มรภ.อุดรธานี มรภ.สกลนคร มรภ.เลย NIMT การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

ECTI-CARD 2017

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม

VOL.1

SESSION 111-214

วันที่ 25-28 กรกฎาคม พ.ศ.2560

ณ โรงแรม เชียงคาน ริเวอร์ เมาท์เทน

อ.เชียงคาน จ.เลย

จัดโดย

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
SAKON NAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

ECTI-CARD 2017

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม

VOL.1

SESSION 111-214

วันที่ 25-28 กรกฎาคม พ.ศ.2560

ณ โรงแรม เชียงคาน ริเวอร์ เมาท์เทน

อ.เชียงคาน จ.เลย

จัดโดย

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

© 2017 ลิขสิทธิ์นี้เป็นของ

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

Conference Organizer

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี พร้อมด้วยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร และมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ได้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ECTI-CARD 2017 เรื่อง "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม" การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ งานนวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์รวมถึงเปิดโอกาสให้นักวิจัย ผู้พัฒนาและผู้ใช้งานหรือหน่วยงานต่างๆ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการร่วมกันและสามารถนำผลงานที่ตีพิมพ์ไปพัฒนาต่อยอดในระดับท้องถิ่นและสากลหรือพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้

ในฐานะที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีเป็นสถาบันอุดมศึกษา ภารกิจสำคัญในการขับเคลื่อนการศึกษาคือการทำวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้รับความไว้วางใจจากสมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ (Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology Association) หรือ (ECTI Association) ให้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ ซึ่งถือเป็นงานที่ตอบสนองต่อนโยบายและภารกิจหลักภารกิจหนึ่งของมหาวิทยาลัย การประชุมวิชาการครั้งนี้จัดเป็นครั้งที่ 9 โดยมีหัวข้อนำเสนอผลงานทางวิชาการและงานวิจัยด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเปิดโอกาสให้นิสิต นักศึกษา ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยของตนเองสู่สาธารณะ จากการประชุมวิชาการครั้งที่ผ่านมาเห็นได้ว่านักวิจัย นักวิชาการ อาจารย์ และนักศึกษามีความสนใจอย่างมากในการเข้าร่วมการนำเสนอ ซึ่งในปีนี้เป็นที่น่าภาคภูมิใจและแสดงให้เห็นถึงทิศทางการทำวิจัยที่ดี โดยจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณาตรวจอ่านและประเมินผลงานจากผู้ทรงคุณวุฒิของแต่ละสาขาวิชาเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมากว่า 200 บทความ ซึ่งผู้ร่วมงานสามารถนำองค์ความรู้ไปพัฒนาต่อยอด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นและส่งผลให้งานวิจัย นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ และบุคลากรในประเทศไทยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบคุณคณะทำงานทุกท่าน วิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้นำเสนอผลงาน ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ผลักดัน และสนับสนุนให้การจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ ในนามมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนเป็นอย่างดีในโอกาสต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาติชาย ม่วงปฐม

รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

งานประชุมวิชาการ ECTI – CARD 2017 ครั้งที่ 9 “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม” ระหว่างวันที่ 25 – 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ณ โรงแรมเชียงคาน ริเวอร์ เมาท์เทน จ.เลย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อรวบรวมผลงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ งานนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ รวมถึงเปิดโอกาสให้นักวิจัย ผู้พัฒนา และผู้ใช้งานหรือหน่วยงานต่างๆ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการร่วมกัน และสามารถนำผลงานที่ตีพิมพ์ไปพัฒนาต่อยอดในระดับท้องถิ่นและสากล หรือพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้

นับเป็นโอกาสดียิ่งที่คณาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครได้มีส่วนร่วมในการจัดประชุมวิชาการครั้งนี้ ถือเป็นการเข้าร่วมเวทีแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ด้านการวิจัย การนำเสนอบทความทางวิชาการ และนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ครั้งสำคัญ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพทางวิชาการของคณาจารย์ และยังตอบโจทย์การประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยอีกด้วย ตลอดจนสอดคล้องต่อการเป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ยุค THAILAND 4.0 ด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม

ในนามของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ขอขอบคุณกรรมการทุกท่าน จากทุกหน่วยงานที่เป็นองค์กรร่วมจัดงาน ECTI – CARD 2017 และขอให้การจัดงานสำเร็จลุล่วงบรรลุผลสำเร็จดังเจตนารมณ์ที่มุ่งหวังทุกประการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา ธรรมวินทร

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

การจัดงานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017 ครั้งที่ 9 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม ในครั้งนี้นับได้ว่ามีความสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 หมวด 1 บททั่วไป มาตรา 7 ให้มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดิน ฯลฯ และมาตรา 8 ได้กำหนดภาระหน้าที่ของมหาวิทยาลัย ข้อ (1) แสวงหาความรู้ความจริงเพื่อสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการบนพื้นฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและภูมิปัญญาสากล ซึ่งจุดมุ่งหมายของการจัดงานในครั้งนี้ต้องการรวบรวมผลงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์งานนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์รวมถึงเปิดโอกาสให้นักวิจัย ผู้พัฒนาและผู้ใช้งานหรือหน่วยงานต่างๆ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการร่วมกันและสามารถนำผลงานที่ตีพิมพ์ไปพัฒนาต่อยอดในระดับท้องถิ่นและสากลหรือพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้ ยิ่งเห็นได้ว่าการประชุมครั้งนี้จะทำให้ตอบสนองต่อพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 แล้ว ยังทำให้คณาจารย์ที่เข้าร่วมประชุมทางวิชาการได้มีเวทีแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านการวิจัยและการนำเสนอบทความทางวิชาการจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยและต่อมหาวิทยาลัย ในการประกันคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตรและระดับมหาวิทยาลัย

นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการให้ประเทศไทยเป็นยุค THAILAND 4.0 โดยต้องการเปลี่ยนเศรษฐกิจแบบดั้งเดิมเป็นเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม เพื่อให้ประชาชนผ่านกับดักรายได้ปานกลางเป็นรายได้สูง การจัดโครงการประชุมวิชาการดังกล่าวจะมีส่วนส่งเสริม สนับสนุน ให้ประเทศไทยก้าวไปสู่ THAILAND 4.0 ได้อย่างดียิ่ง

โดยเฉพาะคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ได้เข้าร่วมโครงการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะได้รับประโยชน์โดยตรงที่จะทำให้ผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรได้รับประสบการณ์ตรงในการจัดประชุมทางวิชาการ และยังเป็นการกระตุ้นให้คณาจารย์ได้ทำผลงานทางวิชาการเพื่อทำให้คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้พัฒนางานทุกๆ ด้านมากยิ่งขึ้น

ในนามของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผู้บริหาร คณาจารย์และบุคลากร ขอให้ทุกท่านที่มาร่วมประชุมในครั้งนี้ นอกจากได้รับความสุขในการเดินทางมาจังหวัดเลยแล้ว ก็ขอให้ทุกท่านได้รับความรู้ ประสบการณ์และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชาว์ อินใย

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

สารจากรองผู้ว่าการฝ่ายกฎหมายและกรรมสิทธิ์ที่ดิน ทำการแทน ผู้ว่าการการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สืบเนื่องจากในปี 2558 สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ (ECTI) ได้เชิญการทางพิเศษแห่งประเทศไทยส่งผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ ECTI - CARD 2015 และต่อมาในปี 2559 การทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้รับเกียรติเข้าร่วมแสดงปาฐกถาและนำเสนอผลงานวิจัย ในการประชุมวิชาการ ECTI - CARD 2016 ที่ผ่านมา การทางพิเศษแห่งประเทศไทยจึงได้เล็งเห็นว่าการประชุม วิชาการ ECTI เป็นเวทีที่เปิดโอกาส ให้กับนักวิจัย นักวิชาการ อาจารย์ และนักศึกษาจากสถาบันการศึกษาชั้นนำได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน นำไปสู่ความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานในอนาคต มาในครั้งนี้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทยมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้รับเกียรติจากสมาคม ECTI ให้ร่วมเป็นเจ้าภาพ ในการประชุมวิชาการ ECTI - CARD 2017 ครั้งที่ 9 “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม” ซึ่งนับเป็นโอกาสอันดีที่การทางพิเศษแห่งประเทศไทยจะได้เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ในการดำเนินงานให้กับหน่วยงานที่สนใจนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ รวมถึงในวงวิชาการด้านการขนส่งและการจัดการจราจร

