดเร็วและนำมาใช้สำรวจข้อมูลการเดินทางได้ในอนาคต อีกทั้งข้อมูลที่ขาดหายในการสำรวจมีเปอร์เซ็นต์ต่ำเนื่องจากระบบมีการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลก่อนที่ผู้ตอบแบบสำรวจจะส่งข้อมูล
- การสำรวจทางโทรศัพท์ (Phone Surveys) เป็นการสำรวจโดยเลือกเจ้าของรถที่อยู่ในขอบเขตที่ต้องการและติดต่อทางโทรศัพท์เพื่อสัมภาษณ์เจ้าของรถโดยใช้คำถามสั้นๆ ในการสำรวจวิธีนี้จำเป็นต้องมีการระบุบุคคลที่ติดต่อและหมายเลขโทรศัพท์ที่เหมาะสม ทำให้การสุ่มตัวอย่างทำได้ยาก และข้อมูลที่ได้อาจมีอคติ (biased data) ซึ่งวิธีการนี้ไม่นิยมใช้ในการสำรวจจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทาง
- การสำรวจผ่านเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จีพีเอส ทางโทรศัพท์มือถือ (Cell Phone, and GPS Receiver) เป็นการสำรวจโดยติดตามหรือระบุตำแหน่งของมือถือโดยใช้จีพีเอส สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางของเจ้าของโทรศัพท์จากการเปลี่ยนตำแหน่งของการรับสัญญาณจากเสาสัญญาณต้นหนึ่งไปยังเสาสัญญาณอีกต้นหนึ่ง ซึ่งข้อมูลจากการเดินทางของเจ้าของโทรศัพท์มือถืออาจสร้างข้อมูลจุดต้นทางและจุดหมายปลายทางที่จำเป็นในการสนับสนุนแบบจำลองการวางแผนด้านขนส่ง

2.2 Easy Pass

EASY PASS [2] คือ ชื่อบัตรที่ใช้ในระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (Electronic Toll Collection System: ETC) โดยมีองค์ประกอบสำคัญของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ [3] ประกอบด้วย

- อุปกรณ์ระบบที่ติดตั้งภายในรถ (On-Board Unit) ทำหน้าที่สะท้อนสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อตรวจสอบข้อมูลยอดเงินคงเหลือภายในระบบ ซึ่งผู้ใช้บริการจะได้รับอุปกรณ์ดังกล่าว เมื่อลงทะเบียนใช้บริการในครั้งแรก

รูปที่ 1 อุปกรณ์ On-Board Unit

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Antenna) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุในย่านความถี่ 5.8 GHz เพื่อสื่อสารข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลภายในอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในรถ (On-Board Unit) ซึ่งหากข้อมูลถูกต้อง ระบบจะทำหน้าที่ตัดค่าผ่านทางจากยอดเงินคงเหลือและจะเปิดไม้กั้นให้รถผ่านได้

รูปที่ 2 อุปกรณ์ Easy Pass Antenna

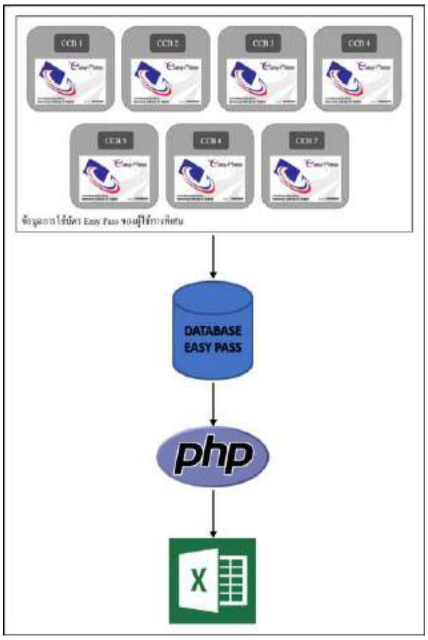
ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ มีรูปแบบในการเก็บค่าผ่านทางพิเศษซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเปิดและระบบปิด โดยระบบเปิด (Open system) คือ การเก็บเงินอัตราเดียวที่ด่านทางเข้า และระบบปิด (Closed system) คือ การเก็บเงินตามระยะทางที่ด่านขาออก

ในระบบปิดสามารถที่จะจับคู่ข้อมูลทางขึ้น-ลงได้โดยตรง แต่ในระบบเปิด จะมีเพียงข้อมูลทางขึ้น แต่ไม่ทราบว่าไปลงทางไหน จึงใช้สมมติฐานที่ว่า "ทางขึ้นในช่วงเย็น คือจุดหมายปลายทางในช่วงเช้า" ด้วยสมมติฐานนี้ จึงใช้การจับคู่หมายเลข On-Board Unit หรือ OBU เดียวกันระหว่างข้อมูลทางขึ้นช่วงเช้าและทางขึ้นช่วงเย็น จากข้อมูลจำนวนมากเฉลี่ย 6 แสนเที่ยวต่อวัน หรือ 170 ล้านเที่ยวต่อปี จึงจำเป็นต้องพัฒนา Algorithm มาช่วยในการประมวลผล

3. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 ออกแบบการทำงานของการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass

การทำงานของการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass เริ่มต้นจากการนำข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass ของผู้ใช้ทางพิเศษ ซึ่งเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล (Database) มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะ Server Side Script และเป็น Open Source ที่สามารถทำงานกับฐานข้อมูลได้ เมื่อประมวลผลไฟล์ PHP จะได้ข้อมูลจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ ในรูปแบบของไฟล์ Excel ดังแสดงในรูปที่ 3

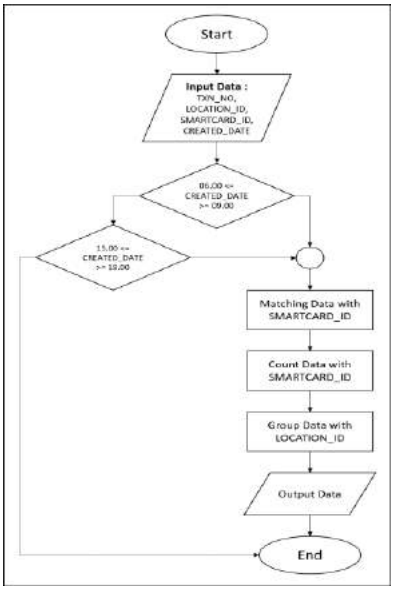


รูปที่ 3 การทำงานของการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass

3.2 การพัฒนา Algorithm ค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass

จากการออกแบบการทำงานของการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass จะเห็นได้ว่า มีการเก็บข้อมูลการใช้บัตร Easy Pass ของผู้ใช้ทางพิเศษ ไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูล โดยข้อมูลจากฐานข้อมูล ประกอบด้วย TXN_NO (หมายเลข Transaction), LOCATION_ID (หมายเลขด่านเก็บเงิน), SMARTCARD_ID (หมายเลขบัตร Easy Pass) และ CREATED_DATE (วันที่สร้าง) จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ภาษา PHP ซึ่งมีผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4 และตัวอย่างข้อมูลที่สามารถจับคู่ได้โดยใช้ SMARTCARD_ID ดังแสดงในตารางที่ 1

ข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดใน 1 วัน จำนวน 824,564 ข้อมูล เลือกข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลาเช้าและเย็นได้จำนวน 307,000 ข้อมูล นำมาจับคู่กัน โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ HP Intel Core i5-2500 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 3.30 GHz หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) 8.00 GB ระบบปฏิบัติการ Window 10 Pro 64 bit พบว่า มีทั้งหมด 27,244 คัน และใช้เวลาในการประมวลผล 34 นาที



รูปที่ 4 ผังงานการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลที่สามารถจับคู่ได้โดยใช้ SMARTCARD_ID

SMARTCARD_ID	LOCATION_ID (1)	LOCATION_ID (2)
497557100	317	128
543813324	324	128
1872423197	208	126
1903597987	245	111
498315627	662	654

4. ผลการดำเนินการ

จากการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูล Easy Pass จะได้ข้อมูลจำนวนรถยนต์ในทางลงแต่ละที่ ที่มาจากทางขึ้นเดียวกัน พบว่าสามารถจับคู่ทางขึ้น-ลง ได้ถึง 97 คู่ จากโครงข่ายที่มีทางขึ้น-ลง ทั้งหมด 144 คู่ ซึ่งเป็นข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่สามารถหาจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ โดยมีตัวอย่างข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่สามารถหาจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางบนทางพิเศษ

หมายเลขด่านเก็บเงิน		111	112	113
	ชื่อด่านเก็บเงิน	ดินแดง	เพชรบุรี	สุขุมวิท
111	ดินแดง	0	2	82
112	เพชรบุรี	3	0	0
113	สุขุมวิท	35	4	0

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้นำระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ มาใช้ในการแก้ปัญหารถติดบริเวณหน้าด่าน โดยการใช้งานบัตร Easy Pass ใน 1 วัน มีข้อมูลจำนวน 824,564 ข้อมูล เมื่อเลือกข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นได้จำนวน 307,000 ข้อมูล เมื่อค้นหาเฉพาะข้อมูลรถยนต์ที่ใช้บัตร Easy Pass ที่สามารถหาจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางในช่วงเวลาดังกล่าวโดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP พบว่า มีทั้งหมด 27,244 คัน เมื่อนับจำนวนรถยนต์ในทางลงแต่ละที่ ที่มาจากทางขึ้นเดียวกัน พบว่าสามารถจับคู่ทางขึ้น-ลง ได้ถึง 97 คู่ จากโครงข่ายที่มีทางขึ้น-ลง ทั้งหมด 144 คู่ โดยข้อมูลที่ได้มีจำนวนมากกว่าการสำรวจโดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ทางบริเวณริมทาง จากกรณีศึกษานี้การทางพิเศษฯ จึงมีแนวคิดที่จะนำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Big Data มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลการใช้งานบัตร Easy Pass เพื่อสนุบสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาทางพิเศษเพื่อให้บริการที่ดีต่อไปในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากพนักงานในสังกัดกองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ และเจ้าหน้าที่ การทางพิเศษแห่งประเทศไทยทุกท่านที่ให้ข้อมูลและสนับสนุนในงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Larry, Z. Huaguo and P. Fatih, “Development of Revised Methodology for Collecting Origin-Destination Data,” Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, pp. 27-33, 2006.

[2] Expressway Authority of Thailand. (2018, March 8). Easy Pass [Online] Available: http://www.thaieasypass.com/th/detail-aboutus/19

[3] วิรภพ เมฆพฤกษาวงศ์, พรณรงค์ เลื่อนเพ็ชร, เอกรินทร์ เหลืองวิลัย และ ศักดิ์ดา พรรณไวย. การประยุกต์ใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดหน้าด่านที่เกิดจากรถบรรทุก, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 (ECTI-CARD 2016). 2559.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การพัฒนาการแสดงตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือสำหรับ Mobile Application บนทางพิเศษ

Development of Mobile Location-based for Mobile Applications on Expressways

ธวัชชัย รักษาชาติ[1] เสาวนี ศรีสุวรรณ[2] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[3] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]
[1]วิศวกร 4 แผนกทดสอบควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, Email: rak.thawatchai@gmail.com
[2]วิทยากร 6 แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: saovanee_sri@exat.co.th
[3]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร, Email: x_ekarin@yahoo.com
[4]ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนาระบบทางพิเศษ, Email: thepp9@hotmail.com
[1,2,3,4]กองวิจัยและพัฒนา, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย โทรศัพท์ 02-5589800 ต่อ 2960-2962

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ให้บริการทางพิเศษใน 7 สายทาง มีระยะทางรวม 224 กม. แต่ละสายทางจะมีศูนย์ควบคุม (CCB) ที่ทำหน้าที่ในการบริหารการจราจร รวมถึงการกู้ภัยและแจ้งเหตุต่างๆ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินบนทางพิเศษ ให้ติดต่อไปที่ CCB ที่รับผิดชอบแต่ละสายทางโดยตรงจะได้รับความสะดวกมากกว่าการติดต่อไปยังส่วนกลาง (โทร 1543) แต่ส่วนใหญ่จะไม่ทราบว่า ขณะเกิดเหตุนั้นอยู่บนสายทางใดและต้องโทรหมายเลขใดใน 7 หมายเลข ในการพัฒนา Mobile Application “EXAT Traffic” เวอร์ชันที่ 3 จึงได้เพิ่มระบบแจ้งเหตุแบบตำแหน่งที่ตั้ง (Location based) กล่าวคือ มีปุ่มโทรฉุกเฉินเพียงปุ่มเดียวจะโทรไปยัง CCB ที่รับผิดชอบตำแหน่งนั้นโดยตรง แต่ฟังก์ชั่นนี้ต้องออกแบบให้ใช้งานได้เมื่ออยู่บนทางพิเศษ (ซึ่งเป็นลักษณะแคบ-ยาว) เท่านั้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) เพื่อให้ตรวจสอบได้ว่าตำแหน่งของโทรศัพท์มือถืออยู่บนทางพิเศษหรือไม่ เริ่มจากเมื่อได้รับตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของโทรศัพท์มือถือที่ตำแหน่งละติจูด x, ลองจิจูด y (รูปแบบทศนิยม) แล้วจะสร้างเป็นพื้นที่ตรวจจับ (Detector Zone) สี่เหลี่ยมขนาด $x \pm t$ และ $y \pm t$ เมื่อ Detector Zone ซ้อนทับกับพิกัดภูมิศาสตร์ของทางพิเศษตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ก็จะระบุตำแหน่งทางพิเศษและ CCB ที่รับผิดชอบได้ ผลการวิจัยพบว่าค่า t ที่เหมาะสมใช้งานได้กับฐานข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ทรงกลมของทางพิเศษที่มีเท่ากับ 0.0004 หน่วยองศาทศนิยม หรือเทียบได้กับ Detection Zone ขนาดประมาณ 118 x 118 ตารางเมตร

คำสำคัญ: PHP, จีพีเอส, ตำแหน่งที่ตั้ง,ละติจูด ลองจิจูด

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) has provided 224.6 kilometer of expressway network (7 expressways).Each expressway provides route a Traffic Control Center (CCB) to handle traffic management including rescue and warnings. When an emergency occurs on the expressway contacting each CCB directly is more convenient than contacting the center (call 1543). However, must expressway users know little about the process. In the development of the Mobile Application "EXAT Traffic" version 3, Location based system is developed to use a single emergency call button to call directly to the CCB responsible for the location. However, this function must be designed to work while during on the expressway (long-narrow feature).Thus, It is necessary to develop algorithms to determine whether the position of the mobile phone is on the expressway. Starting from getting position of the cellular spherical coordinate system, Has coordinating latitude x and longitude y (decimal format), to create a square detector zone. Then, we used the square detector zone to find position of the CCB. The result shows the appropriate T = 0.0004 equivalent to 118 x 118 km^2 of detector zone.

Keywords: PHP, GPS, Location based , latitude, longitude

1. บทนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้พัฒนาแอบพลิเคชั่นสำหรับรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษบนโทรศัพท์มือถือ ภายใต้ชื่อ EXAT Traffic โดยแอบพลิเคชั่นดังกล่าวสามารถรายงานสภาพจราจรบนโครงข่ายทางพิเศษในรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น เส้นสีความติดขัดของจราจร ภาพนิ่งของสภาพจราจรจากกล้องวงจรปิด และอุบัติการณ์บนทางพิเศษ กทพ. จึงเล็งเห็นถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานแอบพลิเคชั่นในการทำหน้าที่กระจายข่าวสารไปยังผู้ใช้ทางโดยตรงและตรงกลุ่มเป้าหมาย จึงจำอย่างยิ่งในการนำข้อมูลตำแหน่งของผู้ใช้ทางบน

โครงข่ายทางพิเศษแต่ละสายทางมาพัฒนาและประมวลผล ด้วยวิธีการค้นหาข้อมูลแบบเชิงเส้น (Linear Search) โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้นสามารถนำไปเป็นองค์ประกอบของแอบพลิเคชั่นเพื่อการกระจายข่าวสารไม่ให้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ทางสายทางอื่น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS)

Global Positioning System: GPS คือระบบบอกตำแหน่งวัตถุต่าง ๆ บนพื้นโลก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบนี้จะประกอบด้วยดาวเทียมที่ถูกออกแบบมาให้สามารถระบุตำแหน่งพิกัดต่าง ๆ บนพื้นโลก อุปกรณ์ตัวรับสัญญาณดาวเทียม GPS และหน้าจอแสดงผลข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์สัญญาณดาวเทียมที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรอยู่นอกโลก วัตถุต่าง ๆ ที่มีพิกัดจะอยู่ในรูปของข้อสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะบอกตำแหน่งว่าอยู่ ณ ที่ใดบนผิวโลก การบอกตำแหน่งจะใช้ค่า ละติจูด และลองจิจูด ซึ่งเป็นระบบพิกัดแสดงตำแหน่งบนผิวโลก หรือใช้ N, E ซึ่งระบบพิกัดฉากของประเทศในการแสดงตำแหน่งนอกจากนั้นมีการแสดงตำแหน่งโดยวิธีการอื่น ๆ เช่น บ้านเลขที่ รหัสไปรษณีย์ ชื่อถนน เป็นต้น กระบวนการอัตโนมัติที่เรียกว่าภูมิรหัส (Geocoding) จะใช้ในการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงตามระบบพิกัดให้แก่สิ่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประมวลผลเกี่ยวกับตำแหน่งเหล่านี้ได้

2.2 การหาระยะทางระหว่าง 2 จุด

วิธีการคำนวณเพื่อหาระยะระหว่างจุด 2 จุดจะใช้ทฤษฎีพีทากอรัสเข้ามาช่วยเพื่อแก้สมการ [1] จากสมการพีทากอรัสเมื่อนำมาประยุคย์ใช้กับการคำนวณหาระยะทางจึงได้สมการ แต่เนื่องจากโลกเป็นทรงกลมจึงจำเป็นต้องปรับปรุงสมการเพื่อให้ได้ผลการหาระยะทางอย่างถูกต้องตามระยะทางที่เป็นจริงโดยใส่ตัวแปรเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนลงไปเมื่อละติจูดมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศาจึงได้สมการใหม่ดังนี้

$$d = \sqrt{(X_2 \times a_2 - X_1 \times a_1)^2 + (Y_2 \times b_2 - Y_1 \times b_1)^2} \qquad (1)$$

a1=ค่าการเปลี่ยนระยะทางของเส้นละติจูดของ gps1
a2=ค่าการเปลี่ยนระยะทางของเส้นละติจูดของ gps2
b1=ค่าการเปลี่ยนระยะทางของเส้นลองจิจูดของ gps1
b2=ค่าการเปลี่ยนระยะทางของเส้นลองจิจูดของ gps2

2.3 การหาสถานที่ใกล้เคียงด้วยระบบจีพีเอส

ในการพัฒนาระบบการค้นหาสถานที่ใกล้เคียงด้วยระบบจีพีเอสเป็นการนำเอาพิกัดละติจูดและลองจิจูดของสถานที่เข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล เมื่อต้องการค้นหาสถานที่ในระยะขอบเขตที่ผู้ใช้ต้องการจะทำได้โดยการคำนวณจากระยะทางระหว่างตำแหน่งของผู้ใช้งานและตำแหน่งของสถานที่ [2] จากการวิเคราะห์พบว่าการหาสถานที่ใกล้เคียงด้วยการคำนวนระยะทางนั้นจำเป็นต้องทราบถึงระยะทางระหว่างตำแหน่งของผู้ใช้งานและตำแหน่งของสถานที่ทุกจุดจึงจะสามารถระบุได้ถึงขอบเขตการแสดงผล

2.4 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ เครื่องมือ และกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กาหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งเชิงพื้นที่ [3] ในการค้นหาตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือบนทางพิเศษได้นำ GIS เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปรียบเทียบตำแหน่งของพิกัดโทรศัพท์มือถือที่อยู่บนทางพิเศษ

2.5 การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (Expressway Traffic Report Application on Smartphones)

การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการกระจายข่าวสารให้ถึงมือผู้ใช้ทางพิเศษ ทั้งนี้ในแอพพลิเคชั่นเวอร์ชั่น 2 [4] มีการแสดงผลเบอร์โทรฉุกเฉินต่าง ๆ เป็นจำนวนมากดังแสดงในรูปที่ 1(ก) ซึ่งจะเป็นการยากเมื่อต้องการโทรศัพท์เพื่อแจ้งเหตุไปยังศูนย์ควบคุมทางพิเศษ (CCB) ดังนั้นในการรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเวอร์ชั่นปัจจุบันภายใต้ชื่อ EXAT Traffic ได้มีการนำระบบ Location based เข้ามารวมด้วยเพื่อให้การแสดงผลเบอร์โทรศัพท์ของศูนย์ควบคุมทางพิเศษ (CCB) ได้อย่างแม่นยำดังแสดงในรูปที่ 1 (ข)

(ก) (ข)

รูปที่ 1 เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉินภายในแอพพลิเคชั่น

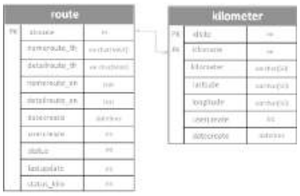
2.4 JSON

การส่งข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากโทรศัพท์มือถือเพื่อทำการประมวลผลนั้นได้นำ JSON มาใช้เพื่อเป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างเซิร์ฟเวอร์ (server) และไคลเอ็นท์ (client) โดย JSON จะทำการแปลงข้อมูลละติจูดและลองจิจูดให้อยู่ในรูปแบบ Array Encode เพื่อส่งข้อมูลให้ Server จากนั้นให้ php จะทำการ Decode JSON ออกมาจะได้ข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากโทรศัพท์มือถือทั้งระบบ Android และ iOS [5]

3. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 การออกแบบฐานข้อมูล

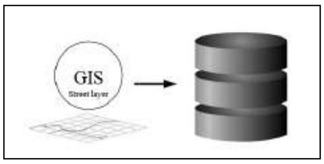
การวิจัยที่เกี่ยวกับการค้นหาข้อมูลสิ่งที่สำคัญเหนือสิ่งอื่นใดคือข้อมูลสำหรับการค้นหาดังนั้นเพื่อการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจำเป็นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูล สำหรับฐานข้อมูลที่นำเข้ามาใช้ในงานเป็น SQL Server [6] และได้ออกแบบตารางข้อมูล (table) ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลผู้วิจัยจึงได้ทำนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) [7] ในระดับ 3NF จึงเกิดเป็นตารางข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตารางข้อมูลชื่อทางพิเศษและตารางพิกัด

3.2 การนำข้อมมูลจาก GIS มาประยุกต์ใช้

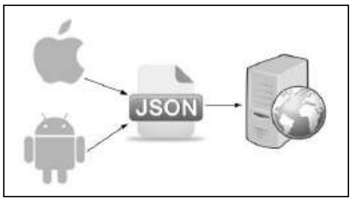
ระบบ GIS เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยพิกัดละติจูดและลองจิจูดของทางพิเศษดังนั้นในการนำข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องทำการนำออกข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดเข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยประกอบไปด้วย ตารางชื่อทางพิเศษ,ตารางพิกัด ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การนำข้อมูล GIS เข้าฐานข้อมูล

3.3 การรับข้อมูลมาจากโทรศัพท์มือถือ

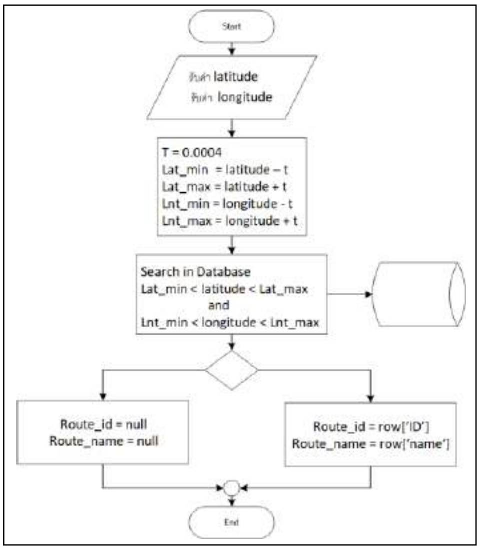
การรับและส่งข้อมูลข้ามเพรตฟอร์ม (platform) ในงานมีทั้งหมด 3 platform เข้ามาเกี่ยวข้องคือ โทรศัพท์มือถือ (ระบบปฏิบัติการ iOS และ android) และคอมพิวเตอร์ประมวลผลซึ่งการจะทำให้ platform ทั้ง 3 สามารถสื่อสารกันได้จำเป็นต้องใช้ตัวกลางการติดต่อสำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้ JSON เข้ามาเป็นตัวกลางสื่อสารโดยกระบวนการทำงานเป็นไปดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การส่งข้อมูลด้วย JSON

3.4 การค้นหาพิกัดจากฐานข้อมูล

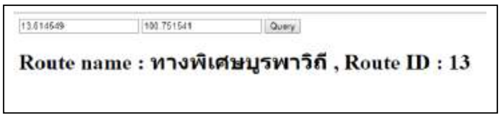
เมื่อได้ค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดของโทรศัพท์มือถือในขั้นตอนการค้นพิกัดทางพิเศษจากฐานข้อมูลกระทำโดยนำค่า t = 0.0004 มาสร้างเป็นตัวแปร Lat_min,Lat_max,Lng_min,Lng_max เพื่อใช้คำสั่ง SQL Query หาข้อมูลในตารางฐานข้อมูลซึ่งมีกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กระบวนการค้นหาพิกัดทางพิเศษในตารางฐานข้อมูล

4. ผลการดำเนินการ

จากการออกแบบระบบการค้นหาพิกัดโทรศัพท์บนทางพิเศษ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเพื่อการค้นหาพิกัดทางพิเศษตามที่ออกแบบโดยการทดสอบได้ใช้พิกัดละติจูดที่ 13.614549 และลองจิจูดที่ 100.751541 เมื่อทำการค้นหาผลที่ได้คือ ชื่อทางพิเศษและไอดีของทางพิเศษดังแสดงในรูปที่ 6 (ก)



รูปที่ 6 ผลการค้นหาชื่อและไอดีทางพิเศษ (ก)

เมื่อใช้พิกัดละติจูดที่ 13.622850 และลองจิจูดที่ 100.665877 ทำการค้นหาชื่อทางพิเศษและไอดีของทางพิเศษได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 6 (ข)

รูปที่ 6 ผลการค้นหาชื่อและไอดีทางพิเศษ (ข)

และเมื่อใช้พิกัดละติจูดที่ 13.635987 และลองจิจูดที่ 100.631716 ทำการค้นหาชื่อทางพิเศษและไอดีของทางพิเศษซึ่งเป็นพิกัดที่อยู่นอกทางพิเศษได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 6 (ค)

รูปที่ 6 ผลการค้นหาชื่อและไอดีทางพิเศษ (ข)

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

กทพ. ได้พัฒนาระบบการค้นหาตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือบนทางพิเศษซึ่งทำงานร่วมกับการส่งข้อมูลผ่าน JSON เพื่อทำการค้นหาพิกัดละติจูดและลองจิจูดที่อยู่ในฐานข้อมูลซึ่งได้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยระบบการค้นหาตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือบนทางพิเศษสามารถค้นหาตำแหน่งได้ถูกต้องแต่ระบบยังมีจุดที่ต้องพัฒนาต่อคือ เมื่อโทรศัพท์มือถืออยู่บนถนนใต้ทางด่วน เช่น กรณีโทรศัพท์มือถืออยู่บนถนนบางนา-ตราดซึ่งเป็นถนนที่อยู่ใต้ทางพิเศษบูรพาวิถีระบบจะค้นหาและแจ้งผลลัพท์เป็นทางพิเศษบูรพาวิถี ดังนั้นจากกรณีศึกษานี้ผู้วิจัยได้แสนอแนวทางเพื่อแก้ปัญหาโดยต้องนำค่าความสูงของตำแหน่งที่ค้นหาเข้าไปในระบบเนื่องจากทางพิเศษส่วนใหญ่จะมีลักษณะทางยกระดับเหนือถนนปกติการค้นหาด้วยการนำความสูงเข้ามาประมวลผลด้วยจะทำให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำมากขึ้นนั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิศักดิ์ เกตุขาว, การพัฒนาแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นตรวจสอบค่าโดยสารแท็กซี่มิเตอร์ และเส้นทาง, สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย, 2558, หน้า 52-63.

[2] ปุริม ชฎารัตนฐิติ, นฤพจน์ ม่วงศิริ, การพัฒนาระบบค้นหาร้านอาหารด้วยระบบแอนดรอยด์ผ่านจีพีเอส, วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, กรกฎาคม – ธันวาคม 2559, หน้า 72-80.

[3] เสาวนี ศรีสุวรรณ และคณะ, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการจราจรบนทางพิเศษ, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, 14-16 พฤษภาคม 2557.

[4] วุฒิชัย เกษรปทุมานันท์ ,อุทัย วังชัยศรี และคณะ,การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟน, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 (ECTI-CARD2015), 2558.

[5] JSON with PHP, สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ,มกราคม 2561, จาก https://www.tutorialspoint.com/json/json_php_example.htm.

[6] SQL Documentation,สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2560, จาก https://docs.microsoft.com/en-us/sql/index?view=sql-server-2017.

[7] วราภรณ์ โกวิทวรางกูร, ระบบฐานข้อมูลและการออกแบบ, ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ, 2543.

ระบบอัตโนมัติสำหรับเฝ้าดูค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด–ด่างและค่าอุณหภูมิในการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์

Automated System to Monitor Electrical Conductivity, pH Levels and Temperature for Hydroponics

ขจรศักดิ์ คงพากเพียร[1] ธวัชชัย ทองเหลี่ยม[1] ก้องภพ ชาอามาตย์[2] และ สัญญา ควรคิด[1*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-261065 *E-mail: sanya@webmail.npru.ac.th
[2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 081-0538899

บทคัดย่อ

ไฮโดรพอนิกส์เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำที่มีธาตุอาหารพืชแทน การปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์จะต้องอาศัยปัจจัยหลักต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเข้มแสง และค่าออกซิเจนในการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามในกรณีที่เกษตรกรมีการปลูกพืชหลายชนิดและมีโรงเรือนจำนวนมาก อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ผลผลิตพืชไม่ได้ตามความต้องการ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้เสนอระบบตรวจวัดและเฝ้าดูค่าปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ โดยระบบที่เสนอมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ชุดประมวลผลกลาง ชุดวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา และชุดวัดอุณหภูมิ จากการทดลองสอบเทียบชุดวัดที่เสนอกับค่ามาตรฐานพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำไฟฟ้า มีค่าความแม่นยำ 94.96 % และ 95.28 % ตามลำดับ ผลการทดลองโดยนำระบบไปทดสอบปลูกพืช 2 ชนิด ได้แก่ผักคะน้าและผักกาดกวางตุ้ง พบว่าพืชมีการเจริญเติบโตดี พัฒนาการทางด้านลำต้นและใบมีความแข็งแรง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายใน 30-35 วัน

คำสำคัญ: ไฮโดรพอนิกส์, การปลูกพืชไร้ดิน, ค่าความนำไฟฟ้า, ค่าความเป็นกรด–ด่าง

Abstract

Hydroponic plants are planted without the use of soils, but use water with plant nutrients dissolved. Hydroponics cultivation requires main factors in plant growth that are temperature, pH level, electrical conductivity, light intensity and Oxygen. However, in case farmers grow many kinds of vegetables and have a large number of hydroponic plants, these may be lead to problems with controlling the factors in the desired range. To solve this problem, this research proposes an environmental monitoring system to measure the key factors that are temperature, pH level and electrical conductivity. The system consists of three parts: a central processing unit, the temperature measurement, and portable electrical conductivity and pH measurement. From the calibration of the instrument, accuracy of conductivity and pH were 94.96 % and 95.28 %, respectively. Based on the experiment, there are two types of crops: kale and choy. In both growing areas, the results showed that the growth and development of the stem and leaf were strong. Kale and choy can be harvested within 30-35 days.

Keywords: Hydroponics , Soilless culture, Electrical conductivity, pH

1. บทนำ

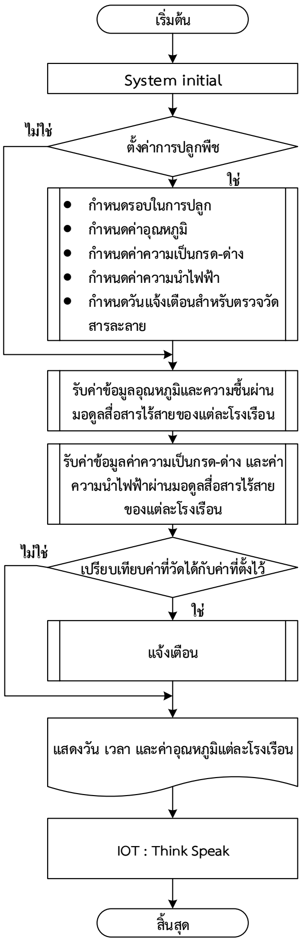
ทางเลือกในการผลิตพืชและเป็นทางเลือกซึ่งนิยมกันมากในปัจจุบันได้แก่การปลูกพืชไร้ดิน หรือไฮโดรพอนิกส์ ซึ่งเป็นระบบที่เลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่เป็นการปลูกพืชบนวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ใช่ดิน หรือการปลูกลงบนสารละลายที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชด้วยวิธีนี้เป็นการให้สารละลายในน้ำที่แทนการปลูกบนดินซึ่งมีข้อดีคือปลูกพืชได้ทุกช่วงฤดูกาลและสามารถผลิตผักได้หลายชนิดที่มีราคาแพงได้ การปลูกพืชไร้ดินไม่มีข้อจำกัดเรื่องสภาวะต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิตและยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้ดีอีกด้วย ทำให้พืชมีการเติบโตอย่างสม่ำเสมอและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างมีคุณภาพ การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์อาศัยปัจจัยหลายชนิดในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเข้มแสง และค่าออกซิเจน จะเห็นได้ว่างานวิจัยระบบควบคุมการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ที่ผ่านมา [1-5] จะเน้นการควบคุมอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องรักษาไว้ในกระบวนการให้ธาตุอาหารเพื่อให้แน่ใจว่าพืชสามารถดูดกลืนแร่ธาตุตามต้องการ อย่างไรก็ตามการปลูกพืชที่มีโรงเรือนแบบไฮโดรพอนิกส์จำนวนหลายโรงเรือน และแต่ละโรงเรือนมีการปลูกพืชต่างชนิดกัน อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละโรงเรือนให้อยู่ในความความต้องการของพืชแต่ละชนิดได้ งานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจวัดและเฝ้าดูค่าปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ เพื่อให้กระบวนการผลิตพืชได้ผลผลิตมาตรฐานตามต้องการ

2. การออกแบบระบบ

การทำงานของระบบเฝ้าดูค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าอุณหภูมิในการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดประมวลผลกลาง 2) ชุดวัดอุณหภูมิ ในโรงเรือน และ 3) ชุดวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบพกพา ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 ชุดประมวลผลกลาง

ชุดประมวลผลกลางทำหน้าที่รับข้อมูลการผลิตพืชในแต่ละแปลงปลูกจากผู้ใช้งานเพื่อกำหนดปัจจัยที่สำคัญในการปลูกพืช ได้แก่ ระยะเวลาในการปลูกพืช ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ระยะเวลาแจ้งเตือนสำหรับตรวจวัด โดยในระหว่างการปลูกพืชระบบจะเฝ้าดูและประมวลผลข้อมูลสภาพแวดล้อม เพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ โฟลว์ชาร์ตการทำงานและโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของชุดประมวลผลกลางแสดงดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ

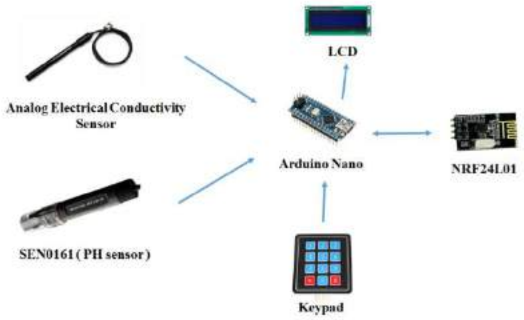


รูปที่ 1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดประมวลผลกลาง

รูปที่ 2 ชุดประมวลผลกลาง

2.2 ชุดวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความนำไฟฟ้าแบบพกพา

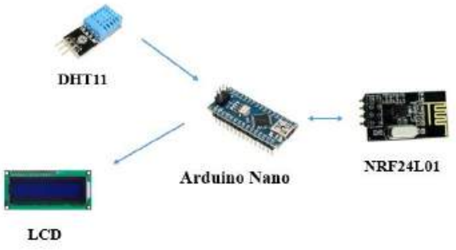
โครงสร้างของชุดตรวจวัดแบบพกพา แสดงดังรูปที่ 3 ทำหน้าที่วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความนำไฟฟ้าของแต่ละโรงเรือนเพื่อทำการส่งค่าข้อมูลเหล่านี้ให้กับชุดประมวลผลกลาง ในการออกแบบใช้เซนเซอร์ Analog pH Meter Pro เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มีคุณสมบัติวัดค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14 มีความแม่นยำ ± 0.1 pH (25 ºC) และเซนเซอร์ Analog Electrical Conductivity Sensor เพื่อวัดค่าความนำไฟฟ้ามีคุณสมบัติวัดค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 20 mS/cm มีความแม่นยำน้อยกว่า ± 10% มีค่า K=1 เหมาะสำหรับการวัดของเหลวทั่วไป



รูปที่ 3 ชุดตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำไฟฟ้าแบบพกพา

2.3 ชุดวัดค่าอุณหภูมิ

ชุดวัดค่าอุณหภูมิจะถูกติดตั้งภายในโรงเรือน มีโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ดังรูปที่ 4 สามารถแสดงผลอุณหภูมิผ่านจอแอลซีดี พร้อมทั้งส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นให้กับชุดประมวลผลกลาง ในการทดลองใช้เซนเซอร์ DHT22 (Temperature and humidity sensor) มีคุณสมบัติวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 80 ºC และวัดความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง 100 %RH มีความแม่นยำ ± 0.5 ºC และ ± 2 %RH ตามลำดับ



รูปที่ 4 ชุดวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน

3. ผลการทดลอง

3.1 การสอบเทียบชุดวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความนำไฟฟ้า

การสอบเทียบชุดวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และการสอบเทียบค่าความนำไฟฟ้า แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ตามลำดับ โดยในการสอบเทียบชุดวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ใช้น้ำยามาตรฐาน pH ค่า 4.00, 7.00 และ 10.00

ตารางที่ 1 การสอบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง

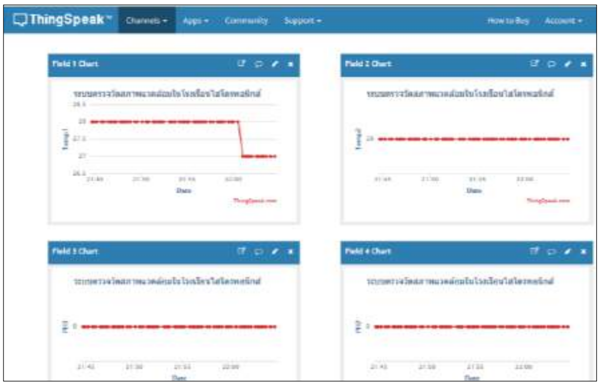
น้ำยามาตรฐานpH	ค่าเฉลี่ยจากชุดวัด Mean (n=5)	ความเที่ยงตรง Precision (%)	ความแม่นยำ Accuracy (%)
4.00	4.24	0.06	94.00
7.00	6.74	0.03	96.29
10.00	9.46	0.05	94.60

ตารางที่ 2 การสอบเทียบค่าความนำไฟฟ้า

ค่าความนำไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ย Mean (n=5)	ความเที่ยงตรง Precision (%)	ความแม่นยำ Accuracy (%)
1.5	1.20	0.20	90.00
2.5	2.53	0.01	98.80
3.5	3.57	0.02	98.00
4.5	4.32	0.04	96.00
5.5	5.25	0.04	95.46
6.5	6.43	0.01	98.93
7.5	7.17	0.04	95.60
8.5	8.75	0.02	97.06
9.5	9.27	0.02	97.58
10.5	10.36	0.01	98.67
11.5	11.16	0.02	97.05
12.5	11.28	0.09	90.24

3.2 การเฝ้าดูข้อมูลผ่านระบบคลาวด์

ระบบตรวจวัดและเฝ้าดูการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ สามารถแสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านระบบคลาวด์ โดยชุดประมวลผลกลางจะนำข้อมูลสภาพแวดล้อมที่วัดได้ ไปแสดงบนเว็บไซต์ Thingspeak ซึ่งได้แก่ ข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า และค่าอุณหภูมิ รูปที่ 5 แสดงดังตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแบบกราฟของค่า อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมบนเว็บไซต์ Thingspeak (https://thingspeak.com/)

3.3 การปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์

การทดลองนำระบบที่พัฒนา ไปทดสอบปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ 2 โรงเรือน โดยโรงเรือนที่หนึ่งปลูกผักคะน้าและโรงเรือนที่สองปลูกผักกาดกวางตุ้ง จากนั้นทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละโรงเรือนดังตารางที่ 3 เพื่อให้ระบบตรวจสอบและเฝ้าดูการทำงานในแต่ละโรงเรือน ผลการทดลองพบว่าพืชมีการเจริญเติบโตดี พัฒนาการทางด้านลำต้นและใบมีความแข็งแรง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายใน 30-35 วัน แสดงได้ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการปลูกพืช

ผักไฮโดรพอนิกส์	ผักคะน้า	ผักกาดกวางตุ้ง
ระยะเวลาในการปลูก	30 - 35 วัน	30 - 35 วัน
ความนำไฟฟ้า	3.5 - 4.5 mS/cm	3.0 - 4.0 mS/cm
ความเป็นกรด-ด่าง	6.0 – 7.5	6.0 – 7.5
ระยะเวลาในการแจ้งเตือนสำหรับตรวจวัดสารละลาย	2 วัน	2 วัน

ตารางที่ 4 ผลการทดลองปลูกคะน้าแบบไฮโดรพอนิกส์

สัปดาห์	ความนำไฟฟ้า	ความเป็นกรด-ด่าง	การเจริญเติบโต
1	4.48	6.91	
2	4.50	7.07	
3	4.41	7.58	
4	4.40	7.50	
5	4.04	7.41	

ตารางที่ 5 ผลการทดลองปลูกผักกาดกวางตุ้งแบบไฮโดรพอนิกส์

สัปดาห์	ความนำไฟฟ้า	ความเป็นกรด-ด่าง	การเจริญเติบโต
1	3.05	7.41	
2	3.26	7.40	
3	3.34	7.31	
4	3.42	7.34	

4. สรุป

งานวิจัยนี้เสนอระบบอัตโนมัติสำหรับเฝ้าดูค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด–ด่างและค่าอุณหภูมิในการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบบไร้สาย เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบค่าปัจจัยเหล่านี้ ที่ใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้ได้ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด จากการทดสอบการทำงานของชุดประมวลผลกลาง ชุดวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา และชุดวัดอุณหภูมิ พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบและเฝ้าดูการทำงานในแต่ละโรงเรือนได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตพืชยังสามารถเฝ้าดูข้อมูลค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด–ด่างและค่าอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ผ่านระบบคลาวด์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับข้อแนะนำในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนภัทร เปรมทองสุข , สาธิต ดำรงประเสริฐ (2557).ระบบการตรวจวัดสารละลายและการควบคุมการปลูกผักคะน้าด้วยวิธีการไฮโดรพอนิกส์แบบอัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[2] W. Atmadja, S. Liawatimena, J. Lukas, E. P. L. Nata, and I. Alexander, "Hydroponic system design with real time OS based on ARM Cortex-M microcontroller," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2017, vol. 109, no. 1, p. 012017: IOP Publishing.

[3] M. Pabiania, F. Caluyo, and N. Linsangan, "Wireless data acquisition and pH and conductivity levels prediction using genetic algorithm for hydroponics," in The World Congress on Engineering and Computer Science, San Francisco, 2011, pp. 23-28.

[4] D. S. Domingues, H. W. Takahashi, C. A. P. Camara, and S. L. Nixdorf, "Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 84, pp. 53-61, 2012/06/01/ 2012.