การทางพิเศษแห่งประเทศไทยในฐานะหน่วยงานสังกัดกระทรวงคมนาคมเห็นว่าการร่วมเป็นเจ้าภาพในครั้งนี้ถือเป็นการดำเนินงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีในการตอบสนองนโยบายของรัฐบาลเพื่อเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ที่เน้นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาเป็นตัวขับเคลื่อนการดำเนินงาน รวมถึงการเพิ่มมูลค่าสินค้าและการบริการ ซึ่งในการประชุมวิชาการ ECTI - CARD 2017 ครั้งนี้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ได้มีโอกาสนำเสนอผลงานวิจัยและนวัตกรรม ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นภายใต้แนวคิด Expressway 4.0 ที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการทางพิเศษเพื่อให้ผู้ใช้ทางได้รับความสะดวกและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อีกทั้ง ยังเป็นการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อขับเคลื่อนหน่วยงานด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม เหล่านี้ถือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศไปสู่ความ “มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน”

สุดท้ายนี้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทยขอขอบคุณคณะกรรมการ คณะทำงาน รวมถึงผู้ประสานงานทุกท่านที่มีความมุ่งมั่นร่วมกันให้การดำเนินงานในทุกภาคส่วนบรรลุวัตถุประสงค์ของการประชุมในครั้งนี้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับเกียรติในการสนับสนุนการประชุมวิชาการ ECTI นำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการร่วมกันในโอกาสต่อไป

นายสุทธิศักดิ์ วรรธนวินิจ
รองผู้ว่าการฝ่ายกฎหมายและกรรมสิทธิ์ที่ดิน
ทำการแทน ผู้ว่าการการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สารจากประธานจัดงาน

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ (Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology Association) ซึ่งเรียกย่อๆว่า ECTI Association หรือ สมาคมอีซีทีไอ จัดตั้งขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมความก้าวหน้าด้านวิชาการในประเทศไทยในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคมและสารสนเทศ และเป็นแหล่งรวมข้อมูลความรู้ของงานประชุมวิชาการต่างๆ ที่จัดขึ้นภายในประเทศให้สามารถค้นหาข้อมูลบทความในสาขาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวก และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยต่อๆ ไปได้โดยสมาคมฯได้จดทะเบียนเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2545 ในการจัดตั้งสมาคมฯ นั้น ตั้งใจว่าจะพยายามให้คล้ายกับ IEEE หรือ IEICE (ของประเทศญี่ปุ่น). กิจกรรมหลักๆจะมี การออกวารสารวิชาการ (ซึ่งมี 2 ฉบับ คือ ECTI-EEC และ ECTI-CIT) ดำเนินการจัดประชุมวิชาการระดับชาติ (เช่น ECTI CARD และอื่นๆ) ระดับนานาชาติ (เช่น ECTI CON, ECTI-NCON และอื่นๆ) การอบรมทางวิชาการ และการจัดบรรยายพิเศษ เป็นต้น

ECTI-CARD เป็นการประชุมทางวิชาการที่เน้นการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการศึกษา อันส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยผลงานที่นำเสนอจะได้รับการคัดกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างเข้มข้น นอกจากนี้คณะกรรมการจัดการประชุมยังได้คัดเลือกบทความรับเชิญที่น่าสนใจอีกจำนวนหนึ่งมานำเสนอในการประชุมอีกด้วย การประชุม ครั้งที่ 9 หรือ ECTI-CARD 2017 เป็นการจัดร่วมกัน ระหว่างสมาคมฯ กับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย การทางพิเศษแห่งประเทศไทย และสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ โดยกำหนดให้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 25-28 กรกฎาคม 2559 ณ โรงแรม เชียงคาน ริเวอร์ เมาท์เทน จ.เลย ภายใต้หัวเรื่อง "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม" ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าระดับของเทคโนโลยีในปีปัจจุบันนั้นได้ก้าวหน้าไปมาก เมื่อเทียบกับปีก่อนเก่า การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมนั้นจึงเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับประเทศไทย ซึ่งก็เป็นหนึ่งสมาชิกใน ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (เออีซี)