[5] F. X. Rius-Ruiz, F. J. Andrade, J. Riu, and F. X. Rius, "Computer-operated analytical platform for the determination of nutrients in hydroponic systems," Food chemistry, vol. 147, pp. 92-97, 2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

พฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น "EXAT Traffic" เพื่อการตรวจสอบสภาพจราจรบนทางพิเศษ

User Behavior of "EXAT Traffic" Mobile Application for Expressway Traffic Report

อุทัย วังชัยศรี[1] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[2] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[3]

[1]วิทยากร 6, แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: authai_wan@exat.co.th

[2]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: x_ekarin@yahoo.com

[3]ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนา Email: thepp9@hotmail.com

[1,2,3]กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้พัฒนาแอปพลิเคชั่นสำหรับรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชั่นใหม่เป็นเวอร์ชั่นที่ 3 มีชื่อว่า "EXAT Traffic" การพัฒนาแอปพลิเคชั่นในเวอร์ชั่นนี้ได้ถูกออกแบบตามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (User Experience) โดยมีการรองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) และมีเพิ่มฟังก์ชั่นใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมา ได้แก่ การแชร์สภาพจราจรสู่สื่อสังคมออนไลน์ (Social Shared), การระบุตำแหน่งผู้ใช้ทาง (Location Based), ภาพเคลื่อนไหวจากกล้อง CCTV บนทางพิเศษ (VDO Streaming), การส่งข้อความสั้นเพื่อแจ้งเตือนอุบัติเหตุหรือโฆษณา (Push Message), การค้นหาทางด่วนที่ใกล้ที่สุด (Around Me) ที่สำคัญมีระบบจัดการแอปพลิเคชั่น (Back End) ที่แสดงสถิติการใช้งานด้วย จากการใช้งานจนถึงปัจจุบัน แอปพลิเคชั่นมียอดผู้ใช้งานเฉลี่ยมากกว่า 200,000 ครั้งต่อเดือน โดยรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจในแอปพลิเคชั่นร้อยละ 64 ข้อมูลจากระบบ Location Base พบว่าผู้ใช้ทางใช้งานแอปพลิเคชั่นบนทางพิเศษศรีรัชมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 44 ช่วงเวลา 15.00 น. - 21.00 น. มีการใช้งานมากที่สุด เฉลี่ย 20,000 ครั้งต่อชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของผู้ใช้งานแอปพลิเคชั่นนั้นจะเปิดใช้งานแอปพลิเคชั่นเพื่อเป็นทางเลือกในการเดินทาง ข้อมูลพฤติกรรมผู้ใช้ทางนี้จะส่วนหนึ่งของ Big Data ในการพัฒนาการให้บริการผู้ใช้ทางต่อไป

คำสำคัญ: พฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น, อีเอกซ์เอทีทราฟิก, ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) has developed an application for traffic report on the expressways since 2011. In 2015, a new application version 3 called "EXAT Traffic" was developed. The development of this version has mainly been designed from "User Experience" supporting Android and iOS Operating System. New functions such as Social Shared, Location Based, VDO Streaming, Push Message, Around Me, and most importantly, a dashboard of Back End are displayed. The application has obtained an average of 200,000 times per month since its first operation. Overall, 64% of users were satisfied with the application. The Location Base system showed that most users activated the application on the Si Rat Expressway for 44%. Most active time was between 3 - 9 pm at around 20,000 times per hour. This shows that the application is used as an alternative to support the users' travelling. User behavior data will be part of Big Data to improve our further services.

Keywords: User Behavior, EXAT Traffic, ITS, EXAT

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานโทรศัพท์สมาร์ทโฟนมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นผลมาจากการให้บริการแอปพลิเคชั่นต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ที่มีความหลากหลาย เช่น การติดต่อสื่อสาร การทำธุรกรรม การประชาสัมพันธ์ รวมทั้งการรายงานสภาพจราจร เป็นต้น

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ตระหนักดีถึงความสำคัญของการเปิดให้บริการแอปพลิเคชั่นสำหรับการการรายงานสภาพจราจรแก่ผู้ใช้ทางเพื่อให้ผู้ใช้ทางสามารถตัดสินใจ ระมัดระวัง หรือ

หลีกเลี่ยงเส้นทางได้ เป็นการช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรบนทางพิเศษ และลดการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อน ทั้งนี้การให้ข้อมูลผ่านแอปพลิเคชั่นจัดว่าเป็นการให้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากเป็นส่งข้อมูลเข้าถึงผู้ใช้ทางได้โดยตรงและผู้ใช้ทางสามารถเลือกดูได้ทุกเวลา ดังนั้นจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการ iOS และระบบปฏิบัติการ Android สำหรับรายงานสภาพจราจร มาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2554 [1] และในปี 2560 ได้พัฒนาแอปพลิเคชั่นโดยใช้ชื่อว่า “EXAT Traffic” แอปพลิเคชั่นดังกล่าวจะทำการเชื่อมต่อข้อมูลสภาพจราจรบนทางพิเศษจากศูนย์ควบคุมระบบจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างทันกาล (Real-time) ทั้งนี้แอปพลิเคชั่นยังมีระบบจัดการแอปพลิเคชั่น (Back End) สำหรับแสดงสถิติการใช้งาน ซึ่งข้อมูลเชิงสถิติต่างๆ เหล่านี้จะนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาเวอร์ชั่นและบริการอื่นๆ ของทางพิเศษในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พฤติกรรมของผู้บริโภค (Consumer Behavior)

2.1.1 พฤติกรรมของผู้บริโภค หมายถึง การแสดงออกของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้สินค้าและบริการ รวมไปถึงกระบวนการในการตัดสินใจที่มีผลต่อการแสดงออกของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไป [2]

2.1.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง การวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุทั้งปวงที่มีอิทธิพลทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อหรือใช้สินค้าและบริการ ซึ่งจากการเข้าใจถึงสาเหตุต่างๆ ที่มีผลจูงใจหรือกำกับการตัดสินใจซื้อหรือใช้สินค้าและบริการของผู้บริโภค จะทำให้นักการตลาดสามารถตอบสนองผู้บริโภคได้สัมฤทธิ์ผล [3]

ทั้งนี้จากการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค มีประโยชน์ทางการตลาด 5 ประการ ดังนี้

1). ช่วยให้นักการตลาดเข้าใจถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค

2). ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถหาหนทางแก้ไขพฤติกรรมในการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในสังคมได้ถูกต้องและสอดคล้องกับความสามารถในการตอบสนองของธุรกิจมากยิ่งขึ้น

3). ช่วยให้การพัฒนาตลาดและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ดีขึ้น

4). เพื่อประโยชน์ในการแบ่งส่วนตลาด เพื่อการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ให้ตรงกับชนิดของสินค้าที่ต้องการ

5). ช่วยในการปรับปรุงกลยุทธ์การตลาดของธุรกิจต่าง ๆ เพื่อความได้เปรียบคู่แข่งขัน

2.2 พฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น

ปัจจุบันได้มีการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นจำนวนมาก ได้แก่ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้แอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตของผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า เพศ อายุ สถานภาพ ที่พักอาศัย อาชีพก่อนเกษียณ ส่งผลต่อการเลือกใช้แอปพลิเคชั่นประเภทมัลติมีเดียและบันเทิง [4] การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้แอปพลิเคชั่นและการตัดสินใจจองเที่ยวบินและที่พักผ่าน Traveloka พบว่าส่วนใหญ่ผู้ที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ไม่เกิน15,000บาท มีการเลือกใช้บริการจองเที่ยวบินหรือที่พักอยู่ในช่วงราคา 1,000-3,000 บาท อีกทั้งปัจจัยด้านค่านิยมและปัจจัยด้านการสื่อสารแบบปากต่อปากมีความสัมพันธ์ต่อเลือกใช้บริการอยู่ในระดับเห็นด้วยเป็นอย่างมาก [5] การศึกษาพฤติกรรมการใช้ไลน์ (LINE) ที่มีผลต่อความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม พบว่าพฤติกรรมการใช้แอพพลิเคชั่น LINE พบว่า มีวัตถุประสงค์การใช้ คือ พูดคุยติดต่อระหว่างบุคคล รองลงมา พูดคุยในกรุ๊ปของ LINE เพื่อติดต่อสื่อสารและมีระยะเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 10 – 20 นาที [6]

ซึ่งจากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนทั้งหมดพบว่าเป็นการศึกษาวิเคราะห์ผลใช้สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งไม่ได้ครอบคลุมถึงประชากรทั้งหมดที่ใช้แอปพลิเคชั่น โดยการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น EXAT Traffic นี้จะศึกษาจากผู้ใช้งานแอปพลิเคชั่นทั้งหมดและจะใช้ข้อมูลร่วมกับแนวทางการพัฒนา Big Data ในองค์กรร่วมด้วย

3. วิธีการศึกษา

ตั้งแต่ปี 2560 ได้พัฒนาแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นที่ 3 แล้ว เป้าหมายของแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic เป็นแอปพลิเคชั่นสำหรับรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษ สามารถใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS การออกแบบแอปพลิเคชั่นเน้นออกแบบตามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (User Experience) โดยมีฟังก์ชั่นการใช้งานต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 และหน้าจอแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ฟังก์ชั่นการใช้งานต่าง ๆ ของแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic

เมนู	แอพพลิเคชั่น EXAT Traffic
เมนู Overview Map	แสดงผล Schematic map (โหลดข้อมูลทุก ๆ 1 นาที) แสดงผลข้อความ ซึ่งประกอบไปด้วย 1.ข้อความประชาสัมพันธ์ 2.ข้อความอุบัติเหตุ ผ่านเทคโนโลยี Push Message ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถรับทราบข่าวประชาสัมพันธ์ที่ผู้ดูแลระบบต้องการสื่อออกไปได้ทันที (การประชาสัมพันธ์เชิงรุก)

	สามารถแชร์ Schematic map ไปยัง Social Network ได้ เช่น Line, Facebook, Instagram, Email เป็นต้น
เมนู Smart Map	แสดงตำแหน่ง ภาพนิ่งจากกล้อง CCTV และวีดีโอ Streaming, ตำแหน่งด่านเก็บเงินค่าผ่านทาง (Toll Plaza), สถานีตำรวจทางด่วน (Police Station), จุดกลับรถบนทางพิเศษ (U Turn), จุดพักรถ (Rest Area) ของทางพิเศษ,แสดงระยะเวลาคาดการณ์การเดินทาง, แสดงหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน,เก็บรายการเส้นทางที่เดินทางประจำ (Favorite), แสดงพิกัดของผู้ใช้งานสมาร์ทโฟน , แสดงฟังก์ชั่น Around Me โดยการนำชื่อด่านทางขึ้นที่อยู่ในระยะ 10 กิโลเมตร จากตำแหน่งปัจจุบัน พร้อมแสดงเส้นทางการเดินทาง ระยะเวลาการเดินทางไปยังด่านที่ถูกเลือก
เมนู Emergency Call	เบอร์โทรศัพท์ที่สำคัญจะกำหนดตายตัว และเมื่อวิ่งบนทางพิเศษสายใดเบอร์โทรศัพท์ศูนย์นั้นจะขึ้นแสดงผลทันที (ใช้งานควบคู่กับ GPS)
เมนู Message	ประกอบไปด้วย 1.ข้อความประชาสัมพันธ์ 2.ข้อความอุบัติเหตุ ผ่านเทคโนโลยี Push Message ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถรับทราบข่าวประชาสัมพันธ์ที่ผู้ดูแลระบบต้องการสื่อออกไปได้ทันที โดยผู้ใช้งานจะได้รับเฉพาะข่าวของสายทางที่กำลังเดินทางอยู่ ซึ่งช่วยลดปัญหาการได้รับข้อมูลที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน (ใช้งานควบคู่กับ GPS)
เมนู Feedback	อยู่ในรูปแบบแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนกลับ ช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงและพัฒนาระบบให้สามารถรองรับกับความต้องการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยข้อมูลจะถูกสรุปและแสดงผลหน้า Dashboard
เมนู Setting	มีให้เลือก 1.การเปลี่ยนภาษา 2.โหมดแจ้งเตือน (แบบ Push Message) 3.โหมดเสียง 4.โหมดสั่น

รูปที่ 1 แอปพลิเคชั่น EXAT Traffic

ทั้งนี้แอปพลิเคชั่นได้มีพัฒนาระบบจัดการแอปพลิเคชั่น (Back End) ที่แสดงสถิติการใช้งานของผู้ใช้งานด้วย แสดงอยู่ในรูปแบบหน้าจอสรุปการใช้งานแอปพลิเคชั่น (Dash board) ซึ่งหน้าจอ Dash board เป็นการวิเคราะห์จากฐานข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลพื้นฐานทางพิเศษ ได้แก่ ข้อมูลที่ใช้สำหรับแสดงผลต่างๆ ข้อมูลจุดตำแหน่งต่างๆ ที่สำคัญ ข้อมูลตำแน่งจุดพิกัดตลอดสายของทางพิเศษ 2) ข้อมูลของผู้ใช้แอปพลิเคชั่น จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเปิดใช้งานแอปพลิเคชั่น โดยจะมีการเก็บข้อมูลทุกครั้งและมีการตรวจสอบจากไอดีซึ่งเพื่อไม่ให้เกิดซ้ำซ้อนของข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีเป็นจำนวนมาก โดยการดึงข้อมูล กทพ. ใช้เทคนิคของ Big Data Analytics มาร่วมการแสดงผลของข้อมูลที่ต้องการ โดยข้อมูลที่นำมาแสดงผลได้แก่ 1) สถิติสรุปข้อมูลต่าง ๆ 2) สถิติการใช้งานแอปพลิเคชั่นในแต่ละเดือน 3) ช่วงเวลาการแอปพลิเคชั่น 4) จำนวนผู้ใช้แอปพลิเคชั่นบนทางพิเศษ 5) จำนวนผู้ใช้แอปพลิเคชั่นนอกทางพิเศษและในทางพิเศษ และ 6) ตำแหน่ง (GPS) ผู้ใช้แอปพลิเคชั่นในแต่ละเดือน

รูปที่ 2 หน้าจอสรุปการใช้งานแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic

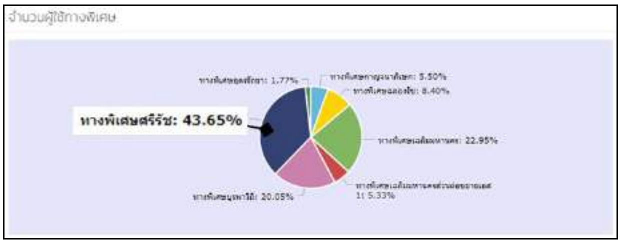
4. การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้งาน

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่าย EXAT Traffic โดยใช้โปรแกรม Webserver Load Performance Stress Test มีการจำลองผู้ใช้งานพร้อมกันจำนวน 200 ผู้ใช้งานและใช้งานเป็นระยะเวลา 600 นาที ผลการทดสอบสามารถรองรับการทำงานได้เป็นอย่างดี

เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการใช้งานแอปพลิเคชั่น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทุกวันพร้อมทั้งจัดทำรายงานสรุปผลการตรวจสอบการทำงานของระบบทุกเดือน โดยความถูกต้องของข้อมูลในการแสดงผลของแอปพลิเคชั่นคิดเป็นร้อยละ 98 ต่อเดือน และระบบขัดข้องหรือใช้งานไม่ได้ไม่เกินร้อยละ 2 ต่อเดือน

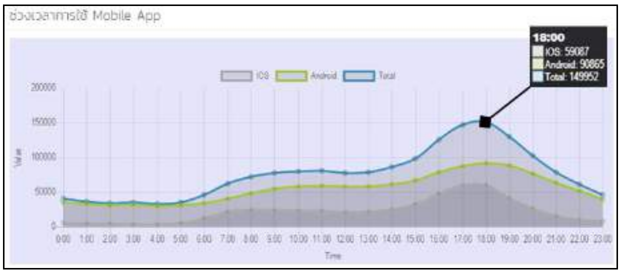
จากผลของการศึกษาข้อมูลการใช้แอปพลิเคชั่นพบว่าจำนวนผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นในเดือน มีนาคม 2561 จำนวน 250,413 ครั้ง (ประมาณ 8,000 ครั้งต่อวัน) ดังแสดงในรูปที่ 3 จำนวนผู้ใช้แอพพลิเคชั่นมีร้อยละการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกเดือน โดยมีผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นบนทางพิเศษสูงสุดอยู่ที่ทางพิเศษศรีรัชกว่าร้อยละ 43 ดังแสดงในรูปที่ 4 ความพึงพอใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่นร้อยละ 63

รูปที่ 3 สถิติการใช้งานแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic แต่ละเดือน



รูปที่ 4 จำนวนผู้ใช้ทางพิเศษโดยแยกตามสายทาง

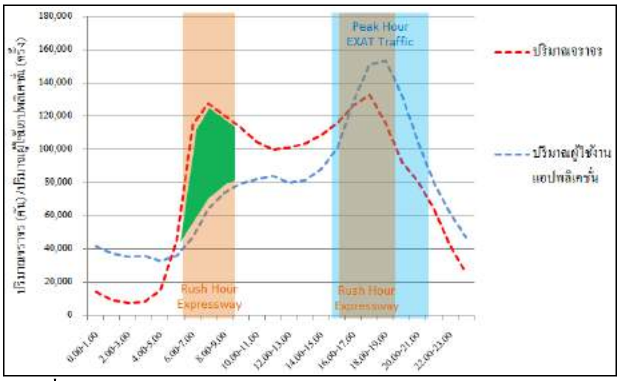
เวลา 18.00 น. จะมีจำนวนผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นมากที่สุดถึง 150,000 ครั้ง ช่วงเวลาการใช้งานแอปพลิเคชั่นมากสุด (Peak Hour EXAT Traffic) ตั้งเวลา 13.00 น. – เวลา 21.00 น. มีจำนวนผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่น เฉลี่ย 20,000 ครั้งต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ช่วงเวลาการใช้งานแอปพลิเคชั่น EXAT Traffic

เมื่อนำข้อมูลการใช้งานแอปพลิเคชั่นโดยนำช่วงการใช้งาน Peak Hour EXAT Traffic มาผนวกกับด้านวิศวกรรมจราจรโดยวิศวกรรมจราจรแบ่งข้อมูลช่วงเวลาเร่งด่วนบนทางพิเศษ (Rush Hour Expressway) เป็น 2 ช่วงได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ตั้งแต่เวลา 06.00– เวลา 09.00 น. และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ตั้งแต่เวลา 16.00– เวลา 19.00 น. พบว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าไม่ค่อยมีการใช้งานแอปพลิเคชั่นทั้งที่การจราจรใกล้เคียงกับช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นแสดงว่าการเดินทางช่วงเช้าไม่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบเส้นทาง (อาจเป็นเส้นทางประจำ) แต่ในช่วงเย็นจะมีการตรวจสอบเส้นทางซึ่งข้อมูลจาก Location Base แสดงว่าผู้ใช้ทางจะเปิดแอปพลิเคชั่นเพื่อตรวจสอบสภาพจราจรและวางแผนก่อนการเดินทางในช่วงเย็นซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการให้ข้อมูลสภาพจราจร ดังแสดงในรูปที่ 6

นอกจากนี้ยังพบว่ามีผู้ใช้แอปพลิเคชั่นนอกเขตทางคิดเป็นร้อยละ 85 โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้ใช้ทางเปิดใช้งานแอปพลิเคชั่นเพื่อเป็นการวางแผนก่อนการเดินทาง



รูปที่ 6 เปรียบเทียบระหว่าง Peak Hour EXAT Traffic กับ Rush Hour Expressway

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการส่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การตลาด ประชาสัมพันธ์ และ CALL Center เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ เช่น เมื่อเกิดอุบัติเหตุ CALL Center สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนอุบัติเหตุแยกตามสายทาง หรือแจ้งเฉพาะจุดบริเวณใกล้เคียงกับที่เกิดเหตุได้ หรือประชาสัมพันธ์จะส่งข้อความเพื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆ หรือการตลาดจะส่งข้อมูลโปรโมชั่นไปยังผู้ใช้ทางพิเศษศรีรัช เพื่อเป็นส่วนลดร้านค้าในบริเวณจุดพักรถ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วุฒิชัย เกษรปทุมานันท์, อุทัย วังชัยศรี และคณะ, การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟน, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 (ECTI-CARD2015), 2558.

[2] ราช ศิริวัฒน์, แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ พฤติกรรมของผู้บริโภค, ค้นเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2561 จาก https://doctemple.wordpress.com.

[3] ศุภร เสรีรัตน์, พฤติกรรมผู้บริโภค, กรุงเทพมหานคร, บริษัท เอ.อาร์ บิซิเนสเพรส, 2550.

[4] เฉลิมพงษ์ ลินลา, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้แอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตของผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร, สารนิพนธ์ วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2558.

[5] พรนัชชา คงสะอาด, ศศิประภา เหลืองเพิ่มสกุล และคณะ, ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานแอพพลิเคชั่นและการตัดสินใจจองเที่ยวบินและที่พักผ่าน Traveloka, การประชุมวิชาการระดับชาติสังคมศาสตร์วิชาการครั้งที่ 14, 2561.

[6] พภัช เชิดชูศิลป์, พฤติกรรมการใช้ไลน์ที่มีผลต่อความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม, บทความวิชาการ หลักสูตรนิเทศศาสตรมหาบัณฑิต คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2559.

อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะในศีรษะจำลอง ขณะถูกคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่จากโทรศัพท์เคลื่อนที่

Specific Absorption Rate in a Head Model

While Exposing to Electromagnetic Waves Emitted by a Mobile Phone

ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ[1] และ นิติพัฒน์ พิสุทธิพงศ์[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น โทรศัพท์ 043-338-869-70 E-mail: siriwat.wa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำลองหาค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะที่เกิดขึ้นในศีรษะมนุษย์ขณะที่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่แนบข้าง ค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะที่เกิดจากคลื่นความถี่ Uplinks ของ Bands 1 3 5 และ 8 ซึ่งเป็น Bands ความถี่ที่ถูกใช้ในประเทศไทย ได้ถูกเปรียบเทียบและพบว่า Band ความถี่สูง (Band 1 และ 3) ก่อให้เกิดค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะสูงกว่า 2.5 และ 2 เท่า เมื่อเฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 1 g และ 10 g ตามลำดับ ในขณะที่ค่าอัตราการลดลงของค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะของ Band ความถี่สูงเท่ากับ 1.6 W/kg แต่ของ Band ความถี่ต่ำจะเท่ากับ 0.5 W/kg ต่อระยะทางที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 10 mm ตามลำดับ การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการเลือกซื้อหรือเลือกใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะที่ต่ำกว่าได้

คำสำคัญ: อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ ปริมาณกำลังงานคลื่นความถี่วิทยุ โทรศัพท์เคลื่อนที่

Abstract

In this article, we present a simulation for determining the specific absorption rate (SAR) in a human head model while having a mobile phone beside. The SARs caused by the uplink frequency bands of 1, 3, 5 and 8 (these bands have been used in Thailand) were compared. It was found that the higher frequency bands (Band 1 and 3) created the higher SAR than the lower frequency bands (Band 5 and 8) by the factors of 2.5 and 2 for the averaging of 1-g and 10-g tissues, respectively. While, the SARs of the higher and lower frequency bands were found to be decreased for the increment of each 10-mm distance by the amount of 1.6 W/kg and 0.5 W/kg, respectively. The comparison of the SAR variations in this work is useful since providing information for considering on how to buy or use a mobile phone giving low SAR.

Keywords: Specific Absorption Rate, Radiofrequency Dosimetry, Mobile phone

1. บทนำ

อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate) หรือเรียกสั้นๆว่า SAR เป็นข้อมูลบ่งชี้ปริมาณอัตราพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกดูดกลืนในศีรษะผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ขณะที่พูดสาย คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช) ได้ออกมาตรฐาน กทช. มท. 5001- 2550 [1] กำหนดให้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกนำมาวางขายหรือจำหน่ายในท้องตลาดต้องผ่านการตรวจวัดค่า SAR และค่าที่วัดได้จะต้องไม่เกินขีดจำกัดตามข้อแนะนำ (Guidelines) มาตรฐานสากลของ The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [2]

มาตรฐาน ICNIRP เป็นมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลก(World Health Organization) ให้การยอมรับว่า "สนามแม่เหล็กที่มีปริมาณต่ำกว่าขีดจำกัดมาตรฐานนี้ จะไม่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์"[3] ในข้อกำหนด ICNIRP โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ส่งคลื่นความถี่ระหว่าง 10 MHz ถึง 10 GHz จะต้องมีค่า SAR ไม่เกิน 2 W/kg เมื่อเฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 10 g

ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001- 2550 ได้กำหนดว่าการตรวจวัดค่า SAR ต้องเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง อาทิเช่น IEC 622029-1[4] EN50361[5] หรือ IEEE Std 1528[6] ซึ่งการตรวจวัดค่า SAR ตามมาตรฐานเหล่านี้ จะต้องนำโทรศัพท์ไปวางข้างศีรษะจำลองรูปทรงคล้ายจริง(Specific Anthropomorphic Mannequin) แล้วใช้โพรบวัดสนามไฟฟ้าขนาดจิ๋ว (Minature E-field probe) วัดหาค่า

และตำแหน่งที่มีสนามสูงสุด แล้วคำนวณหาค่า SAR จากการทราบค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในศีรษะจำลอง ในการตรวจวัดค่า SAR ตามมาตรฐานดังกล่าว มุ่งเน้นเฉพาะการหาค่า SAR สูงสุด โดยไม่มีการเก็บข้อมูลวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า SAR เมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ถูกเลื่อนให้ห่างออกจากศีรษะผู้ใช้ ข้อมูลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อช่วยให้ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ตระหนัก และประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อโทรศัพท์ที่มีค่า SAR ต่ำกว่าได้

บทความนี้นำเสนอข้อมูลการการลดทอนค่า SAR เมื่อเลื่อนโทรศัพท์เคลื่อนที่ห่างออกจากศีรษะจำลอง อีกทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า SAR ที่เกิดจากย่านความถี่(Band) ต่างกันที่มีใช้ปัจจุบันในประเทศไทย

2. วิธีการวิจัย

ศึกษาขั้นตอนวิธีการวัดค่า SAR ของมาตรฐาน IEEE Std 1528 แล้ว ใช้ซอฟต์แวร์(Electromagnetic simulation software) จำลองหาปริมาณค่า SAR เมื่อเลื่อนโทรศัพท์ห่างออกจากศีรษะที่ระยะ 0 10 20 30 40 และ 50 mm

แบบจำลองศีรษะมนุษย์ที่ถูกกำหนดในมาตรฐาน IEEE Std 1528 เป็นแบบจำลองรูปทรงคล้ายหน้าคนจริง แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ที่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองให้มีรายละเอียด voxels มากกว่า 1 ล้านส่วนได้ การศึกษาครั้งนี้จึงจำลองศีรษะมนุษย์ด้วยรูปทรงวงรี

2.1 ขั้นตอนการจำลอง

การจำลองหาปริมาณค่า SAR มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1) สร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์รูปทรงวงรี ที่ภายในศีรษะบรรจุสารจำลองเนื้อเยื่อที่มีค่าคุณสมบัติไดอิเล็กตริก (Dielectric property) ค่าต่างๆ ของแต่ละย่านความถี่ที่ใช้งานในประเทศไทย ซึ่งพบว่าผู้ให้บริการ 3G และ 4G หลักๆ ของประเทศไทย (DTAC, AIS และ TRUE MOVE) ใช้ย่านความถี่ Band 1 3 5 และ 8 โดยความถี่กลางที่ถูกส่งออกจากโทรศัพท์ (Uplink) คือ 1950 1750 835 และ 900 MHz [7][8]

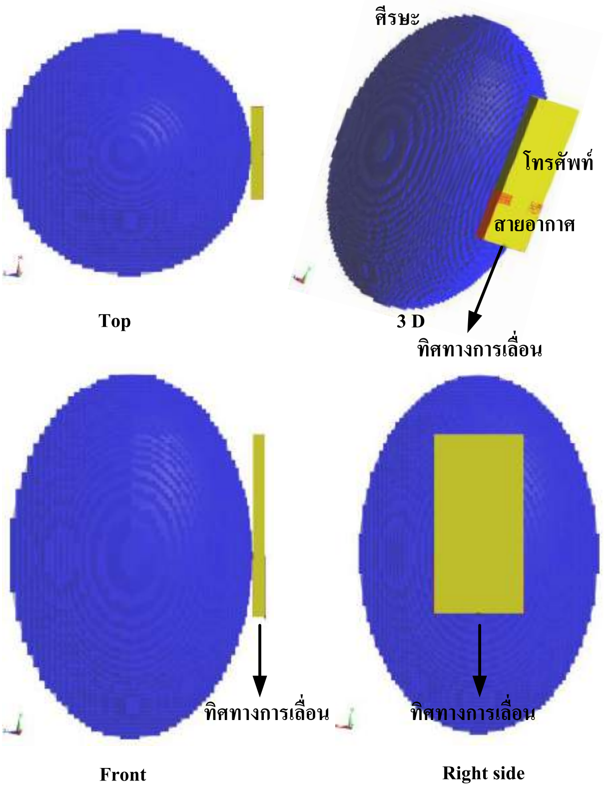
2) สร้างแบบจำลองโทรศัพท์ โดยจำลองสายอากาศติดอยู่บนผิวโทรศัพท์ ซึ่งกำหนดให้คุณสมบัติไดอิเล็กตริกของโครงโทรศัพท์เป็นพลาสติก (ε_r =2.6) และสายอากาศมีความยาวประมาณครึ่งความยาวคลื่นที่ทำจากตัวนำยิ่งยวด(Perfect conductor)

3) คำนวณค่า SAR สูงสุดที่เกิดขึ้นในศีรษะจำลองเมื่อโทรศัพท์ถูกวางแล้วเลื่อนออกห่างที่ละ 10 mm จนได้ระยะห่างสูงสุด 50 mm ในการคำนวณค่า SAR นี้จะคำนวณต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 1 g และ 10 g ค่าเฉลี่ยต่อปริมาณเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันจะใช้บ่งชี้ความสม่ำเสมอของค่า SAR

ในมาตรฐาน IEEE 1528-2013 กำหนดให้คุณสมบัติไดอิเล็กตริกของสารของเหลวจำลองเนื้อเยื่อศีรษะมนุษย์มีค่า ε_r และ σ ดังตารางที่ 1 โดยที่รูปทรงของศีรษะจำลองเมื่อวางโทรศัพท์แนบข้าง แสดงดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของสารของเหลวจำลองเนื้อเยื่อศีรษะมนุษย์กำหนดใน IEEE 1528 ของย่านความถี่ใช้ในประเทศไทย

Bands	ความถี่ Uplink (MHz)	ε_r	σ (S/m)
1	1950	40	1.4
3	1750	40.1	1.37
5	835	41.5	0.9
8	900	41.5	0.97



รูปที่ 1 รูปทรงของศีรษะจำลองขณะวางโทรศัพท์เคลื่อนที่แนบข้าง

2.2 เครื่องมือ

ซอฟต์แวร์ SEMCAD X light version 14.6.2 (4177) ผลิตโดย Schmid & Partner Engineering AG [9] ซอฟต์แวร์นี้ใช้เทคนิคการคำนวณวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบ Finite-Difference Time-Domain หรือ FDTD [10] ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีจุดเด่นหลักคือ สามารถวิเคราะห์คำนวณค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ให้ผลลัพธ์มีความเชื่อถือได้สูง ในโครงสร้างรูปแบบการจำลองที่ประกอบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าหลากหลายชนิด [11]

3. ผลการวิจัย

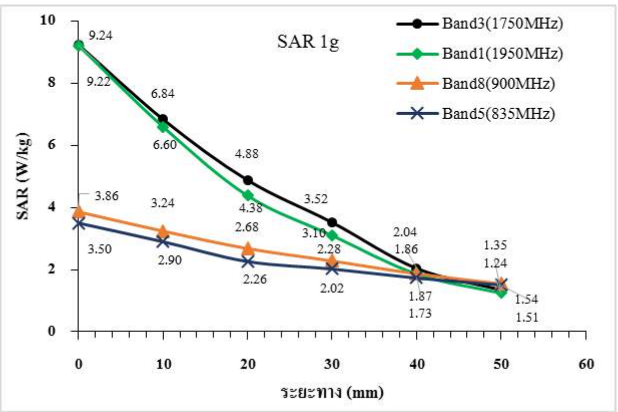
การจำลองหาปริมาณค่า SAR เมื่อเฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 1g และ 10 g และคิดที่ค่ากำลังงานป้อนให้สายอากาศเท่ากับ 200 mW (ซึ่งเป็นค่ากำลังงานสูงสุดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G และ 4G) พร้อมทั้งปรับ Matching impedance ให้ให้มีค่า S11 ต่ำกว่า -20 dB ในทุกๆ ครั้งของการเลื่อน ได้ค่า SAR แสดงในตารางและรูปที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ค่า SAR เฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 1 g (SAR_1g) ขณะป้อนกำลังงานที่สายอากาศ 200 mW

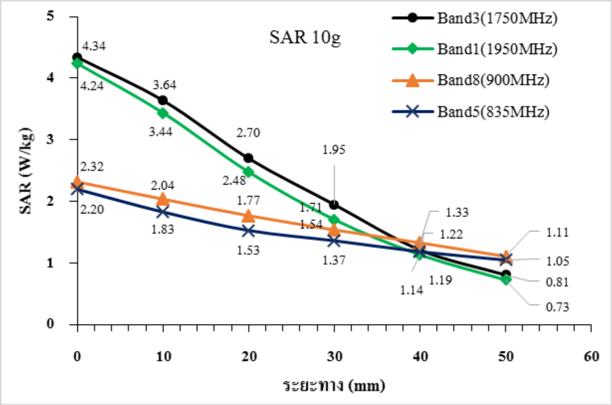
Bands (Uplink freq.)	SAR_1g ที่ระยะห่างศีรษะกับโทรศัพท์ (W/kg)					
	0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm
5 (835MHz)	3.50	2.90	2.26	2.02	1.73	1.51
8 (900MHz)	3.86	3.24	2.68	2.28	1.87	1.54
3 (1750MHz)	9.24	6.84	4.88	3.52	2.04	1.35
1 (1950MHz)	9.22	6.60	4.38	3.10	1.86	1.24

ตารางที่ 3 ค่า SAR เฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 10 g (SAR_10g) เมื่อป้อนกำลังงานที่สายอากาศ 200 mW

Bands (Uplink freq.)	SAR_10g ที่ระยะห่างศีรษะกับโทรศัพท์ (W/kg)					
	0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm
5 (835MHz)	2.20	1.83	1.53	1.37	1.19	1.05
8 (900MHz)	2.32	2.04	1.77	1.54	1.33	1.11
3 (1750MHz)	4.34	3.64	2.70	1.95	1.22	0.81
1 (1950MHz)	4.24	3.44	2.48	1.71	1.14	0.73



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของ SAR_1g ที่ระยะห่าง 0 ถึง 50 mm



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของ SAR_10g ที่ระยะห่าง 0 ถึง 50 mm

จากรูปที่ 2 และ 3 จะพบว่าค่า SAR ของคลื่นความถี่สูง (Band 1 และ 3) จะมีค่ามากกว่า SAR ของคลื่นความถี่ต่ำ (Band 5 และ 8) อยู่ประมาณ 2.5 เท่าสำหรับ SAR_1g และเกือบ 2 เท่าสำหรับ SAR_10g ในขณะที่การลดลงของค่า SAR เมื่อระยะทางเพิ่ม SAR ของคลื่นความถี่สูงจะมีการลดลงได้เร็วกว่า โดยที่ SAR_1g ของคลื่นความถี่สูง และความถี่ต่ำจะมีค่าการลดลงด้วยอัตราประมาณ 1.6 W/kg และ 0.5 W/kg ต่อระยะทางที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 10 mm ตามลำดับ

ตามมาตรฐาน ICNIRP กำหนดว่าค่า SAR เฉลี่ยต่อน้ำหนักเนื้อเยื่อ 10 g ต้องมีค่าไม่เกิน 2 W/kg จากการพิจารณารูปที่ 3 สายอากาศที่ติดตั้งอยู่บนโทรศัพท์จะต้องมีระยะห่างจากศีรษะไม่น้อยกว่า 30 mm สำหรับ Band 1 และ 3 หรือไม่น้อยกว่า 10 mm สำหรับ Band 5 และ 8 ถึงจะทำให้ค่า SAR ที่เกิดขึ้นในศีรษะผู้พูดโทรศัพท์ไม่เกินขีดจำกัดมาตรฐาน

โดยทั่วไป หากสังเกตย้อนหลังในระยะเวลาไม่เกิน 5 ปีจะพบว่าแนวโน้มของการออกแบบและผลิตโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและตัวสายอากาศจะถูกย้ายมาติดตั้งที่ปลาย

สุดส่วนล่าง ที่เป็นเช่นนี้เพราะสาเหตุจากต้องการลดค่า SAR ที่เกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีขนาดใหญ่กว่า จะมีค่า SAR เกิดขึ้นกับผู้พูดโทรศัพท์น้อยกว่า เพราะสาอากาศจะอยู่ห่างจากศีรษะมากกว่า

ผลจากการเปรียบเทียบค่า SAR ในงานวิจัยนี้พบว่าหากต้องการให้มีค่า SAR เกิดขึ้นต่ำกว่า ผู้ใช้ควรเลือกซื้อหรือใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีขนาดใหญ่ไว้ก่อน เพราะสายอากาศจะถูกติดตั้งอยู่ได้ห่างจากศีรษะมากกว่า อีกทั้งยังพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผู้ประกอบการใช้คลื่น Band ความถี่ต่ำจะให้ค่า SAR ที่ต่ำกว่า เมื่อเครื่องโทรศัพท์ส่งกำลังงานสูงสุด

4. สรุป

อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ(SAR) ที่เกิดขึ้นในศีรษะมนุษย์จำลองรูปทรงวงรีได้ถูกคำนวณเมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ห่างระยะ 0 ถึง 50 mm ข้อแตกต่างของค่า SAR ที่เกิดจากการพูดคุยโทรศัพท์เคลื่อนความถี่ระบบ 3G หรือ 4G ถูกเปรียบเทียบ พบว่าความถี่ Band 1 และ 3 (Band ความถี่สูง) จะให้ค่า SAR ที่สูงกว่า Band 5 และ 8 (Band ความถี่ต่ำ) เท่ากับ 2.5 ถึง 2 เท่า ในขณะที่ การลดลงของค่า SAR (เมื่อเลื่อนสายอากาศออกจากศีรษะผู้ใช้โทรศัพท์) ของความถี่ Band 1 และ 3 จะรวดเร็วกว่า Band 5 และ 8

4. กิตติกรรมประกาศ

ทีมงานผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ Special thanks are extended to Schmid & Partner Engineering AG in Switzerland for their support with respect to the use of the electromagnetic computation tool SEMCAD X light 14.6 with no charge.

เอกสารอ้างอิง

[1] กทช. มท. 5001 – 2550, “มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม–ขีดจำกัดและวิธีการวัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของมนุษย์ในย่านความถี่วิทยุ 9 kHz – 300 GHz”, กทช. มท. 5001 – 2550, 2550.

[2] ICNIRP, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz),” *Health Phys.*, vol. 74, no. 4, pp. 492–522, 1998.

[3] ____, องค์การอนามัยโลก, http://www.who.int/peh-emf/standards/en/, สืบค้นวันที่ 22 มีนาคม 2561

[4] IEC62209-1:2016, “Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)”, International Electrotechnical Commission. https://webstore.iec.ch/publication/25336#additionalinfo

[5] EN 50361:2001, “Basic standard for the measurement of Specific Absorption Rate related to human exposure to electromagnetic fields from mobile phones (300 MHz - 3 GHz)”, CENELEC.

[6] IEEE std 1528:2013, “Recommended practice for determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human head from wireless communicatins devices: measurement techniques”, IEEE Standard 1528-2013, 2013.

[7] ____, สารานุกรมเสรี วิกิพีเดีย, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_LTE_networks_in_Asia สืบค้นวันที่ 22 มีนาคม 2561

[8] ____, สารานุกรมเสรี วิกิพีเดีย, https://en.wikipedia.org/wiki//List_of_UMTS_networks#850_MHz_(Band_5)_/_900_MHz_(Band_8)_/_2100_MHz_(Band_1)_networks, สืบค้นวันที่ 22 มีนาคม 2561

[9] Schmid & Partner Engineering AG (2017), Electromagnetic & thermal simulation platform http://www.speag.com

[10] K.S. Yee. “Numerical solution of initial boundary value problems involing Maxwell’e equations in isotropic media,” in *IEEE Trans Antennas and Propagation* vol. 17, pp. 585-589, 1966.

[11] J.C. Lin, P. Bernardi, “Computational methods for predicting field intensity and temperature change,” *in F.S. Barnes, B. Greenebaum (ed) Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields.*, Taylor & Francis, New York, USA, pp 293-380, 2007.

การป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน: กรณีเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียว

Unbalance Voltage Protection for Electric Mass Rapid Transit Train: Single Phase-Connection

ศรัณย์ ลัคณาพาชื่นกุล สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 โทรศัพท์ 02-836300 E-mail: Saran.lakn@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรณีเชื่อมต่อไฟฟ้าแบบเฟสเดียว ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการตรวจสอบสายไฟในตัวรถไฟฟ้า การตรวจสอบตัวเก็บประจุและฟิวส์ป้องกันชุดตัวเก็บประจุของมันให้อยู่ในสภาพดีเสมอ เนื่องจากถ้าอุปกรณ์เหล่านี้ชำรุด จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของระบบรถไฟฟ้าเกิดความไม่สมดุล และส่งผลให้สายนิวทรอลมีไฟไหลและอาจทำให้ตัวมอเตอร์ขับเคลื่อนรถไฟฟ้าเกิดความร้อนขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้ ผลจากการป้องกันแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลด้วยวิธีที่นำเสนอนี้ได้แสดงไว้ในตอนท้ายของบทความด้วย

คำสำคัญ: แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล, ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน, การเชื่อมต่อแบบเฟสเดียว

Abstract

This paper presents unbalance voltage protection for electric mass rapid transit train in case of single phase connection. This can be done by checking the power cord, the capacitors and its fuse are always in good condition. If these devices are damaged, this will cause the voltage of the train system to be unbalanced. As a result, the current surges in the drive motor. The effect of unbalanced voltage protection with this proposed method is shown at the end of the article.

Keywords: unbalance voltage, mass rapid transit train, single-phase connection

1. บทนำ

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในเมืองขนาดใหญ่หลายๆแห่ง ได้แก่ มหานครโตเกียว, มหานครนิวยอร์ก, มหานครลอนดอน แม้กระทั่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเปิดให้บริการอยู่ เช่น รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพ (MRT) และรถไฟฟ้าบีทีเอส เป็นต้น โดยทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความต้องการใช้พลังงานทางไฟฟ้าสำหรับจ่ายให้ระบบรถไฟฟ้าซึ่งในแต่ละวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงซึ่งอาจทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลในระบบได้

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนนี้เป็นโหลดที่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยจะมีการดึงกระแสไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงสั้นๆสำหรับการเคลื่อนตัวออกของตัวรถไฟฟ้าจนกระทั่งมีความเร็วคงที่ โดยทั่วไปแล้วปัญหาของสถานีจ่ายระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับคือ ความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้าและแรงดันตกที่ตัวสถานีไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ [1]

การศึกษาวิจัยด้านแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลในระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนนี้จะช่วยให้เกิดการพัฒนาและหาแนวทางป้องกันสำหรับตัวโครงการรถไฟฟ้าเพื่อลดการเกิดผลกระทบกับผู้ใช้บริการกรณีเกิดปัญหาขึ้นซึ่งมีผลทำให้แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียรและตัวรถไฟฟ้าอาจต้องหยุดให้บริการชั่วคราวในบางกรณี ส่งผลให้ผู้ใช้บริการไม่ได้รับความสะดวกสบาย และอาจทำให้ความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าลดลง

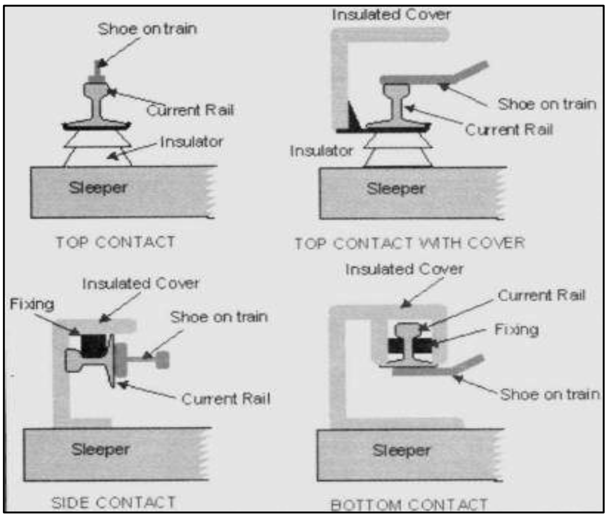
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

ในปัจจุบันระบบรถไฟฟ้าที่มีการก่อสร้างขึ้น จะใช้ระบบกระแสไฟฟ้าอยู่ 2 ประเภทหลัก ดังนี้

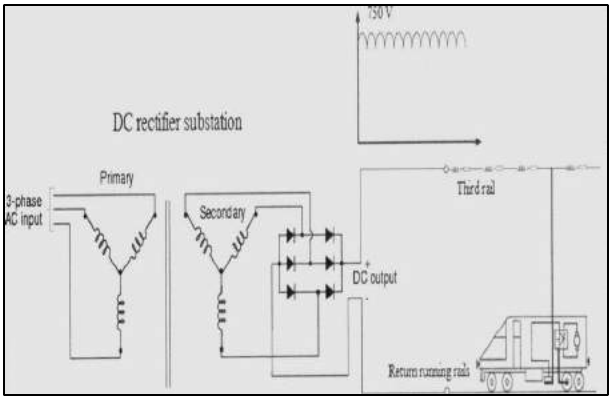
- ระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 750 โวลต์ โดยการไฟฟ้าจะจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 115 กิโลโวลต์และทำการแปลงให้เป็นแรงดันต่ำที่อาคาร BSS ก่อนส่งไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 24 กิโลโวลต์มาใช้งานบน Mainline ผ่านช่องเดินสายไฟฟ้า (Cable Trough) จากนั้นไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงผ่านทางห้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าขับเคลื่อนทางราง (Traction Substation) ที่มีการติดตั้งเป็นระยะๆตามแนววิ่งรถไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับรางที่สาม และตัวรถไฟฟ้าจะรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากรางที่สามนี้ไปใช้งานผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าตัว Collector shoe ที่อยู่ด้านซ้ายและด้านขวาของตัวรถไฟฟ้า
- ระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 25 กิโลโวลต์ ซึ่งในปัจจุบันจะมีการเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าที่สถานีไฟฟ้าขับเคลื่อนแบบสลับชนิดสลับคู่เฟส และจะมีการรับกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวรถไฟฟ้าไปใช้งานผ่าน