ในฐานะนายกสมาคมอีซีทีไอ จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้เข้าร่วมประชุมจะได้รับประโยชน์อย่างสูงสุด และสามารถนำความรู้ไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาได้เป็นอย่างดี ตลอดจนได้พบปะนักวิชาการ นักวิจัยและพัฒนา สามารถสร้างเครือข่ายการทำงานในอนาคตได้ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศในภาพรวมต่อไป

ท้ายที่สุด สมาคมฯ ขอขอบพระคุณอย่างสูงแก่ผู้บริหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย การทางพิเศษแห่งประเทศไทย และสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ คณะกรรมการจัดงานทุกฝ่าย ผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาที่มีส่วนร่วมทุกท่าน ในการจัดการประชุมวิชาการครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ชุมช่วย
นายกสมาคม ECTI

ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์

ดร.ศักดิ์ดา พรรณไวย

อัจฉรา เจริญสุข

สารจากประธานคณะกรรมการวิชาการ

ก่อนอื่นต้องขอแสดงความยินดีกับนักวิจัยและผู้แต่งบทความที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นหนึ่งผู้ที่เข้าร่วมนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในงานประชุมวิชาการเชิงประยุกต์ ECTI-CARD 2017 ในครั้งนี้

งานประชุมนี้ถือได้ว่าเป็นงานประชุมระดับชาติที่มีความสำคัญ และประสบความสำเร็จเป็นอย่างยิ่งในระดับหนึ่ง โดยพิจารณาจากจำนวนบทความที่มีผู้สนใจส่งเข้าร่วมประเมิน โดยในปีนี้ซึ่งมีการจัดงานเป็นปีที่ 9 ติดต่อกัน ได้มีสถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่างๆ จำนวน 51 หน่วยงาน ส่งผลงานเข้าร่วมประเมินจำนวนทั้งสิ้น 442 บทความ โดยมีอัตราการรับเข้าตีพิมพ์และนำเสนอผลงานอยู่ที่ 63.12% โดยแต่ละบทความจะได้รับการกลั่นกรองจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้คุณภาพของผลงานตลอดจนความเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประชุม

กระผมในนามของคณะกรรมการวิชาการ (Technical Program Committee) ทั้ง 4 ท่าน ต้องขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ช่วยพิจารณาผลงาน และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัยให้ดียิ่งขึ้นไป และต้องขอขอบคุณทางทีมงานทุกท่าน คณะเจ้าภาพจัดงาน รวมถึงการช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างดีเยี่ยม จากทางสมาคมวิชาการ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ ประเทศไทย (ECTI)

ในท้ายที่สุดนี้กระผมขอให้ทุกท่านช่วยกันสนับสนุน ส่งผลงานทางวิชาการเข้าร่วม ร่วมเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานตลอดจนมาเข้าร่วมงานประชุมกันอย่างต่อเนื่อง และนำความรู้ ความร่วมมือที่ได้จากการประชุมไปขยายผลและประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์กับประเทศชาติต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม
ประธานคณะกรรมการวิชาการ

คณะกรรมการอำนวยการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

ศ.ดร. โกสินทร์	จำนงไทย	(มจธ.)
ผศ.ดร. อภิรักษ์	จันทรสร้าง	(มก.)
รศ.ดร. อนันต์	ผลเพิ่ม	(มก.)
ศ.ดร. ประภาส	จงสถิตย์วัฒนา	(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
ศ.ดร. ประยุทธ	อัครเอกฒาลิน	(มจพ.)
ผศ.ดร. กฤษดา	ยิ่งขยัน	(มทร.ล้านนา)
รศ.ดร. สมศักดิ์	ชุมช่วย	(สจล.)
ผศ.ดร. ชัยวัฒน์	สากุล	(มทร.ศรีวิชัย)
ผศ.ดร. ณัฐพงศ์	พันธุนะ	(มทร.พระนคร)
ดร. ชัยวัฒน์	เจษตาจินต์	(NIMT)
ดร. ศักดิ์ดา	พรรณไวย	(กทพ.)