ทางก้านที่ยื่นขึ้นไปด้านบนตัวรถ (Pantograph arm) โดยตัวก้านนี้จะสัมผัสกับสายไฟฟ้าแรงดันสูงชนิดสัมผัสที่แขวนอยู่เหนือตัวรถ



รูปที่ 1 การรับไฟฟ้ากระแสตรงผ่านทางรางที่สาม

จำนวนพัลส์ของวงจรเรียงกระแสจะมีผลต่อความเรียบของระดับแรงดันกระแสตรงเอาท์พุต และขนาดของตัวกระแสกระเพื่อม ซึ่งจะส่งผลต่อระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าบนขบวนรถ และผลของกระแสฮาร์มอนิกส์ทางด้านกระแสสลับที่เกิดขึ้น การออกแบบสถานีจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อนทางรางที่เป็นที่นิยมสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่ใช้ไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 750 โวลต์นั้นจะใช้วงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์



รูปที่ 2 วงจรเรียงกระแสแบบ 6 พัลส์ สำหรับรถไฟฟ้ากระแสตรง

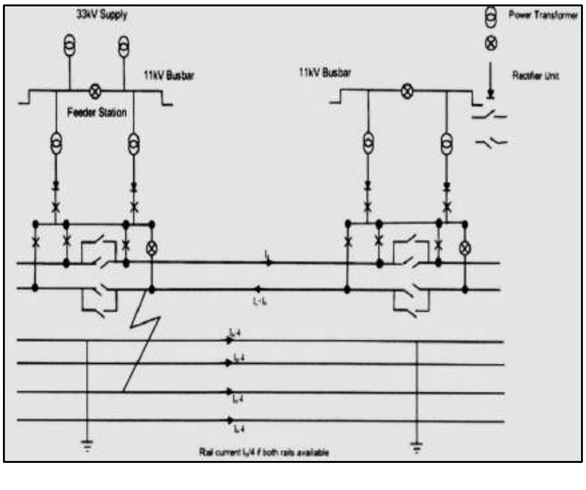
การจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนตามมาตรฐาน EN50163 ระดับแรงดันปกติของระบบการจ่ายไฟให้รถไฟฟ้านั้นต้องมีอยู่ในช่วง Umin1 ถึง Umax2 โดยมีข้อกำหนดของการทำงานที่ระดับแรงดัน Umax1 ถึง Umax2 จะต้องมีค่าไม่เกิน 5 นาที และระหว่างแรงดันช่วง Umin1 ถึง Umin2 ต้องมีค่าไม่เกิน 2 นาที

Electrification system	Lowest non-permanent voltage U_{min2} V	Lowest permanent voltage U_{min1} V	Nominal voltage U_n V	Highest permanent voltage U_{max1} V	Highest non-permanent voltage U_{max2} V
d.c. (mean values)	400	400	600 [a]	720	800
	500 [c]	500	750	900 [c]	1 000
	1 000	1 000	1 500	1 800 [c]	1 950
	2 000	2 000	3 000	3 600	3 900 [b]
a.c. (r.m.s. values)	11 000	12 000	15 000	17 250	18 000
	17 500 [c]	19 000 [c]	25 000	27 500 [c]	29 000

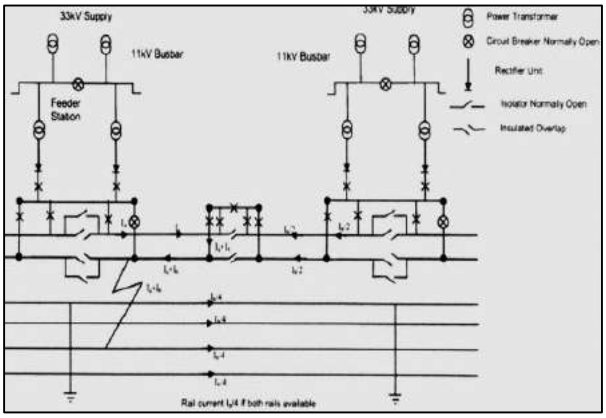
รูปที่ 3 แรงดันมาตรฐานการจ่ายไฟตามมาตรฐาน BS EN 50163

การจัดรูปแบบการจ่ายไฟให้กับตัวนำของรางที่สามเป็นส่วนที่สำคัญเป็นอย่างมากในการออกแบบสถานีจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อนทางราง เนื่องจากการใช้ Track section และการเชื่อมต่อรางวิ่งของระบบรถไฟฟ้าทางคู่ถึงกันหรือไม่นั้นจะทำให้ทางเดินของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนไป อาจส่งผลต่อพิกัดการลัดวงจรของระบบไฟฟ้า

การจ่ายไฟระหว่างสถานีเรียงกระแสสองสถานีติดกันโดยมีการติดตั้ง Track section switchgear ทำให้ระหว่างสถานีมีการเชื่อมต่อกันของตัวนำระบบไฟฟ้าของรางที่สาม ส่งผลให้ตัวนำระบบการจ่ายไฟสำหรับรางที่สามทั้งทิศทางขาไปและทิศทางขากลับถูกเชื่อมต่อกันที่ระยะกึ่งกลางระหว่างสถานี

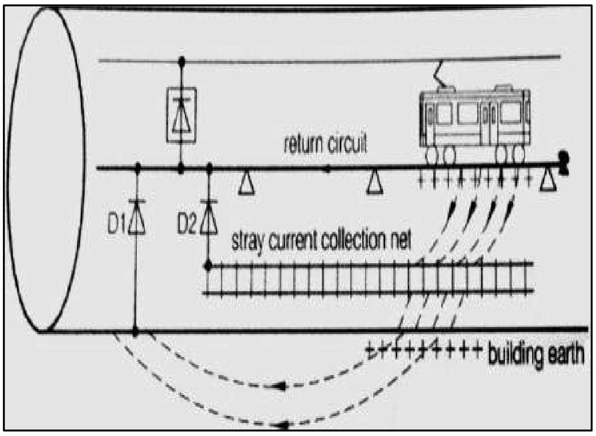


รูปที่ 4 วงจรระบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ไม่ใช้ Track section



รูปที่ 5 วงจรระบบจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ Track section

ระบบตัวนำกระแสย้อนกลับ หรือระบบกราวด์ของระบบรถไฟฟ้าที่ใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรง ได้แก่แบบ Stray Current Collection Net System (SCCNS) เป็นระบบที่นำมาใช้กับรถไฟฟ้าที่วิ่งบนทางยกระดับหรือวิ่งในอุโมงค์ โดยมีการติดตั้งตาข่ายรวบรวมกระแสรั่วไหลภายในโครงสร้างของตัวคอนกรีต เพื่อป้องกันการกัดกร่อนในส่วนที่เป็นโลหะ

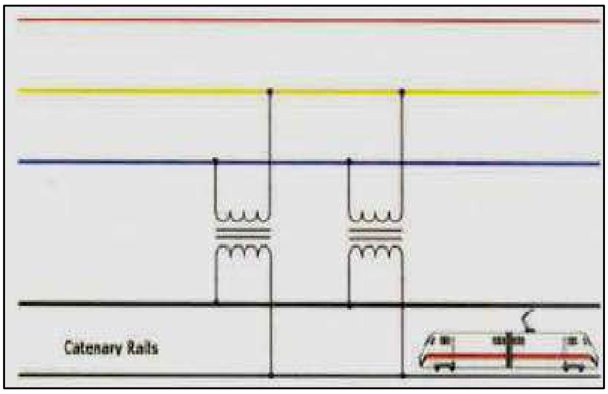


รูปที่ 6 ระบบ SCCN

2.2 ประเภทของการเชื่อมต่อหม้อแปลงเข้ากับระบบของการไฟฟ้า

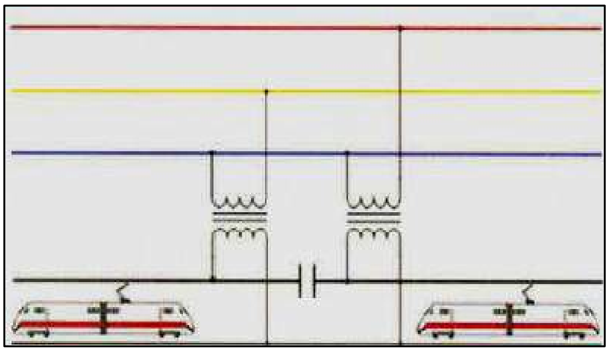
การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรถไฟฟ้าในระบบ AC จะผ่านมาจากห้องที่เรียกว่า Traction Substation แต่ด้วยตัวรถไฟฟ้ามีการใช้งานกระแสไฟฟ้าแบบเฟสเดียว เพราะฉะนั้นการเชื่อมต่อสถานีไฟฟ้าเข้ากับระบบของทางการไฟฟ้านั้นจะมีความแตกต่างจากวิธีการอื่นทั่วไป โดยจะมีการเชื่อมต่อ 3 รูปแบบดังนี้

2.2.1 การเชื่อมต่อแบบ Single phase



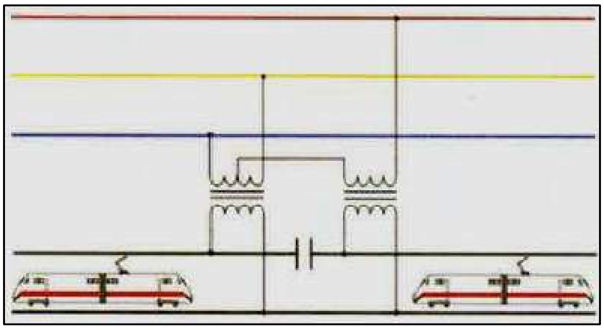
รูปที่ 7 การเชื่อมต่อแบบ Single phase

2.2.2 การเชื่อมต่อแบบ V



รูปที่ 8 การเชื่อมต่อแบบ V

2.2.3 การเชื่อมต่อแบบ Scott



รูปที่ 9 การเชื่อมต่อแบบ Scott

2.3 การคำนวณแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลจากรถไฟฟ้า

2.3.1 การเชื่อมต่อแบบเฟสเดียว

$$d_2 = \frac{S_L}{S_S + S_L} \qquad (1)$$

2.3.2 การแบบเชื่อมต่อแบบ *V*

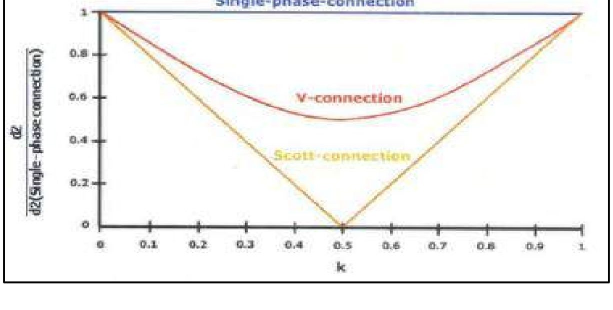
$$d_2 = \frac{S_L}{S_S + S_L}\sqrt{3k^2 - 3k + 1} \qquad (2)$$

2.3.3 การเชื่อมต่อแบบ Scott

$$d_2 = \frac{S_L\,|2k-1|}{S_S + S_L} \qquad (3)$$

โดยที่ d_2 คือ ค่าแรงดันไม่สมดุล
S_L คือ ค่าโหลดรถไฟฟ้าทั้งหมด
S_S คือ ค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจรของระบบ
k คือ ค่าอัตราส่วน S_{L1}/S_L

จากสมการข้างต้นแสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ทำให้แรงดันไม่สมดุลจะเกิดขึ้นมีค่ามากหรือมีค่าน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดโหลดของรถไฟฟ้า, ขนาดของโหลดด้านซ้ายและโหลดด้านขวาของสถานีจ่ายไฟ และกำลังไฟฟ้าลัดวงจรของระบบ เมื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลของแต่ละรูปแบบจะเห็นว่าการเชื่อมต่อแบบ *Scott* จะทำให้เกิดแรงดันไม่สมดุลต่ำสุดโดยเฉพาะเมื่อโหลดด้านซ้ายและโหลดด้านขวาของสถานีจ่ายไฟฟ้าเท่ากัน จะได้แรงดันไม่สมดุลเท่ากับศูนย์ ส่วนการเชื่อมต่อแบบเฟสเดียวจะทำให้เกิดแรงดันไม่สมดุลสูงสุดและมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับค่า *k* ซึ่งค่าแรงดันไม่สมดุลของการเชื่อมต่อทั้งสามแบบสามารถคำนวณแล้วนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังในรูปที่ 10



รูปที่ 10 เปรียบเทียบแรงดันไม่สมดุลจากการต่อแบบต่างๆ

3. การตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล

3.1 การตรวจสอบสายไฟ

การตรวจสอบสายไฟฟ้าในส่วนของตัวรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนควรทำการตรวจสอบจุดเชื่อมต่อทุกๆเส้นให้ขั้วมีความแน่นหนาและทำการดูคุณภาพของสายไฟฟ้าตรงบริเวณต่างๆของตัวรถว่ามีตรงช่วงไหนที่ฉนวนหุ้มสายฉีกขาดหรือมีการชำรุดหรือไม่ เพราะหากมีจุดที่ชำรุดเยอะๆก็อาจทำให้ขั้วสายไฟตรงนั้นเกิดความร้อนและสร้างความเสียหายได้

3.2 การตรวจสอบชุดฟิวส์ของตัวเก็บประจุ

ชุดฟิวส์ของตัวเก็บประจุจะมีการติดตั้งทั้งสองด้านของตัวหม้อแปลงไฟฟ้า สำหรับในด้านปฐมภูมินั้นจะมีการติดตั้งชุดฟิวส์เพื่อควบคุมค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ และสำหรับด้านทุติยภูมิจะมีการติดตั้งชุดฟิวส์สำหรับตัวเก็บประจุไว้เพื่อลดการสูญเสียพลังงานในสายป้อน หรือตัววงจรย่อย ดังนั้นชุดตัวเก็บประจุนี้จึงมีความสำคัญต่อการรักษาค่าระดับพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในปริมาณที่มีระดับคงที่

4. สรุป

การเชื่อมต่อแบบเฟสเดียวจะทำให้เกิดแรงดันไม่สมดุลสูงสุดจากหลายๆรูปแบบ ดังนั้นการใช้งานเชื่อมต่อหม้อแปลงรูปแบบนี้ก็อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาได้หากระบบไฟฟ้าขัดข้อง จึงต้องหมั่นตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งานให้มีความสมบูรณ์พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร บริษัททางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด และการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนข้อมูลในการทำบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Tsai-Hsiang Chen,Criteria to Estimate the Voltage Unbalance due to High Speed Railway demand IEEE Transactions on Power System, Vol.9, 1994, No.3
[2] รศ.ดร.ธนัดชัย กุลวรวานิชพงษ์, การจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบรถไฟฟ้ากระแสตรงขนส่งมวลชน, 2557
[3] EN 50122: Railway application - Fixed installations - Electrical safety, Earthing and the return circuit
[4] Suvarnabhumi Airport Rail Link, 2016. Available from: http://www.srtet.co.th [Accessed 22 Sep 2016].

โปรโตคอลสำหรับเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย

Protocol for Increasing Physical-Layer Key Generation Rate from RSS with Secure Network Coding

สุนทรี ใจคง[1] อภิรัฐ ลิ่มมณี[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จังหวัดชลบุรี
E-mail: soontree.11.ee@gmail.com, apirath@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

หลังจากที่มีการเสนอแนวคิดการสร้างกุญแจเข้ารหัสระดับกายภาพจากช่องสัญญาณในปี 2003 โดยใช้ช่องสัญญาณแบบหลายอินพุทหลายเอาท์พุท หรือ MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) ก็ได้มีการพัฒนาองค์ความรู้ในสาขานี้อย่างต่อเนื่องในหลายแง่มุม ในบทความนี้ เราจะเสนอโปรโตคอลที่ปรับปรุงจากที่มีอยู่เดิมในแง่มุมของขีดจำกัดของอัตราการสร้างกุญแจที่สามารถเพิ่มได้อย่างมากที่สุดเป็นสามเท่า โปรโตคอลนี้อาศัยโหนดเพื่อนบ้าน (Neighboring Node) หนึ่งโหนดที่เชื่อถือได้มาช่วยในการสร้างกุญแจ และอาศัยการเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย (Secure Network Coding) มาช่วยในการส่งกุญแจของเพื่อนบ้านโดยไม่ให้ผู้ดักฟังทราบ ดังนั้น หากมีโหนดที่เชื่อถือได้มากกว่าหนึ่งโหนด จะมีความเป็นไปได้ในการสร้างโปรโตคอลที่เพิ่มอัตราการสร้างกุญแจให้สูงยิ่งขึ้นไปอีก โปรโตคอลนี้จึงเหมาะกับเครือข่ายที่มีหลายโหนดทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์อย่างเดียวกัน เช่น เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

Abstract

The concept of physical-layer key generation using multiple-input multiple-output (MIMO) wireless channel was proposed in 2003. Since then, many aspects have been developed from the original idea. In this paper, we propose a new protocol for key generation which increases the key generation rate limit maximally by three times. The protocol employs one trusted neighboring node to help generating secret key and uses secure network coding to securely distribute the key from that trusted party such that the eavesdropper cannot derive any key bit. With n trusted neighboring nodes, the protocol may further increase the key generation rate with the increase of n. The use of trusted neighboring nodes makes this suitable for any network of nodes working for a common objective, such as the wireless sensor networks.

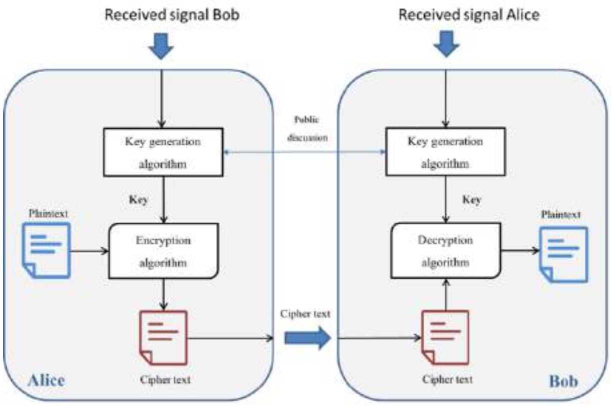
1. บทนำและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดการสร้างกุญแจสำหรับเข้ารหัสระดับกายภาพจากช่องสัญญาณนั้นได้ถูกเสนอขึ้นในปี 2003 [1] ซึ่งได้เสนอให้ใช้ช่องสัญญาณแบบหลายอินพุทหลายเอาท์พุท หรือ MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาองค์ความรู้ในสาขานี้อย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่มุมของขีดจำกัดทางทฤษฎีสารสนเทศในการสร้างกุญแจ ในแง่มุมการออกแแบบสายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการสร้างกุญแจ ในแง่มุมของการแปลงช่องสัญญาณกายภาพให้เป็นบิตกุญแจ (Channel Quantization) ตลอดจนแง่มุมของการทำให้บิตกุญแจที่สร้างขึ้นที่สองฝ่ายในการสื่อสารนั้นเป็นบิตกุญแจชุดเดียวกัน (Key Reconciliation) หนึ่งในการพัฒนาที่สำคัญได้ถูกเสนอในปี 2005 [2] โดย Aono และทีมงานได้เสนอการสร้างกุญแจจากช่องสัญญาณของการสื่อสารไร้สาย ซึ่งย่อมมีลักษณะสุ่มอยู่แล้วโดยธรรมชาติ เช่น Rayleigh Fading Channel หรือ Rician Fading Channel ในบทความนั้น พวกเขายังได้อธิบายเกี่ยวกับการสร้างสายอากาศที่มีประสิทธิภาพในการสร้างกุญแจดังกล่าวโดยใช้คุณสมบัติหนึ่งของช่องสัญญาณที่เรียกว่า RSSI (Received Signal Strength Indication) ซึ่งหมายถึงความแรงของสัญญาณที่ได้รับนั่นเอง ทำให้สามารถสร้างกุญแจที่เหมือนกันในภาคส่งและภาครับโดยไม่ต้องแลกกุญแจกันโดยตรง เนื่องจากช่องสัญญาณจากภาคส่งไปยังภาครับเป็นช่องเดียวกับภาครับไปภาคส่ง ทำให้ตัดปัญหาในเรื่องความไม่ปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนกุญแจ

อย่างไรก็ตาม การเก็บ RSSI นี้อาจมีความผิดพลาดในการเก็บซึ่งเกิดจากตัวอุปกรณ์หรือสัญญาณรบกวน ซึ่งอาจทำให้กุญแจที่สร้างขึ้นไม่ตรงกันได้ ดังนั้น Wallace, Chen & Jensen (2009) [3] จึงได้เสนอวิธี Channel Quantization และ Random Pre-Encryption เพื่อให้สามารถสร้างกุญแจจาก Multipath Channel ได้ตรงกัน โดยกุญแจที่สร้างไม่ได้มาจากความแรงของสัญญาณ (RSSI) เท่านั้นแต่ยังมาจากเฟสของสัญญาณได้ด้วย ทั้งหมดนี้เรียกรวมกันว่า ข้อมูลสถานะช่องสัญญาณ (Channel State Information หรือ CSI) นอกจากนี้ยังได้เสนอขีดจำกัดทางทฤษฎีสารสนเทศ (Information Theoretic Limit) เพื่อระบุว่าอะไรคือปริมาณกุญแจสูงสุดที่สามารถสร้างได้ในแต่ละช่องสัญญาณ

ผู้วิจัยสนใจในการศึกษาการนำค่าความแรงของสัญญาณมาสร้างเป็นกุญแจเข้ารหัสที่ไม่จำเป็นต้องแลกเปลี่ยนกุญแจกัน โดยใช้วิธี Level-Crossing Algorithm [4] ดังจะอธิบายในหัวข้อถัดไป จากการทดลองเบื้องต้น เราพบว่าอัตราการสร้างกุญแจต่ำ ผู้วิจัยจึงนำช่องสัญญาณจากผู้ใช้อื่นที่นอกเหนือจากคู่สนทนาของตนมาใช้เพิ่มอัตราเร็วในการสร้างกุญแจโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย [5] ดังอธิบายในหัวข้อที่ 3

2. ระบบการสร้างกุญแจโดยใช้ค่าความแรงสัญญาณและ Level-Crossing Algorithm



รูปที่ 1 ภาพรวมการเข้ารหัสโดยใช้กุญแจที่สร้างจากค่าความแรงสัญญาณ (RSSI)

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมการเข้ารหัสโดยใช้กุญแจที่สร้างจากค่าความแรงสัญญาณ (RSSI) สมมติให้ Alice ต้องการส่งข้อความลับให้ Bob เริ่มต้นการทำงานโดย Alice และ Bob ทำการเก็บค่าความแรงสัญญาณ (RSSI) ของกันและกัน เมื่อได้ค่าความแรงสัญญาณกระบวนการต่อไปทั้งสองฝั่งทำการสร้างกุญแจด้วยอัลกอริทึมการสร้างกุญแจ หลังจากนั้น Alice นำกุญแจไปใช้สำหรับเข้ารหัสแล้วส่งข้อความลับให้กับ Bob เมื่อ Bob ได้รับข้อความลับก็ทำการถอดรหัสด้วยกุญแจที่สร้างขึ้น ซึ่งกุญแจที่ทั้ง Alice และ Bob สร้างนั้นเป็นประเภทกุญแจแบบกุญแจสมมาตร (Symmetric key) ดังนั้น Bob จะต้องสร้างกุญแจให้ได้เหมือนกันกับ Alice จึงจะสามารถถอดรหัสข้อความลับที่ได้รับจาก Alice ได้

Mathur et al (2008) [4] ได้เสนอวิธีการนำสัญญาณที่ได้รับมาสร้างกุญแจ โดยระบบไม่จำเป็นต้องแลกเปลี่ยนกุญแจแต่สามารถใช้ Level-Crossing Algorithm เป็นพื้นฐานในการกำหนดและคัดเลือกสัญญาณที่จะมาแปลงเป็นกุญแจ ซึ่งพวกเขาได้พิจารณาการสร้างกุญแจจากความยาวกุญแจที่เหมาะสม และลักษณะความไม่มีแบบแผน (Randomness) โดยเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วจะต้องให้มั่นใจได้ว่าจะไม่สามารถคาดเดากุญแจได้

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในการส่งสัญญาณเมื่อมีสิ่งกีดขวางจะทำให้เกิดการรบกวนต่อสัญญาณและเกิดการจางหายทำให้ค่าสัญญาณจะมีความแปรปรวน ดังนั้นเขาจึงใช้สมการ การประมาณค่าสัญญาณ เพื่อกำหนดระดับของสัญญาณที่ได้รับและเงื่อนไขการแปลงบิต 0 หรือ 1 ดังนี้

$$Q(x) = \begin{cases} 1 & if\ x > q+ \\ 0 & if\ x < q- \end{cases} \qquad (1)$$

โดย $Q(x)$ คือ ระดับ Quantization ของ x

ถ้าค่าสัญญาณ x ที่ได้รับมีค่ามากกว่า $q+$ จะกำหนดให้สัญญาณนั้นแปลงเป็นบิต 1 แต่ถ้าน้อยกว่า $q-$ จะกำหนดสัญญาณนั้นเป็นบิต 0 โดยค่าของ $q+$ และ $q-$ หาได้จากค่าเฉลี่ย (μ) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญญาณ (σ) ดังนี้

$$\begin{aligned} q+ &= \mu + (\alpha \times \sigma) \\ q- &= \mu - (\alpha \times \sigma) \end{aligned} \qquad (2)$$

เมื่อ $\alpha \neq 0$ โดยที่ α คือ ค่าที่กำหนดระดับของ thresholds ที่ปรับได้ ต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน Level-Crossing Algorithm มีดังนี้

2.1 ขั้นตอนการทำงาน Level-Crossing Algorithm

กำหนดให้ Alice และ Bob เก็บค่า RSSI ที่จะใช้ในการประมาณค่าเป็นจำนวนที่เท่ากันและกำหนดค่าพารามิเตอร์ m คือขนาดความต่อเนื่องของการประมาณค่าสัญญาณ

ขั้นตอนที่ 1: Alice พิจารณาสัญญาณที่ได้รับจาก Bob ถ้าค่าสัญญาณมากกว่า $q+$ โดยมีความต่อเนื่องมากกว่า m ให้เป็นบิต 1 หรือถ้าน้อยกว่า $q-$ และมีความต่อเนื่องมากกว่า m ให้เป็นบิต 0

ขั้นตอนที่ 2: จากการประมาณค่าสัญญาณในขั้นตอนแรก Alice ทำการสร้างรายการตำแหน่ง (l_i) เพื่อส่งให้กับ Bob โดยหาจากตำแหน่งเริ่มต้น (i_{start}) ที่สามารถประมาณค่าสัญญาณแล้วมีค่ามากกว่า $q+$ หรือน้อยกว่า $q-$ ซ้ำกันต่อเนื่องที่ความยาว m จนถึงตำแหน่งสุดท้าย (i_{end}) แล้วคำนวณหารายการตำแหน่ง (l_i) จาก

$$l_i = \frac{(i_{start,i} + i_{end,i})}{2}, i = 1,2,\ldots,n \qquad (3)$$

ขั้นตอนที่ 3: Bob ตรวจสอบตำแหน่งรอบๆรายการตำแหน่ง (l_i) ได้รับจาก Alice แล้วแปลงสัญญาณเป็นบิต
ขั้นตอนที่ 4: หลังจาก Bob ตรวจสอบสัญญาณตามตำแหน่งที่ Alice ส่งให้แล้ว Bob ตัดบางรายการที่ไม่มีบิตเกิดขึ้นส่งให้กับ Alice
ขั้นตอนที่ 5: Alice และ Bob ใช้บิตที่เกิดขึ้นหลังตัดบางรายการในขั้นตอนที่ 4 มาสร้างกุญแจ

จากการสร้างกุญแจด้วย Level-Crossing Algorithm มีการกำหนดขนาดความต่อเนื่องของการประมาณค่าสัญญาณหรือค่า m โดยยิ่งมีขนาดความต่อเนื่องมากยิ่งทำให้โอกาสการผิดพลาดน้อย แต่ก็จะส่งผลต่อปริมาณค่าสัญญาณ RSSI ที่จะต้องใช้มากขึ้นในการสร้างกุญแจทำให้อัตราการสร้างกุญแจต่ำลง

ในส่วนของการออกแบบกระบวนการดำเนินงานของระบบผู้วิจัยได้สร้างกุญแจจากค่าความแรงสัญญาณตามวิธีการ Level-Crossing Algorithm เพื่อให้ได้กุญแจที่เหมือนกันระหว่างภาครับและภาคส่ง หลังจากการสร้างกุญแจผู้วิจัยจะทำการเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณ โดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย ดังจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

3. การเสนอโปรโตคอลใหม่โปรโตคอลสำหรับเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย

กำหนดให้ในเครือข่ายเดียวกันมี Alice Bob และ Charlie สมมติให้ Alice ต้องการส่งข้อความเข้ารหัสให้ Bob โดยให้กุญแจที่สร้างจากค่าความแรงสัญญาณที่ได้รับและใช้ประโยชน์จากกุญแจที่ Charlie มีเพื่อเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัยดังนั้น Alice สามารถสร้างกุญแจเข้ารหัสและ Bob สามารถสร้างกุญแจที่ใช้ถอดรหัสได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการสร้างกุญแจจากค่าความแรงสัญญาณ

กำหนดให้ทุกคนในเครือข่ายเดียวกันทำการสร้างกุญแจจากค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. Alice ส่งคำร้องไปยัง Bob และ Charlie เพื่อเริ่มต้นกระบวนการสร้างกุญแจ

2. เมื่อ Bob และ Charlie ได้รับคำร้องขอจาก Alice แล้ว Bob และ Charlie ส่งการตอบสนองไปยัง Alice

3. หลังจากดำเนินการขั้นตอนที่ 1 และ 2 เรียบร้องแล้ว Alice Bob และ Charlie ทำการเก็บค่าความแรงสัญญาณของกันและกันมีจำนวนที่เพียงพอต่อการสร้างกุญแจ

4. เมื่อเก็บค่าความแรงสัญญาณครบตามจำนวนที่ต้องการแล้วทุกคนทำการสร้างกุญแจโดยมีขั้นตอนการสร้างกุญแจตามวิธีการ Level-Crossing Algorithm มีขั้นตอนการทำงานดังที่กล่าวไว้ใน หัวข้อที่ 2.1

หลังจากที่ Alice Bob และ Charlie สร้างกุญแจเรียบร้อยแล้ว จะได้ว่าโหนด Y ใดๆ จะสามารถสร้างกุญแจ ได้จากช่องสัญญาณจากโหนด X ไปยังโหนด Y ซึ่งในทางทฤษฎีแล้ว $K_{XY} = K_{YX}$ ในเวลาเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2

3.2 ขั้นตอนเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย

กำหนด Alice และ Bob ต้องการใช้ประโยชน์จากกุญแจที่ Charlie มีเพื่อเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระดับกายภาพจากค่าความแรงสัญญาณโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัยมีกระบวนการทำงานดังนี้

1. Alice ทำการส่งคำร้องขอไปยัง Charlie อีกครั้ง เพื่อเริ่มต้นกระบวนการเพิ่มกุญแจ

2. เมื่อ Charlie ได้รับคำร้องขอจาก Alice อีกครั้ง Charlie นำกุญแจที่สร้างจากค่าความแรงสัญญาณของ Alice และ Bob ที่ Charlie มีนำมา XOR กันแล้วส่งให้ Alice และ Bob

3. เมื่อ Alice ได้รับ $(K_{AC} \oplus K_{BC})$ จาก Charlie แล้ว Alice สามารถเพิ่มกุญแจได้ โดยใช้กุญแจที่ Alice สร้างจากค่าความแรงสัญญาณของ Charlie (K_{CA}) มา XOR กับ $(K_{AC} \oplus K_{BC})$ ที่ได้รับจาก Charlie จะทำให้ Alice ได้กุญแจที่สร้างจากความแรงสัญญาณของ Bob ที่ Charlie สร้าง (K_{BC}) ซึ่งเป็นกุญแจที่มีเพียง Charlie และ Bob เท่านั้นที่รู้

$$(K_{AC} \oplus K_{BC}) \oplus K_{CA} = K_{BC} \tag{4}$$

4. เมื่อ Alice ได้กุญแจใหม่เพิ่มเข้ามา Alice สามารถสร้างกุญแจเข้ารหัสโดยกุญแจที่มีอยู่ทั้งหมดดังนี้

$$K_{Encrypt} = \{K_{BA}, K_{CA}, K_{BC}\} \tag{5}$$

5. Alice เข้ารหัสข้อความด้วยกุญแจเข้ารหัส $(K_{Encrypt})$ แล้วส่งข้อความที่เข้ารหัสให้กับ Bob

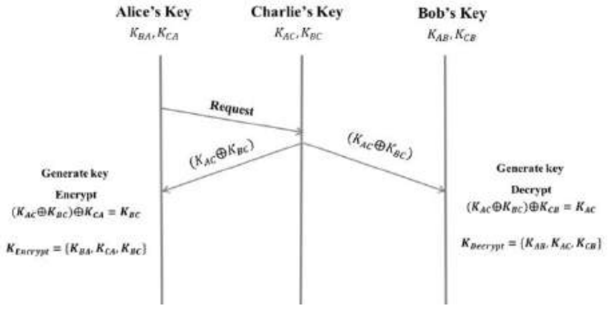
6. เมื่อ Bob ได้รับ $(K_{AC} \oplus K_{BC})$ จาก Charlie จากนั้น Bob สามารถเพิ่มกุญแจได้ โดยใช้กุญแจที่ Bob สร้างจากค่าความแรงสัญญาณของ Charlie (K_{CB}) มา XOR กับ $(K_{AC} \oplus K_{BC})$ ที่ได้รับจาก Charlie จะทำให้ Bob ได้กุญแจที่สร้างจากความแรงสัญญาณของ Alice ที่ Charlie สร้าง (K_{AC}) ซึ่งเป็นกุญแจที่มีเพียง Charlie และ Alice เท่านั้นที่รู้

$$(K_{AC} \oplus K_{BC}) \oplus K_{CB} = K_{AC} \quad (6)$$

7. เมื่อ Bob ได้กุญแจใหม่เพิ่มเข้ามา Bob สามารถสร้างกุญแจถอดรหัสโดย กุญแจที่มีอยู่ทั้งหมดดังนี้

$$K_{Decrypt} = \{K_{AB}, K_{AC}, K_{CB}\} \quad (7)$$

8. Bob สามารถถอดรหัสข้อความเข้ารหัสของ Alice ด้วยกุญแจถอดรหัส ที่สร้างขึ้น



รูปที่ 2 ภาพรวมขั้นตอนการเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจระหว่าง Alice กับ Bobโดยใช้การเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย

4. การวิเคราะห์ความปลอดภัยของการเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย (Secure Network Coding) ที่ใช้ในการเพิ่มบิตกุญแจ

จากหัวข้อ 3.2 จะเห็นว่าในการที่เราจะสร้างกุญแจที่มีอัตราเพิ่มเป็นสามเท่าคือ $K_{Encrypt} = \{K_{BA}, K_{CA}, K_{BC}\}$ นั้น ปัญหาสำคัญคือทำอย่างไร Bob จึงจะรู้ K_{CA} และ Alice จึงจะรู้ K_{BC} ได้โดยที่ Charlie ไม่ต้องส่งค่าดังกล่าวมาโดยตรง เพราะจะเสี่ยงกับการถูกดักฟัง ในกรณีนี้เราใช้วิธีการเข้ารหัสเครือข่ายแบบปลอดภัย Secure Network Coding โดยให้ Charlie ใช้กระบวนการ XOR ในระดับบิตเพื่อส่ง $(K_{CA} \oplus K_{BC})$ ซึ่ง Bob จะสามารถถอดรหัสหา K_{CA} และ K_{BC} ส่วน Bob จะสามารถถอดรหัสหา K_{CA} ได้จากสมการที่ (6) และ Alice จะสามารถถอดรหัสหาค่า K_{BC} ได้จากสมการ(4) หากมีการดักฟัง $(K_{CA} \oplus K_{BC})$ ผู้ดักฟังก็จะไม่ทราบข้อมูลบิตกุญแจใดๆ โดยตรงแม้แต่บิตเดียว แต่หากผู้ดักฟังบังเอิญเดา K_{CA} ได้ จะทำให้สามารถถอดรหัสหา K_{BC} ได้ เราจึงเรียกความปลอดภัยในการเข้ารหัสเครือข่ายของ K_{CA} และ K_{BC} ว่าเป็นอย่างอ่อน (Weakly Secure Network Coding) [5] สำหรับตัว Charlie นั้นจะรู้กุญแจเป็นจำนวน $2/3$ ของทั้งหมด แต่ไม่มีผลกระทบเนื่องจากเรากำหนดให้เป็นโหนดที่เชื่อถือได้

5. ผลการทดลองเบื้องต้นและข้อสรุป

จากการทดลองนำวิธี Level-Crossing Algorithm มาใช้กับช่องสัญญาณ Wi-Fi โดยใช้ ESP8266 สองตัว เป็น Alice กับ Bob ให้มีการเก็บค่า RSSI จำนวน 1000 ค่าและกำหนดค่า $m = 3$ สามารถสร้างบิตกุญแจได้ 55 บิต คิดเป็น 5.5% และมีบิตที่ตรงกัน 41 บิต คิดเป็น 4.1% ซึ่งจากการทดลองของผู้เสนอวิธี Level-Crossing Algorithm นั้น เมื่อใช้ค่า $m = 4$ และเก็บค่า RSSI จำนวน 7,840 ค่า จะสามารถสร้างกุญแจบิตได้ 511 บิต คิดเป็น 6.52% จะเห็นว่าอัตราการสร้างบิตในการทดลองของเรานั้น เมื่อใช้เพียง Alice กับ Bob เหมือนกับในบทความ [4] จะมีอัตราที่ต่ำกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแม่นยำของอุปกรณ์รับส่งที่ใช้ รวมถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของ Alice และ Bob ที่ต่างกัน รวมถึงสภาพแวดล้อมอื่นๆ อย่างไรก็ตาม หากมีการเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจโดยใช้วิธีที่นำเสนอจะทำให้สามารถเพิ่มอัตราการสร้างกุญแจของเราได้อีก กล่าวคือเมื่อมีการเพิ่ม Charlie เข้ามา หาก Alice สามารถสร้างกุญแจจากช่องสัญญาณระหว่าง Bob กับ Charlie ได้ในเวลาเดียวกัน และ Bob สามารถสร้างกุญแจจากช่องสัญญาณระหว่าง Alice กับ Charlie ได้ในเวลาเดียวกันแล้ว จะทำให้ในเวลาที่เท่ากัน เราสามารถสร้างบิตกุญแจเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าจากเดิมที่อัตรา 4.1% เป็น 12.3% แต่หากไม่สามารถทำสองสิ่งดังกล่าวในเวลาเดียวกันได้ด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ เราจะสามารถสร้างบิตกุญแจเพิ่มขึ้นสามเท่า โดยใช้เวลามากขึ้นเพียงสองเท่า อัตราจึงเพิ่มขึ้นเป็น 6.15% ซึ่งใกล้เคียงกับใน [4]

เอกสารอ้างอิง

[1] A. O. Hero, “Secure space-time communication,” IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 49, pp. 3235–3249, Dec. 2003.

[2] T. Aono, K. Higuchi, T. Ohira, B. Komiyama, and H. Sasaoka, “Wireless secret key generation exploiting reactance-domain scalar response of multipath fading channels,” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 53, pp.3776–3784, Nov. 2005.

[3] J. Wallace, “Secure Physical Layer Key Generation Schemes: Performance amd Information Theoretic Limits,” IEEE Int. Conf. Communications, Dresden, Jun. 2009.

[4] S. Mathur, W. Trappe, N. B. Mandayam, C. Ye, and A. Reznik, “Radiotelepathy: extracting a secret key from an unauthenticated wireless channel,” in ACM MOBICOM Conference, Sept. 2008.

[5] K. Bhattad and K. R. Narayanan, “Weakly secure network coding,” in Proc. NetCod 2005, Riva del Garda, Italy, Apr. 2005.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

การปรับปรุงขั้นตอนวิธีระบุตำแหน่งภายในอาคารจากจุดเซ็นทรอยด์บนแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์
Improvement of Indoor Localization Algorithm Based on Centroids on Fingerprint Map

อภิรัฐ ลิ่มมณี ภิญญดา นาคศรีคร้าม
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จังหวัดชลบุรี
E-mail: apirath@eng.buu.ac.th, narksriklarm.pinyada@gmail.com

บทคัดย่อ

ในกระบวนการระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารโดยใช้ค่าความแรงสัญญาณนั้น หลังจากที่เราวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ส่งจากวัตถุไปยัง Access Point ที่ติดไว้ยังจุดต่างๆแล้ว มีความจำเป็นที่จะต้องนำค่าที่วัดได้มาเป็นอินพุทในขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมเพื่อแปลงค่าความแรงดังกล่าวให้เป็นตำแหน่งของวัตถุ หนึ่งในขั้นตอนวิธีที่น่าสนใจใช้การคำนวณหาจุดเซ็นทรอยด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆบนแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ ซึ่งพื้นที่ย่อยเหล่านั้นหาได้จากตำแหน่งการจัดวาง Access Points (APs) จากการทดลอง พบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่ง เราสันนิษฐานว่าความคลาดเคลื่อนนี้เกิดจากเหตุผลสองประการ ประการแรกคือการเลือกตัวแทนพื้นที่ย่อยบนแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ที่ไม่เหมาะสม ประการที่สองคือคุณสมบัติการแผ่กระจายสัญญาณในระยะใกล้สายอากาศ (Reactive Near Field Region) ซึ่งคาดเดาได้ยาก จากข้อสันนิษฐานทั้งสองข้อ เราลองปรับปรุงขั้นตอนวิธีเป็นสามแบบ ซึ่งสองในสามนั้นทำให้ความคลาดเคลื่อนลดลง โดยวิธีที่ดีที่สุดนั้นทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลง 22.37% ผลการทดลองนี้เป็นผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อทดสอบแนวโน้มในการปรับปรุงขั้นตอนวิธี เพื่อให้ความน่าเชื่อถือมากขึ้นควรเพิ่มตำแหน่งการวัดหรือเปลี่ยนสถานที่

Abstract

In the indoor object localization process using received signal strength (RSS) sent from objects, the signal power is measured at access points (APs) and input into a localization algorithm which transforms the received RSS into an object location estimate. One interesting algorithm uses centroids of sub-areas derived from AP locations on the fingerprint map as representatives of those areas.

From experiment, we find a significant amount of localization error, which, according to our hypothesis, stems from two reasons. The first one is inappropriate choices regarding sub-area representatives. The second one is unpredictable nature of the reactive near field region of antennas. We therefore modify the algorithm in three ways, two of which lead to the decrease of localization error. The best modification reduces the error by 22.37%. Note that the result is just a preliminary one. More measurement samples from the same or different indoor settings are needed for better reliability.