ที่ปรึกษาการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ดร. สุทธิพงศ์	เปรื่องค้า	(มรภ.อุดรธานี)
รศ.ดร. อลงกรณ์	พรมที	(มรภ.อุดรธานี)
ดร. เอกราช	ดีนาง	(มรภ. อุดรธานี)
ผศ. ปรีชาศาสตร์	มีเกาะ	(มรภ.สกลนคร)
ผศ.ดร. ชัยยศ	คำมี	(มรภ.เลย)
ดร. เกียรติศักดิ์	ศรีพิมาณวัฒน์	(ECTI)

คณะกรรมการดำเนินงานการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

General Chairs

รศ.ดร. สมศักดิ์	ชุมช่วย	(สจล.)
ชัยพันธุ์	ประการะพันธ์	(มรภ.อุดรธานี)
ดร. ศักดิ์ดา	พรรณไวย	(กทพ.)
อัจฉรา	เจริญสุข	(มว.)

Technical Program Chairs

รศ.ดร. อนันต์	ผลเพิ่ม	(มก.)
ดร. ชัยวัฒน์	เจษฎาจินต์	(มว.)
ดร. สุชาดา	ตันติสถิระพงษ์	(มศว.)
ผศ.ดร. ณัฐพงศ์	พันธุนะ	(มทร.พระนคร)

Committee

ผศ.ดร. พินิจ	กำหอม	(มจธ.)
ดร. มนตรี	โพธิโสโนทัย	(สจล.)
รศ.ดร. อภินันท์	อุรโสภณ	(มมส.)
ผศ.ดร. กริช	สมกันธา	(มรภ. อุดรธานี)
ผศ. วิไลพร	กุลตังวัฒนา	(มรภ. อุดรธานี)
ผศ.ดร. คณิศร	จี้กระโทก	(มรภ. อุดรธานี)
ผศ.ดร. ลือชัย	พรหมรัตน์รักษ์	(มรภ. อุดรธานี)
ผศ. จุไรรัตน์จินดา	อรรคนิตย์	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ. ปองพล	แสนสอน	(มรภ.อุดรธานี)
ดร. ภูเบศร์	พิพิธหิรัญการ	(มรภ.อุดรธานี)
ดร. ยุทธศักดิ์	ทอดทอง	(มรภ.อุดรธานี)
บัววรณ์	ไชยธงรัตน์	(มรภ.อุดรธานี)
ณัฐพงศ์	บุตรธนู	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ.ดร. สราวุฒิ	บุญเกิดรัมย์	(มรภ.สกลนคร)
ผศ. รชต	บุณยะยุต	(มรภ.สกลนคร)
ปริญญา	รจนา	(มรภ.สกลนคร)
รณยุทธ	นนท์พละ	(มรภ.สกลนคร)
ก้องภพ	ชาอามาตย์	(มรภ.สกลนคร)

ผศ.ดร. ภาณุมาศ	พรหมเทศ	(มรภ.เลย)
ผศ. กิติศักดิ์	แสนประสิทธิ์	(มรภ.เลย)
ดร. คมยุทธ	ไชยวงษ์	(มรภ.เลย)
ผศ. ยุทธพงษ์	นาคโสภณ	(มรภ.เลย)
เมืองมล	เสนเพ็ง	(มรภ.เลย)
ภควดี	ศิริหล้า	(มรภ.เลย)
ปรกรณ์เกียรติ	ภูกองพลอย	(มรภ.เลย)
วันชาติ	สุพรมพิทักษ์	(มรภ.เลย)
จิระสักดิ์	เปมะศิริ	(กทพ.)
วิภาดา	เกษมสุข	(กทพ.)
วปิยภัทร	พงษ์นิทรัพย์	(กทพ.)
เรือโท เสนาะ	พุทธาวงษ์	(กทพ.)
เทพฤทธิ์	รัตนปัญญากร	(กทพ.)
เอกรินทร์	เหลืองวิลัย	(กทพ.)
รัชฎา	พรหมสาขา ณ สกลนคร	(กทพ.)
ดร. สัญญา	ควรคิด	(มรภ.นครปฐม)
ดร. ธวัชชัย	ทองเหลี่ยม	(มรภ.นครปฐม)
ยิ่งยศ	ศรีบุญเรือง	(มบ.สระแก้ว)
ดร. นิกร	แก้วแพรก	(วว.)
ดร. สถาพร	พรพรหมลิขิต	(มข.)
ธนาฒน์	สุกนวล	(มทร.อีสาน-นครราชสีมา)
ผศ. วิชชุพงษ์	วิบูลเจริญ	(มทร.อีสาน-นครราชสีมา)
ผศ.ดร. อดิเรก	จันตะคุณ	(มทร.อีสาน-ขอนแก่น)
ศราวุฑ	คงลำพันธ์	(มทร.อีสาน-ขอนแก่น)
กร	พวงนาค	(มทร.พระนคร)
มัณฑณา	เตี๋ยวงษ์สุวรรณ์	(มทร.พระนคร)
อัญชลี	มะโนสืบ	(มทร.พระนคร)
ผศ. จิรพงษ์	จิตตะโคตร์	(มทร.ธัญบุรี)
ดร. สายชล	ชุดเจือจีน	(มทร.กรุงเทพ)

Local Arrangement Chairs

ผศ. ปองพล	แสนสอน	(มรภ.อุดรธานี)
รณยุทธ	นนท์พละ	(มรภ.สกลนคร)
ก้องภพ	ชาอามาตย์	(มรภ.สกลนคร)
ผศ.กิตติศักดิ์	แสนประสิทธ์	(มรภ.เลย)
ณัฐพงศ์	บุตรธนู	(มรภ.อุดรธานี)

Information Management Chairs

ผศ.ดร. กริช	สมกันธา	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ. วิไลพร	กุลตังวัฒนา	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ.ดร. คณิศร	จี้กระโทก	(มรภ.อุดรธานี)
ไชยวัฒน์	หอมแสง	(มรภ.อุดรธานี)

Publication Chairs

ปริญญา	รจนา	(มรภ.สกลนคร)
ดร. ยุทธศักดิ์	ทอดทอง	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ.ดร. สราวุฒิ	บุญเกิดรัมย์	(มรภ.สกลนคร)
ผศ. ปองพล	แสนสอน	(มรภ.อุดรธานี)

Workshop & Exhibition Chairs

ณัฐพงศ์	บุตรธนู	(มรภ.อุดรธานี)
ผศ.ณัฐกิตติ์	แสนทอง	(มรภ.อุดรธานี)

Finance & Registration Chairs

วิบูลย์	พร้อมพานิชย์	(สจล.)
หัถยา	คำภาษี	(มรภ.อุดรธานี)
ไพริน	แก้วกวย	(ECTI)

Secretaries

ปริญญา	รจนา	(มรภ.สกลนคร)
ผศ.กิตติศักดิ์	แสนประสิทธิ์	(มรภ.เลย)
ไมตรี	ธรรมมา	(มทร.อีสาน)
ณัฐพงศ์	บุตรธนู	(มรภ.อุดรธานี)