1. บทนำและการทบทวนวรรณกรรม

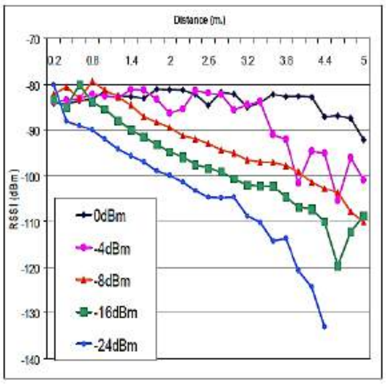
โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการระบุตำแหน่งภายในพื้นที่ปิดจะมีอยู่ 2 ส่วนดังนี้ ส่วนแรกคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อ้างอิง (Reference) ซึ่งอุปกรณ์อ้างอิงจะถูกติดตั้งหลายจุดอยู่ตามพื้นที่ภายในอาคาร เพื่อใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงสำหรับการวัดค่าความเข้มสัญญาณ ส่วนที่สองเป็นอุปกรณ์ที่ติดกับเป้าหมาย จะถูกติดอยู่กับวัตถุหรือ สิ่งที่ต้องการระบุตำแหน่ง ซึ่งใช้ในการวัดค่าพารามิเตอร์ของระบบ เช่น วัดความแรงสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์อ้างอิง และใช้เทคนิคต่างๆในการประมาณค่าตำแหน่งต่อไป

สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะเรียกอุปกรณ์ส่วนแรกที่ทำหน้าที่อ้างอิงว่า APs (เนื่องจากใช้เทคโนโลยีเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11b) และอุปกรณ์ส่วนที่สองที่นำไปติดวัตถุผู้วิจัยจะเรียกว่าวัตถุเป้าหมาย

งานวิจัยที่ [3] ทำการปรับปรุงค่า RSS โดยการแยกกำลังส่งตามความเหมาะสมของระยะระหว่างโหนด ซึ่งมีการแยกกำลังออกเป็น 5 ค่าในระยะการส่ง 5 เมตรระหว่างโหนด จากรูปที่ 1 จะเห็นว่ากำลังส่ง –24 dBm และ-16 dBm มีค่า RSS ที่เปลี่ยนแปลงคล้อยตามกับระยะทาง มีความเป็นเชิงเส้นและมีการแกว่งของสัญญาณน้อย งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกกำลังส่งที่เหมาะสมแล้ว เมื่อนำค่า RSS ไปคำนวณตำแหน่งสามารถลดค่าความผิดพลาดลงได้

เนื่องจากค่า RSS มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามสภาพแวดล้อมที่ใช้งาน เมื่อนำมาใช้กับการระบุตำแหน่งภายในอาคารจึงเกิดความคลาดเคลื่อนมาก ทำให้ต้องใช้ RSS ร่วมกับวิธีอื่น เพื่อทำให้การระบุตำแหน่งมีความแม่นยำขึ้นโดยใช้เทคนิคฟิงเกอร์ปริ๊นท์เข้ามาช่วย เช่น งานวิจัยของ [2] ซึ่งทำการเปรียบเทียบการใช้วิธี RSS และการใช้ RSS ร่วมกับเทคนิคฟริงเกอร์ปรินท์โดยใช้ APs จำนวน 4 ตัว และ 6 ตัว เหมือนกัน พบว่าความคลาดเคลื่อนของวิธี RSS ร่วมกับเทคนิคฟิงเกอร์ปริ๊นท์มีน้อยกว่า แต่เนื่องการใช้เทคนิคแบบเดิมใช้เวลาในการเก็บ

ข้อมูลเพื่อสร้างแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์นาน จึงมีอีกหนึ่งวิธีที่น่าสนใจที่ไม่ต้องเก็บข้อมูลดังกล่าว แต่จะใช้ความแรงสัญญาณมาเลือก ตำแหน่งของ APs เพื่อระบุพื้นที่ย่อย แล้วประมาณตำแน่งวัตถุจากตัวแทนพื้นที่ย่อยนั้น ซึ่งก็คือ จุดเซ็นทรอยด์อ้างอิง วิธีนี้เป็นวิธีที่เราเลือกมาใช้ทำการทดลองในงานวิจัยนี้ ดังจะอธิบายในหัวข้อถัดไป



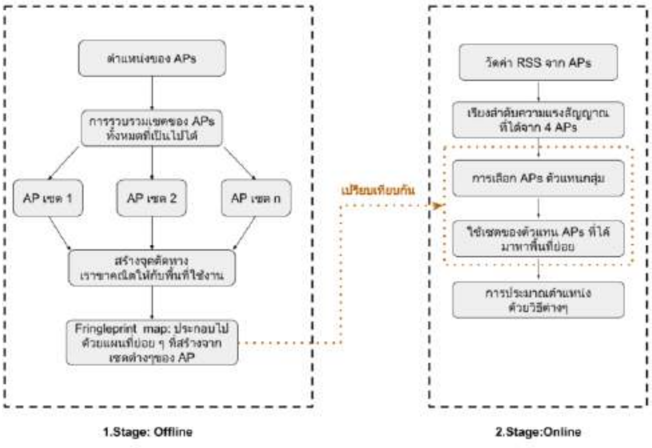
รูปที่ 1 ค่า RSSI เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างโหนดตั้งแต่ระยะ 1 เมตร ถึง 5 เมตร โดยแยกตามกำลังส่งช่วงต่างๆ โดยกำลังส่งสูงสุดอยู่ที่ 0 dBm ไปจนถึง -24 dBm

2. ภาพรวมการระบุตำแหน่งภายในพื้นที่ปิด

งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาการระบุตำแหน่งโดยใช้วิธีการเรียงลำดับ APs ร่วมกับการใช้เทคนิคฟิงเกอร์ปริ๊นท์โดยไม่ต้องทำการสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเหมือนเทคนิคฟิงเกอร์ปริ๊นท์แบบเดิม เนื่องจากข้อดีของวิธีนี้ [1] คือช่วยลดเวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อทำแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ และยังสามารถประมาณตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 เมตร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำงานวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับพื้นที่ที่ผู้วิจัยเลือกใช้งาน และพัฒนาต่อยอดให้สามารถระบุตำแหน่งได้แม่นยำขึ้น โดยงานวิจัยนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนออฟไลน์ (Offline) จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อนำไปสร้างแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ ส่วนที่สองเป็นส่วนออนไลน์ (Online) ทำหน้าที่ระบุตำแหน่ง ซึ่งจะทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณแล้วนำไปเปรียบเทียบกับแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์เพื่อหาตัวแทนของพื้นที่ย่อยหรือเซ็นทรอยด์ (Centroid) จากนั้นจึงทำการประมาณตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายด้วยวิธีต่างต่อไป ซึ่งภาพรวมขั้นตอนการระบุตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 2

3. อุปกรณ์

เนื่องจาก NodeMCU (ESP-12E) เป็นอุปกรณ์ Wi-Fi ซึ่งใช้งานเกี่ยวกับด้าน Internet of Things (IoTs) ที่มาพร้อมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เป็นชิพที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ราคาไม่สูงและสะดวกต่อการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยจึงใช้ NodeMCU ในการรับส่งข้อมูล โดยจะนำไปใช้งานสองหน้าที่ คือเป็นโหนดอ้างอิง (Reference Node) จำนวน 4 ตัว ทำหน้าที่กระจายสัญญาณ Wi-Fi (APs) และโหนดเป้าหมาย (Target Node) จำนวน 1 ตัวทำหน้าที่รับและอ่านค่าความแรงสัญญาณจากโหนดอ้างอิงที่ปล่อยออกมา แล้วจึงนำค่าความแรงสัญญาณที่อ่านได้ไปประมวลผล เพื่อระบุตำแหน่งของโหนดเป้าหมายต่อไป

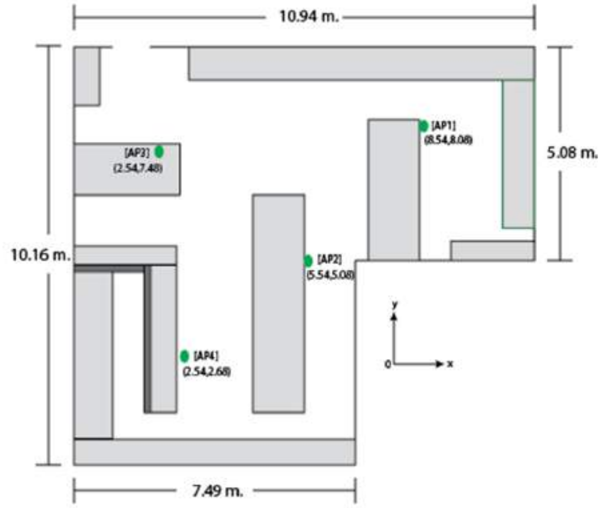


รูปที่ 2 ภาพรวมขั้นตอนการระบุตำแหน่ง

4. สภาพแวดล้อมของพื้นที่ทดลอง และการติดตั้งอุปกรณ์

สภาพแวดล้อมของพื้นที่ทดลองเป็นห้องทดลองที่ใช้ทำงานจริง จึงมีสิ่งกีดขวางมากมายอยู่ภายในห้องประกอบไปด้วยฉากกัน โต๊ะ เก้าอี้ ตู้โลหะ และลังกระดาษใส่ของอีกจำนวนมาก ทำให้สภาพแวดล้อมภายในห้องเป็นแบบ NLOS (Non Line Of Sight) คือการรับส่งข้อมูลแบบไม่เป็นเส้นตรงหรือไม่ใช่แนวสายตา หมายความว่าสัญญาณที่ส่งอาจสะท้อนกับสิ่งกีดขวางก่อนจะไปถึงตัวรับได้ การติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องผู้วิจัยทำการติดตั้งอุปกรณ์ APs บนเพดานห้องจำนวน 4 จุดเพื่อให้ APs สามารถกระจายสัญญาณได้ครอบคลุมบริเวณห้องและสามารถประมาณตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายได้แม่นยำขึ้น ซึ่งจำนวนของ APs ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขนาด และความซับซ้อนของพื้นที่ใช้งาน การเพิ่มจำนวน APs มีผลกับการประมาณค่าตำแหน่งถ้ามี APs มากขึ้นความคลาดเคลื่อนในการประมาณตำแหน่งจะน้อยลงดังงานวิจัยของ [2] และงานวิจัย [1] นำเสนอการระบุตำแหน่งโดยเลือกใช้ APs ที่มีความแรงของสัญญาณมากที่สุด 4 ตัวจาก 7 ตัว ผลการทดลองของงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ APs จำนวน 4 ตัวมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าใช้ APs จำนวน 7 ตัว ผู้วิจัยสนใจวิธีการของงานวิจัยนี้จึงนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ใช้งานเนื่องจากพื้นที่ใช้งานของเรามีขนาดเล็กกว่าผู้วิจัยจึงเลือกใช้ APs เพียง 4 ตัวเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ลง และจะเลือกตัวที่มีค่าความแรงของสัญญาณสูงสุดจำนวน 3 ตัวมาใช้ประมาณตำแหน่งต่อไป จากรูปที่ 3

แสดงขนาดและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ใช้งาน ซึ่งพื้นที่มีลักษณะเป็นรูปตัวแอล (L) กรอบสี่เหลี่ยมสีเทาในพื้นที่คือสิ่งกีดขวาง และจุดสีเขียวคือตำแหน่งของ APs ทั้ง 4 ตัว



รูปที่ 3 ขนาดและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ใช้งาน

5. ขั้นตอนวิธี (Algorithm)

งานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วนดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2 ภาพรวมของการระบุตำแหน่ง ซึ่งเนื้อหาในหัวข้อนี้จะอธิบายขั้นตอนการทำงานของทั้งสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นส่วนออฟไลน์จะกล่าวถึงขั้นตอนการเตรียมและการสร้างแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ ซึ่งจะอธิบายการทำฟิงเกอร์ปริ๊นท์แบบเดิมและแบบที่ผู้วิจัยสนใจ ส่วนที่สองเป็นส่วนออนไลน์จะกล่าวถึงการรับค่าความแรงของสัญญาณไปประมวลผลและเปรียบเทียบกับแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์เพื่อประมาณตำแหน่ง (ดังรูปที่ 2)

5.1 ส่วนออฟไลน์ (Offline)

เพื่อลดเวลาในการเก็บข้อมูลที่ใช้ทำฟิงเกอร์ปริ๊นท์ งานวิจัยนี้จะไม่ทำการเก็บค่าความแรงของสัญญาณที่ตำแหน่งต่าง ๆ แต่จะนำตำแหน่งของ APs มาประมวลผลเพื่อใช้สร้างแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์แทน ซึ่งจะอธิบายวิธีการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1) ทำการเก็บตำแหน่งของ APs ทุกตัว

2) ทำการเลือก APs จำนวน 3 ตัวจากทั้งหมด 4 ตัวที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อสร้างเป็นเซตของ APs

3) ทำการแบ่งพื้นที่ใช้งานให้เป็นพื้นที่ย่อย จะใช้หลักการทางเราขาคณิตในการตัดแบ่งพื้นที่ โดยนำเซตของ APs มาทำการลากเส้นตั้งฉากระหว่างกลางของ APs แต่ละตัว ก็จะได้พื้นที่ย่อยที่มีลักษณะแตกต่างกันตาม APs ที่เลือกใช้ 3 ตัวดังรูปที่ 4

4) จากนั้นทำการหาตำแหน่งเซ็นทรอยด์ในพื้นที่ย่อย เพื่อใช้ประมาณตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายด้วยวิธีต่างๆ ต่อไป

5) เสร็จแล้วจะได้แผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ที่ประกอบไปด้วยฟิงเกอร์ปริ๊นท์ย่อย ซึ่งสร้างจากเซตของ APs แต่ละเซต ดังรูปที่ 4

5.2 ส่วนออนไลน์ (Online)

ในส่วนออนไลน์จะทำหน้าที่ประมาณตำแหน่ง โดยใช้ตำแหน่งเซ็นทรอยด์ของพื้นที่ย่อยมาคำนวณ ซึ่งในส่วนนี้เราทำการทดลอง 4 วิธี วิธีแรกเป็นวิธีเดิมที่เสนอโดย [1] ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) วัตถุเป้าหมายทำการรับสัญญาณจาก APs ทั้ง 4 ตัว เพื่ออ่านค่าความแรงของสัญญาณ ดังตัวอย่างในรูปที่ 5 (ก) อ่านค่าความแรงของสัญญาณจาก AP1 ถึง AP4 ได้ -51, -55, -34 และ -62 dBm ตามลำดับ ค่าความแรงจะถูกนำมาเรียงลำดับจากมากสุดไปน้อยสุด จะได้ลำดับของ APs คือ 3 1 2 4 และมีลำดับความแรงของเป็น –34, -51, -55, และ -62 dBm ตามลำดับ

2) ทำการจัดกลุ่มด้วย K-means ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 4 ค่า นำมาจัดกลุ่มจำนวน 3 กลุ่ม ตัวอย่างดังวงกลมในรูปที่ 5

3) ทำการเลือกตัวแทน APs ของแต่ละกลุ่มจากการสุ่มเลือก จะได้เซตของ APs ดังตัวอย่างในรูปที่ 5 (ข) จะพบว่าตัวแทนที่สุ่มเลือกเป็น 314 หรือ 324

4) นำเซตของ APs ที่ได้ ไปจับคู่กับเซตของ APs ที่อยู่ในแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ ถ้าตรงกับเซตใดในแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ จะประมาณค่าตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายให้เป็นตำแหน่งเซ็นทรอยด์ของพื้นที่ย่อยนั้น แต่ถ้าไม่ตรงจะทำการหาเซตของ APs ใหม่ในข้อ 3) ถ้าไม่มีเซตของ APs นั้นในแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์เลย จะให้เป็นกรณีตรวจจับผิดพลาด

5.3 การปรับปรุงในส่วนออนไลน์

5.3.1 วิธีเลือก APs จากค่าความแรงสัญญาณสูงสุดแทนวิธี K-Means

แก้ขั้นตอนที่ 2) และ 3) ใน 5.2 เป็นดังนี้

2) - 3) ทำการเลือก APs ที่มีความแรงสูงสุด 3 ตัวแรกจากทั้งหมด 4 ตัว ดังตัวอย่างในรูปที่ 5 (ก) จะได้เซตของ APs เป็น 312

5.3.2 วิธีเลือกตัวแทนพื้นที่จากจุดกึ่งกลางของสองเซ็นทรอยด์

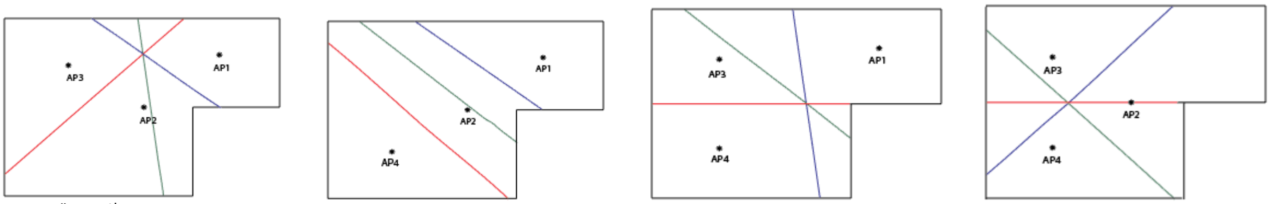
แก้ขั้นตอนที่ 3) และ 4) ใน 5.2 เป็นดังนี้

3) ทำการเลือกตัวแทน APs ทั้งหมดที่เป็นไปได้ เช่นในรูปที่ 5 (ข) เลือกทั้ง 314 และ 324

4) นำเซตของ APs ที่ได้ ไปจับคู่กับเซตของ APs ที่อยู่ในแผนที่ฟิงเกอร์ปริ๊นท์ เนื่องจากมีสองเซต เราจะประมาณค่าตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายให้เป็นจุดกึ่งกลางของสองเซ็นทรอยด์ในสองพื้นที่ย่อย

5.3.3 วิธีเลือกตัวแทนพื้นที่ย่อย โดยนำเอาประเด็น Near-field และ Far-field Radiation มาพิจารณา

แก้ขั้นตอนที่ 3) ใน 5.2 เป็นดังนี้



(ก) เลือกใช้ AP1, AP2, AP　(ข) เลือกใช้ AP1, AP2, AP4　(ค) เลือกใช้ AP1, AP3, AP4　(ง) เลือกใช้ AP2, AP3, AP4

รูปที่ 4 แผนที่ฟิงเกอร์ปริ้นท์โดยเลือกใช้ APs ที่ต่างกัน

APs	1	2	3	4
RSS	-51	-55	-34	-62

(ก)

APs	3	1	2	4
RSS	-34	-51	-55	-62

(ข)

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มด้วย K-means และเลือกตัวแทนกลุ่ม

3) ทำการเลือกตัวแทน APs ของแต่ละกลุ่มโดยใช้หลักการดังนี้

- ถ้ากลุ่ม K-Means ที่มี AP สองตัวเป็นสองตัวที่ความแรงสูงสุด ให้เลือกตัวแทนกลุ่มเป็นตัวที่แรงน้อยกว่า เพื่อลดผลจาก Near-Field Radiation ของตัวที่แรงที่สุด
- ถ้ากลุ่ม K-Means ที่มี AP สองตัวเป็นสองตัวที่ความแรงต่ำสุด ให้เลือกตัวแทนกลุ่มเป็นตัวที่แรงมากกว่า เพื่อลดผลจาก Far-Field Radiation ของตัวที่ความแรงต่ำสุด
- ถ้ากลุ่ม K-Means ที่มี AP สองตัวเป็นสองตัวที่ความแรงอันดับสองและสาม ให้เลือกตัวแทนกลุ่มเป็นตัวที่แรงมากกว่าด้วยเหตุผลว่าเมื่อไม่มีผลจาก Near-Field และ Far-Field Radiation ตัวที่แรงกว่าน่าจะเหมาะกับการประมาณตำแหน่งมากกว่า

3. การทดลองและสรุปผล

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการประมาณตำแหน่งของขั้นตอนวิธีที่ปรับปรุงเมื่อเทียบกับวิธีเดิม

Algorithm	ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (เมตร)	%การปรับปรุงเมื่อเทียบกับวิธีเดิม
วิธีเดิม [1]	2.2591	
5.3.1	2.3416	-3.65%
5.3.2	1.8682	17.30%
5.3.3	1.7538	22.37%

เพื่อทดสอบผลการทำงานของขั้นตอนวิธีเดิมของ [1] เมื่อเทียบกับการปรับปรุงสามแบบของเรา เราจึงทำการทดลองโดยสุ่มวางวัตถุในห้องจำนวน 14 จุด แล้ววัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งจริงกับตำแหน่งที่ประมาณ พบว่า วิธี 5.3.1 ให้ผลที่แย่ลง ในขณะที่ 5.3.2 และ 5.3.3 ให้ผลที่ดีกว่าวิธีเดิม คือมีความคลาดเคลื่อนลดลง 39.09 ซม. และ 50.53 ซม. หรือคิดเป็น 17.30% และ 22.37% ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากจำนวนการสุ่มวางวัตถุยังมีจำนวนน้อย ผลการทดลองนี้จึงเป็นเพียงผลเบื้องต้นที่แสดงให้เห็นแนวโน้มการปรับปรุง หากต้องการให้ผลการทดลองและขั้นตอนวิธีมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ควรเพิ่มจำนวนการสุ่มตำแหน่ง หรือเปลี่ยนสถานที่ทดลอง

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อส่งเสริมความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ วจร. ๕/๒๕๕๘

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Liu, C. Yuen, J. Zhao, J. Guo, R. Mo, and V.N. Pamadi, “Selective AP-sequence Based Indoor Localization without Site Survey,” In 2016 IEEE 83rd Vehicular Technology Conference (VTC Spring), pp. 1-5, May. 2016.

[2] P. Cherntanomwong and D.J. Suroso, “Indoor localization system using wireless sensor networks for stationary and moving target,” In 2011 8th International Conference on Information, Communications & Signal Processing, pp. 1-5, Dec. 2011.

[3] K. Thongpull, N. Jindapetch, and W. Teerapakajorndet, “A Distance Determination of Moving Sensor Nodes by Comparing RSSI from Different Transmit Powers,” In The 2010 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology (ICESIT 2010), pp. 1-5, Feb. 2010.