Special Session

รศ.ดร. วีระ	บุญจริง	(สจล.)
รศ.ดร. เอกรัฐ	บุญเชียง	(ม.เชียงใหม่)
ผศ.ดร. เกริก	ภิรมย์โสภา	(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
ดร. มนตรี	โพธิโสโนทัย	(สจล.)
ผศ.ดร. ชาญวิทย์	บุญช่วย	(บริษัทไซแนปประเทศไทยจำกัด)
ดร. เฉลิมภัณฑ์	ฟองสมุทร	(ม.บูรพา)
ผศ.ดร. นรรัตน์	วัฒนมงคล	(ม.บูรพา)
ณัฐพนธ์	จงฤกษ์มงคล	(SE-ED)
ดร. สุชาดา	ตันติสถิระพงษ์	(มศว.)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ผศ.ดร. นรรัตน์ วัฒนมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร. อภิรัฐ ลิ่มมณี	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร. เฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร. เชาวน์วัฒน์ เอื้อเฟื้อ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ยิ่งยศ ศรีบุญเรือง	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร. ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
รศ.ดร. ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร. ตรัสพงศ์ ไทยอุปถัมภ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร. กฤษณะ ไวยมัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ประดนเดช นีละคุปต์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. สุรศักดิ์ สงวนพงษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร. จันทนา จันทราพรชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. ธนาวินท์ รักธรรมานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร. พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร. สมชาย นำประเสริฐชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. ภุชงค์ อุทโยภาศ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. จิตติ นิรมิตรานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. หัชทัย ชาญเลขา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. สุภาพร เอื้อจงมานี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. สุชัยศรี ไลออน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร สมศักดิ์ ชุมช่วย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ. ดร. รณชัย ติยะรัตนาชัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. มนตรี โพธิโสโนทัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. อุกฤษฏ์ วัชรีฤทัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร. พินิจ กำหอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ.ดร โกสินทร์ จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. ประเสริฐศักดิ์ เตียวงศ์สมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร. พิสิทธิ วิสุทธิเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร. วิทวัส สิฏฐกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร. ณัฐพล ประยงค์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Withawat Tangtrongpairoj	NAIST
ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. สุธาสินี ฉิมเล็ก	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. ศักดิ์ดา พรรณไวย	การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
ดร. มณฑล หอมกลิ่นเทียน	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร. อ้อยใจ อ่องหร่าย	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร. ธัญญา คชวัฒน์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
Natenapit Khumthukthit	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
เทพบดินทร์ บริรักษ์อราวินท์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
รศ.ดร. สินชัย กมลภิวงศ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. ธัชชัย เอ้งฉ้วน	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร. จิรวัฒน์ แท่นทอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร. วฤทธิ์ วิชกูล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร. เอกสิทธิ์ นุกูลเจริญลาภ	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผศ.ดร. อนนท์ นำอิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร. ชาญ ชัยเดชธรรมรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร. ธีระศักดิ์ สมศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร.ศุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร. นพพร พัชรประกิติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร. วิโรจน์ ปงลังกา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร. พลกฤษณ์ ทุนคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ. วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ธนาฒน์ สุกนวล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ไมตรี ธรรมมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร. พสิษฐ์ สุวรรณภิงคาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อัญชลี มโนสืบ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผศ.ดร. นำคุณ ศรีสนิท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร. ฑีมพันธุ์ เจริญพงษ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผศ.ดร. อัญชลี สุวรรณมณี	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. ดิเรก เสือสีนาค	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. คมกฤษ ประเสริฐวงษ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. สุชาดา ตันติสถิระพงษ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. ทวีชัย อวยพรกชกร	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาคม ม่วงเขาแดง	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร. ชาญวิทย์ บุญช่วย	SYNAPES (Thailand) Co., Ltd. (AI Tech)
ดร. วนิดา พฤทธิวิทยา	มหาวิทยาลันธรรมศาสตร์
รศ.ดร. อลงกรณ์ พรมที	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร. กริช สมกันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร. ชนันท์กรณ์ จันแดง	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

1. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2. บริษัท เยนเนอรัลอินสทรูเม้นท์ จำกัด
3. บริษัท แอสเวลล์ โซลูชั่น จำกัด
4. บริษัท แมริโกลด์ เทคโนโลยีส์ จำกัด
5. บริษัท ทรานส์โค้ด จำกัด
6. บริษัท วีนัส ซัพพลาย จำกัด
7. บริษัท จีเมติกส์ จำกัด
8. บริษัท อินฟราทรานส์ คอนซัลแตนซี (ประเทศไทย) จำกัด
9. บริษัท จีเนียส ทราฟฟิค ซีสเต็ม จำกัด
10. บริษัท แพลน บี มีเดีย จำกัด (มหาชน)
11. บริษัท ล็อกซเล่ย์ จำกัด (มหาชน)
12. บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
13. ยู แอนด์ เอส อิเลคทรอนิกส์
14. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
15. บริษัท เทรนประเทศไทย จำกัด
16. บริษัท ทางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน)
17. บริษัท ไอซ์ แอลอีดี จำกัด
18. สถานีตำตรวจภูธร อ.เชียงคาน และ อบต.เชียงคาน

สรุปจำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

จำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมฯ มีทั้งสิ้น	**442**	**บทความ**
ผ่านการพิจารณา	279	บทความ
นำเสนอแบบบรรยาย	254	บทความ
นำเสนอแบบโปสเตอร์	25	บทความ
ไม่ผ่านการพิจารณา	105	บทความ
บทความที่ไม่สมบูรณ์	58	บทความ