ดัชนีผู้เขียนบทความ

		หน้า
J	Jiradech Kongthon	267
N	Narong Aphiratsakun	267
P	PhakkhamatKittitongsophon	267
R	Rattapan Pitaksongkram	267
W	Weerapon Srimuang	379
ก	กนกวรรณ คำมูล	391
	กนกวรรณ นนทพจน์	506
	กนกวรรณ พันตรี	407
	กนกวรรณ เรืองศิริ	175, 498
	กมล บุญล้อม	255, 259, 605, 609, 613, 655
	กมลศรี กอเจริญ	179
	กรกฎ ปางลีลาศ	770
	กรณิการ์ มูลโพธิ์	474
	กรภัสร์สิษฐ์ พรมอาสา	438
	กระดาษทราย สันตะวงศ์	593
	กฤต ศรีจักโคตร	525
	กฤตกรณ์ ศรีวันนา	613
	กฤษฎา พรหมพินิจ	331
	กฤษฎา สักแก้ว	9
	กฤษฎิ วิทิตศานต์	191
	กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตนชัย	299
	กฤษณะพงศ์ พันธ์ศรี	454
	กฤษดา ยิ่งขยัน	163
	กลอยใจ ครุฑจ้อน	41
	กวีวัชร์ ทัติวงษ์	742
	ก้องภพ ชาอามาตย์	770, 797
	กองศักดิ์ ทองบุญ	167

		หน้า
	กัญญวิทย์ กลิ่นบำรุง	275
	กันตพงศ์ สุวรรณศักดิ์	545, 643
	กำไร คชเสน	758
	กิตติภร นามวงศา	663
	กิตติภัฏ สุทธิเนียม	632
	กิตติยา บุญมีรอด	585
	กิตติวัฒน์ จีบแก้ว	37
	กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข	395
	กิตติศักดิ์ หาญศักดิ์ชัย	355
	กิติภูมิ แสงนิ่ม	533
	กุสุมาลย์ เฉลิมยานนท์	5
	เกล้า ศรีพยางค์	171
	เกวลี ถาวรศักดิ์	621
	เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร	327, 450
	เกื้อกูล จันทวาศ	247
	เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง	781
	โกวิทย์ สืบสาย	239
	โกศล พิทักษ์สัตยาพรต	299
	ขจรศักดิ์ คงพากเพียร	797
	ขวัญเรือน สินณรงค์	259
ข	ขอบคุณ ไชยวงศ์	490
	คณะวัติ เนื่องวงษา	147, 203
	คเณศ เจิดนภาพันธ์	271
ค	คมกฤษ พัดสุข	454
	คมสันต์ ตะวังทัน	37
	คอเลต โดยดี	411
จ	จตุพร ใจดำรงค์	239

		หน้า
	จตุพร ทองศรี	446
	จรัญ คนแรง	283
	จรัสศรี รุ่งรัตนาอบุล	97
	จรินทร์ศักดิ์ แซ่เตียว	319
	จักรพนธ์ อบมา	589
	จักรวัฒน์ บุตรบุญชู	319
	จักราวุฒิ กันทะคำ	13
	จักรี จันทร์บุษราคัม	679
	จันทิมา ทุมมะลา	155
	จารุวัฒน์ พัฒน์มณี	1, 9
	จินดา สามัคคี	411
	จินดาหรา นิราศสูงเนิน	549
	จิรพงษ์ เจริญสง	482
	จิรวรรณ เจริญสุข	585
	จิรวัฒน์ จ้อยบุญมี	589
	จิรวัฒน์ ไม้แก่น	219, 223
	จีรภา เพลาวัน	639
	จีรสุดา โกมียาภรณ์	53
	จีราภา ทิพกรณ์	49
	จุลศักดิ์ โยลัย	57
	จุฬา เสือคนอง	462
	เจริญขวัญ จันพลับ	407
ฉ	ฉัตรชัย โชคชัย	247, 355
	ฉัตรชัยพัฒน์ เดชธัญญนนท์	754
	ฉัตริน ชนกกวินกุล	533
	เฉลิมพล ชาญศรีภิญโญ	513
ช	ชนม์ณานันท์ เยี่ยมรัมย์	758
	ชนม์รัตน์ ตติยะวรนันท์	85
	ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์	742

		หน้า
	ชยากร พุทธกำเนิด	259
	ชยานนท์ บัวงามดี	97
	ชวลิต ปัญญาอิสระ	151
	ชัชชัย วรพัฒน์	283
	ชัชฎา หนูสาย	41
	ชัยปราการ โพธิ์หล้า	718
	ชัยพร ใจแก้ว	295, 303, 307, 311, 315, 323
	ชัยพันธ์ ประการะพันธ์	659, 770
	ชัยยงค์ เสริมผล	215, 231
	ชัยรัตน์ พินทอง	1, 9
	ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์	139, 143
	ชัยวัฒน์ บัวจง	431
	ชัยวัฒน์ สากุล	746
	ชัยวุฒิ วุทธิสิทธิ์	123
	ชาญ มะวิญธร	315
	ชาญ สิงห์แก้ว	367, 687
	ชาญยุทธ์ กาญจนพิบูลย์	207
	ชาตรี พลเสน	738
	ชานนท์ วริสาร	651
	ชิติสรรค์ วิชิโต	251
	ชินวัฒน์ เอกกลาง	593
	ชุติกาญจน์ จอง	789
	ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์	183
	ชูศักยฐ์ กมลขันติธร	738
	เชาวน์วัฒน์ เอื้อเฟื้อ	159
	โชคมงคล นาดี	163
	ไชยภัทร คงทอง	375
	ไชยยันต์ ชนะพรมมา	211
ฐ	ฐิติพร จันทร์ดา	343

		หน้า
ณ	ณรงค์ เมตไตรพันธ์	442, 617
	ณรงค์ศักดิ์ มโนสิทธิชัย	529
	ณรงค์ศักดิ์ สุขมา	625
	ณัชฑภัทร อิ่มอุไร	423
	ณัชพล สุขประสิทธิ์ปรีดี	291
	ณัฎฐธิดา คงวิริยะกิจ	478
	ณัฐกานต์ พุทธรักษ์	61, 93
	ณัฐชนน รูปสูง	295
	ณัฐชัย ทะลิทอง	411
	ณัฐดนัย รอมใจ	355
	ณัฐพงศ์ บุตรธนู	699
	ณัฐพงศ์ พันธุนะ	557
	ณัฐพงศ์ วงศ์พร้อมมูล	533
	ณัฐพงศ์ สอนอาจ	279
	ณัฐพงษ์ อินทรวิเศษ	490
	ณัฐพล บัตรสูงเนิน	533
	ณัฐพล ภู่ระหงษ์	299
	ณัฐพล อุ่นยัง	442
	ณัฐวุฒิ พลจันทึก	147
	ณัฐิกา เพ็งลี	315
	ณัทกร เกษมสำราญ	159
	ณัทชยุต ภูริคณานนท์	632
ด	ดลชัย สุขเจริญผล	750
	ดวงอาทิตย์ ศรีมูล	419
	ดำรงศักดิ์ อรัญกูล	279
ต	ตุลยา ลิมปิติ	61, 93
	เตชินท์ มณีศร	65
ถ	ถนอมศักดิ์ วงศ์มีแก้ว	105, 703
	ถนอมศักดิ์ โสภณ	667

		หน้า
ท	ทรงศักดิ์ อินทรสิทธิ์	710
	ทวีศักดิ์ ประกอบดี	510
	ทศพล จันทร์แสงสุก	446
	ทัศพันธุ์ สุวรรณทัต	151, 486
	ทินวัฒน์ มาเมือง	589
	ทิศวรา สมบูรณ์	758
	เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร	785, 781, 789, 793, 801
	เที่ยง เหมียดไธสง	131, 135
ธ	ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ	29, 746
	ธงชัย ลำน้ำเที่ยง	722
	ธงชัย สมแสวง	486
	ธนบรรณ ตะทวี	621
	ธนภัทร นพคุณ	271
	ธนภัทร มาลีลัย	287
	ธนวิชญ์ คงสีปาน	766
	ธนา อุดมศรีไพบูลย์	399
	ธนาการ หอมสาย	183
	ธนาฒน์ สุกนวล	667, 671, 679, 683, 691
	ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์	613
	ธนิต นาใจดี	718
	ธเนศ คณะดี	255
	ธราธร บุญศรี	403
	ธวัช ธรรมบุตร	367, 687
	ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา	147, 691
	ธวัชชัย ทองเหลี่ยม	797
	ธวัชชัย รักษาชาติ	789, 793
	ธัชชัย พุ่มพวง	147, 203
	ธัญรดา มุกดาพิทักษ์	750
	ธาดา อ่อนศรี	510

		หน้า
	ธีรพงศ์ เตรียมอ้าย	359
	ธีรภัทธ ทวีวงศ์	187, 223
	ธีรวัฒน์ อุปลา	545, 647
	ธีรศาสตร์ คณาศรี	77
	ธีรสุทธ อินทรพาณิชย์	766
น	นคร ไชยวงศ์ศักดา	259
	นนท์ เขียวหวาน	323
	นนทรัฐ บำรุงเกียรติ	407
	นพรัตน์ นิลสำราญ	227
	นพรุจ เขียวนาค	486
	นภัทร สระเอี่ยม	525
	นรรัตน์ วัฒนมงคล	155, 159, 227
	นรินทร ไชยชมภู	613
	นริศ ป้อมภา	163
	นฤเทพ สุวรรณธาดา	291
	นัฐชัย อรุณประภารัตน์	13
	นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	171, 187, 219, 223, 387, 809
	นัทธพงศ์ ยาวิชัย	603
	นันฐกา บุญชัยศรี	227
	นันทวัฒน์ ใจเย็น	89
	นันทิยา ชัยบุตร	371
	นาทรพี ผลใหญ่	315
	นายณัฐนนท์ ธำรงทรัพย์	549
	น้ำเพ็ญ พรหมประสิทธิ์	339
	น้ำมนต์ ดวงดิษฐ์	375
	นิจจารีย์ สัตยารักษ์	632
	นิติพัฒน์ พิสุทธิพงศ์	805
	นิธิพร วรรณโสภณ	179
	นิพนธ์ เลิศมโนกุล	597

		หน้า
	นิพนธ์ สมหมาย	195
	นิรัตชัย บุญสูงเนิน	667
	นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์	215
	นิสิต ภูครองตา	33
	นุชนาฏ ชุ่มชื่น	275
	นุชนาถ สัตย์วินิจ	581, 601
	นุติ บัวเลิง	454
	นูรฮายา สะแลแม	61
	เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ	243, 423, 427
บ	บรรจบ สุขประภาภรณ์	283
	บัณฑิต กรดี	502
	บารมี บุญยืน	291
	บุญส่ง ศรีทอง	427
	บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์	750, 766
	บุณยวีย์ บุณยสาระนัย	636
ป	ปกรณ์ เสรีเผ่าวงษ์	617
	ปกรณ์เกียรติ์ เศวตเมธิกุล	127
	ปฏิมา สมเลิศ	61
	ปฏิมากร จันทร์พริ้ม	435
	ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล	541
	ประจวบ อินระวงศ์	593
	ประภาพร ดวงลูกแก้ว	255
	ประภาศรี เบญจศิริลักษณ์	159
	ประภาส ผ่องสนาม	199
	ประภาส สุวรรณ	442
	ประยงค์ เสาร์แก้ว	343
	ประเวช อนันเอื้อ	259
	ประสพสุข สร้อยทอง	466
	ประสาน เอื้อทาน	415

		หน้า
	ปราการ ทัตติยกุล	159
	ปราโมทย์ วาดเขียน	53
	ปริญญา รจนา	659
	ปริญยา ชาเรืองเดช	454
	ปรีชญา เดชา	750
	ปรีติ โอวาทชัยพงศ์	73
	ปองพล แสนสอน	663, 699
	ปัญจพร แก้ววิเศษกุล	303
	ปัญญา หันตุลา	89
	ปัญญา อันสุริย์	691
	ปาริชาติ ประเสริฐสังข์	77
	ปิยดนัย บุญไมตรี	235
	ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์	517
	ปิยะพร มูลทองชุน	521
	ปิยะพล เรืองทิพย์	1
	ปิยะรัชช์ ธรรมวัฒนกุล	383
	ปุณยสิริ บุญเป็ง	163
	ปูรณสิทธิ์ ปิยวัชรวิจิตร	307
	เปรม สุนทรภาส	754
พ	พงศ์พัทธ์ มังคละคีรี	287
	พนมขวัญ ริยะมงคล	49, 383
	พรชัย ผาดไธสง	77
	พรทิพย์ภา บุญชำนาญ	726
	พรเทพ วิรัชวงศ์	29
	พรพงษ์ เอ้สมนึก	291
	พรพิมล จิตละเอียด	557
	พรมรินทร์ ถินราช	458, 470
	พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ	363
	พลิษฐ์ ทองเต็ม	486

	หน้า
พัชพล สุขใจ	671
พัชรณัฏฐ์ แสงอ่อน	287
พัฒน์พงษ์ อ่อนตา	617
พัฒนพงษ์ วีรยุทธกำจร	283
พันตรี โคมพิทยา	279, 458, 470
พัสกร กิมาวะหา	573
พาขวัญ หงศ์พันธ์กุล	762
พิจิตรา อินนามมา	726
พิชญ์สินี ลาภมหาไพศาล	762
พิชญา พิศสุวรรณ	239
พิชิต อ้วนไตร	335
พิเชษฐ กันทะวัง	442
พิทยา พุ่มพวง	651
พิทยุตม์ ชาญเศรษฐิกุล	311
พินิจ เนื่องภิรมย์	175, 494
พิพัฒน์ พรหมมี	525, 529, 533
พิพัฒน์ อมตฉายา	691
พิพัฒน์พงศ์ จันทะรัตน์	730
พีรชัย ฐิติไชโย	750
พีรญา เต่าทอง	510
พีรพล รัตนะวงศ์กุล	533
พีรวิชญ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์	774
พีระพงศ์ ละมูล	25
พีระพงษ์ ปทุมราษฎร์	770
พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	211
พุฒิพงศ์ เกิดพิพัฒน์	734
พุทธคุณ พจนาภรณ์	25
พุทธาวุฒิ ลีกุลธร	109, 251
พุทธิพงศ์ สินธพพันธุ์	636

		หน้า
	ไพโรจน์ ปิยรังสรรค์	207
	ไพโรจน์ แสงอำไพ	5
	ไพศาล สิทธิโยภาสกุล	636, 754
ภ	ภัทรพงษ์ ชมเดช	517
	ภัทรพร สวนไพรินทร์	347
	ภัสส์กุญช์ ฐิติมหัทธนกุศล	215, 231, 235
	ภาณุวัฒน์ มาละแซม	494
	ภารุจ สิงหพันธุ์	315
	ภาสกร หาญประโคน	667
	ภิญญดา นาคศรีคร้าม	817
	ภีมวิชญ์ สุทธิกาญจน์	569
	ภูเบศวร์ พอดี	159
	ภูมิทัศน์ ถาวรกิจ	565
	ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง	613
	ภูมิศักดิ์ เทพประเสริฐ	663
	ภูริทัต โกเสนตอ	613
	ภูวณัฐ หัดจำนงค์	247
	ภูษิต รุ่งโรจน์	513
ม	มงคล คูพิมาย	203
	มณเทียร เห็นเมือง	557
	มนตรี ไชยชาญยุทธ์	363
	มานพ ศรีดงกลาง	415
	มานัส สุนันท์	597
	มาริษา ฟองคำ	259
	มารุฒ กรอิ่ม	577
	มิ่งขวัญ สมพฤกษ์	283
	มุกระวี มะดะเรส	553
	ไมตรี ธรรมมา	667, 671, 679, 683
	ไมตรี พลสงคราม	231, 235

		หน้า
ย	ยศพล หาญพิชานันท์	179
	ยศพล อ่อนดี	291
	ยศินทร์ ชิวปรีชา	605
	ยุทธนา พงษ์พิริยะเดชะ	41
	ยุทธนา คิดใจเดียว	69
	ยุทธนา อุทปา	707
	ยุทธพิชัย หลีหลาย	227
ร	รชต บุณยะยุต	710
	รณยุทธ นนท์พละ	659
	รตน รัตนพรเจริญ	629
	รวิท ลิ้มตระกูล	617
	รวีโรจน์ รัตนเดชานาคินทร์	1
	ระเจตน์ อ่อนฤทธิ์	123
	ระยุทธ ศริวิเศษ	9
	ระวุฒิ ชินวรรังสี	121
	รังสรรค์ ทองทา	89
	รัชชานนท์ ทองปาน	375
	รัชนิกร กุสลานนท์	359
	รัฐกานต์ บันที	529
	รัฐภูมิ วรานุสาสน์	49, 383
	รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์	375
	รัตนาภรณ์ ฉุนฉิมพลี	691
ว	วงศธร วงศ์วิวัฒนะศรี	573
	วชิรนันท์ ปุ้ม	625
	วดีนาถ วรรณสวัสดิ์กุล	462
	วนิดา พฤทธิวิทยา	65
	วรชัย ศรีสมุดคำ	299
	วรชาติ สุวรรณงาม	774
	วรพล สุทธิมานะกิจ	529

	หน้า
วรรณรัตน์ ผลเพิ่ม	307
วรวัชร์ ตอวิวัฒน์	303
วรวิทย์ สุขโต	659
วรากร สาลีสี	730
วรางคณา เหนือคูเมือง	327
วรางคณา เหนือคูเมือง	450
วัจนา ขาวฟ้า	347
วัชรพล นาคทอง	235
วัชระ ฉัตรวิริยะ	81
วัชระ วัธนารวี	255
วัชรากร ชิณวงษ์	629
วัชรีภรณ์ แสงใสรัตน์	109
วันชัย อนุไวยา	601
วันประชา นวนสร้อย	339
วันวิสา ชัชวงษ์	750
วัศพล ธงชัยกุลฤทธ	629
วาทิต เบญจพลกุล	191
วารินี วีระสินธุ์	275
วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	667, 671, 679, 683
วิชัย พลเดช	561
วิชา ตุลาชัย	683
วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ	714
วิทยา ศรีกุล	109, 549
วิทวัส สิฏฐกุล	139, 143, 167
วินัย ใจกล้า	211
วินัย เมธาวิทิต	738
วิบูลพร วุฒิคุณ	359
วิปัศย์ ปุยสำลี	81
วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	675, 679, 687, 691

	หน้า
วิภพ ใจแข็ง	283
วิภารัตน์ บุษยาตรัส	651
วิภาวี นิลจู	271
วิภู ศรีสืบสาย	183
วิมพ์วิตา หนูจีน	502
วิริยะ ทองทัพ	419
วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์	195, 403
วิโรจน์ วุฒิ	742
วิศุทธิ์ แสวงสุข	121
วิษณุ หงษ์ศรีสุข	203
วีรวุฒิ ขันรัตน์	494
วีระ รัตนงาม	625
วีระวัฒน์ โปรดปราน	427
วีระศักดิ์ ไชยชาญ	541
วุฒิชัย ใจบาล	163
วุฒิชัย สง่างาม	593
วุฒิชัย อุดม	486
เวียงชัย คาระมาตย์	155
ศ	
ศรวัฒน์ ชิวปรีชา	565, 569, 573, 577
ศรัณย์ ลัคณาพาชื่นกุล	809
ศรายุทธ ซากลม	415
ศรายุทธ เมาพี	458, 470
ศราวุฑ คงลำพันธ์	718, 722, 730
ศริญญา ปะสะกวี	143, 167
ศศิวิมล ทรงไตร	121
ศักดาเดช สุภารักษ์	529
ศักดิ์พันธุ์ แดงมณี	391
ศักดิ์สิทธิ์ สุ่มมาตย์	319
ศิรพัชร์ สมพงษ์	227

		หน้า
	ศิราเมษฐ์ ม่วงสุวรรณ์	315
	ศิริมาศ สุทุม	243
	ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ	805
	ศิวดล นวลนภดล	339
	ศิวพันธ์ หริรักษ์	462
	ศิวาพร เหมียดไธสง	131, 135
	ศุภการ จริยายงค์	53
	ศุภชัย มีลือการ	581
	ศุภร แท่นแก้ว	498
	ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว	223
	ศุภเสกข์ จันทร์จรัสวัฒนา	271
	เศรษฐ์ ขานอยู่	636
	เศรษฐา ตั้งค้าวานิช	1, 9, 13, 17, 21, 25
ส	สดายุ ตรุณาวงษานนท์	53
	สถาพร สิทธิวงค์	263
	สนั่น จันทร์พรม	251, 549 585
	สนั่นฟ้า สิงโตทอง	53
	สนิทนาถ เลิศมโนกุล	597
	สมเกียรติ ทองแก้ว	557
	สมคิด อินทร์ช่วย	41
	สมคิด ลาพาย	211
	สมชาย ศรีสกุลเตียว	251
	สมมาตร แสงเงิน	351, 545, 639, 643, 647

	หน้า
สมยศ เกียรติวนิชวิไล	774
สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์	695
สมศักดิ์ อรรคทิมากูล	175, 275, 490, 498
สมสิน วางขุนทด	127, 675
สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล	629, 632, 636, 754, 758, 762, 766
สรวิศ ศิริมาลีวัฒนา	537
สราญพงศ์ หนูยิ้มซ้าย	179
สราวุฒิ เชาวสกู	131, 135
สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์	105, 117, 703
สโรชา ศึกษากิจ	423
สัญญา ควรคิด	770, 797
สันติ การีสันต์	5
สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์	171, 187, 219, 387, 809
สาดิศย์ เสถียรไพศาล	513
สาธิต ศาลางาม	585
สายชล ชุดเจือจีน	714
สิทธิเดช เหล่าจูม	695, 726
สิปราง เจริญผล	359
สิรภัทร สิริปทุมรัตน์	323
สิริกร เรืองสุวรรณ	754
สุกฤตา ปริปุรณะ	478
สุกัลยา อมตฉายา	691
สุชานาฏ แซ่เบ๊	395
สุทธิดา จินดากาศ	255
สุทธิดา ท่าดีสม	255
สุทธินันท์ สิงหานุวัฒน์	577

		หน้า
	สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์	303
	สุธรรม ชุมพร้อมญาติ	101
	สุธี สาวรก	726
	สุธีรัตน์ เอมอิ่ม	227
	สุนทรี ใจคง	813
	สุนิสา โพธิ์เงิน	446
	สุภชา เชื้อบุญชัย	93
	สุภัทรา เกิดเมฆ	109, 549
	สุภาพร ปานิคม	450
	สุภาวดี มากอ้น	339
	สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	1, 9, 13, 17, 21, 25
	สุรเชษฐ์ โทวราภา	271, 371
	สุรศักดิ์ เกตุบุญนาค	29, 746
	สุรางคนา ระวังยศ	391
	สุรินทร์ อ่อนน้อม	675, 691
	สุวรรณี ปัญยศ	442, 617
	สุวัจชัย กมลสันติโรจน์	347
	สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์	714
	สุวิพล มหศักดิสกุล	521
	เสกข์ ส่างกานโหย่ง	557
	เสกสรร พลศรี	231
	เสกสรรค์ วินยางค์กูล	255, 259, 603, 605, 613, 655
	เสฏฐวิชญ์ สุกิจพิทยานนท์	93
	เสนอ สะอาด	45, 113
	เสาวนี ศรีสุวรรณ	785, 793
อ	อดิเทพ จางอ่อน	139

	หน้า
อดิเรก จันตะคุณ	343
อดีศร แก้วภักดี	391
อธิคม ฤกษบุตร	545, 643, 647
อธิคม ศิริ	603, 605, 613, 655
อนรรฆพล แสนทน	537, 561
อนันต์ ใช้คง	147
อนันต์ ผลเพิ่ม	295, 303, 307, 311, 315, 323
อนันต์ วณิชยาไพสิฐ	699
อนันตชัย สุวรรณาคม	621
อนุพงษ์ คงแก้ว	387
อนุพงษ์ สมพฤกษ์	359
อนุสรณ์ เราเท่า	494
อภิชน อนุวัฒน์กุล	351
อภิเชษฐ์ แย้มโพธิ์กลาง	675
อภินันท์ อุรโสภณ	770
อภิรดี สรวิสูตร	785
อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	295, 303, 307, 311, 323
อภิรักษ์ ตาดทิพย์	517
อภิรัฐ ลิ่มมณี	195, 813, 817
อภิวัฒน์ จันโท	151
อภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์	415
อภิวัฒน์ แสงทนงค์	525
อภิสิทธิ์ กลิ่นจันทร์	179
อมต หลวงพล	742
อมรพันธ์ แก้วศรีนวล	101
อมรรัตน์ ลิ้มมณี	121

	หน้า
อรพรรณ อิทธิ์ฤทธิ์มีชัย	65
อรรถ พยอมหอม	219
อรรถพล กัณหเวก	474
อรรถพล แพนสิงห์	458, 470
อรรนนท์ บัวศรี	207
อริญชัย ค้าไป	21
อริสพา เตหลิ่ม	742
อวยชัย ศรีทอง	147
อ้อยใจ อ่องหร่าย	777
อัครพนธ์ ยงยศ	655
อัครพล ตรีรัตน์	565, 569
อัญชลี ใจซื่อ	93
อันดามัน ยงเมธาวุฒิ	525
อัมพวรรณ ยินดีมาก	327
อัมรินทร์ ดีมะการ	482
อัศนี ศักดิ์ศิริทานตะวัน	17
อาจศึก มามีกุล	331
อาณัต ศรีบุรินทร์	730
อานนท์ ผ่องรัศมีเพ็ญ	585
อานนท์ อรุณเดช	21
อำนาจ บุญไทย	738
อิทธิ์สริยะ อักษรคิด	671
อุดมโชค สุริยะจรัสแสง	781
อุดมศักดิ์ จันทรทาโพ	127
อุทัย วังชัยศรี	801
เอกชัย พือสันเทียะ	675, 679
เอกพงษ์ คงสมบัติ	454, 458, 470
เอกพล อนุสุเรนทร์	734
เอกพันธุ์ พาเจริญ	498
เอกรัฐ รัฐกาญจน์	553
เอกรินทร์ เหลืองวิลัย	781, 785, 789, 793, 801
โอบนิธิ กรัณฑรัตน	69

ฮ

	หน้า
ฮาดีย์ เปาะมา	315

25th ANNIVERSARY
Faculty of Engineering
NARESUAN UNIVERSITY