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณา

กลุ่มที่ 1 : เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร	25	บทความ
กลุ่มที่ 2 : เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา	23	บทความ
กลุ่มที่ 3 : การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ	22	บทความ
กลุ่มที่ 4 : การเรียนการสอนทางไกล การศึกษาบันเทิงคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน	11	บทความ
กลุ่มที่ 5 : การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์	9	บทความ
กลุ่มที่ 6 : การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย	17	บทความ
กลุ่มที่ 7 : การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม	16	บทความ
กลุ่มที่ 8 : ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม	3	บทความ
กลุ่มที่ 9 : ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ	13	บทความ
กลุ่มที่ 10 : มาตรวิทยา การวัดและควบคุม	20	บทความ
กลุ่มที่ 11 : วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	70	บทความ
กลุ่มที่ 12 : STEM เทคโนโลยีการศึกษา	12	บทความ
กลุ่มที่ 13 : ระบบควบคุมด้านการเกษตรและชีวิตประจำวัน	23	บทความ
กลุ่มที่ 14 : กลุ่มบทความพิเศษ	15	บทความ

Emerging Software and Hardware Technologies for Digital Smart Society

Data Processing for Biomedical, Energy, and Environmental Applications

กรมสอบสวนคดีพิเศษ(DSI)

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณาแยกตามหน่วยงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	32	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	27	บทความ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	23	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	17	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	14	บทความ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	14	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	12	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	14	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	9	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	7	บทความ
การทางพิเศษแห่งประเทศไทย	7	บทความ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	7	บทความ
มหาวิทยาลัยนครพนม	8	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	6	บทความ
มหาวิทยาลัยบูรพา	6	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	5	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	5	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	4	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	4	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	4	บทความ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	4	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	3	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	3	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	3	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	3	บทความ
มหาวิทยาลัยมหิดล	3	บทความ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	3	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	2	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	2	บทความ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2	บทความ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2	บทความ

มหาวิทยาลัย นอร์ท-เชียงใหม่	2	บทความ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2	บทความ
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2	บทความ
มหาวิทยาลัยสยาม	2	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสารคาม	1	บทความ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม	1	บทความ
มหาวิทยาลัยรังสิต	1	บทความ
โรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย	1	บทความ
มหาวิทยาลัยนเรศวร	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	1	บทความ
มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์	1	บทความ
สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชธานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	1	บทความ
วิทยาลัยพิชญบัณฑิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	1	บทความ

กำหนดการจัดงานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2017

<table>
<tr><td colspan="10">วันอังคารที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ.2560
ลงทะเบียนผู้เข้าส่งบทความเตรียมการนำเสนอและจัดบูธจากผู้สนับสนุน</td></tr>
<tr><td colspan="10">วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 13:00 – 15:00 น.</td></tr>
<tr><td colspan="9">ห้อง นครเวียงจันทร์</td><td>SESSION 111</td></tr>
<tr><td colspan="10">เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร
ประธาน : ดร. สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์(มทร.กรุงเทพ)
รองประธาน : ดร. ยุทธศักดิ์ ทอดทอง(มรภ.อุดรธานี)</td></tr>
<tr><td>ID</td><td>1053</td><td>1155</td><td>1188</td><td>1212</td><td>1224</td><td>1232</td><td>1256</td><td>1214</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="9">ห้อง แก่นท้าว</td><td>SESSION 112</td></tr>
<tr><td colspan="10">เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา
ประธาน : ดร. ศริญญา ปะสะกวี (สถาบันมาตรวิทยา)
รองประธาน : ผศ. วาสนา เกษมสินธ์ (มรภ.สกล)</td></tr>
<tr><td>ID</td><td>1341</td><td>1379</td><td>1322</td><td>1064</td><td>1112</td><td>1158</td><td>1387</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="9">ห้อง วังเวียง</td><td>SESSION 113</td></tr>
<tr><td colspan="10">เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา
ประธาน : ดร. มณฑล หอมกลิ่นเทียน (สถาบันมาตรวิทยา)
รองประธาน : ดร. ปิยวดี ยาบุษดี(มรภ.อุดรธานี)</td></tr>
<tr><td>ID</td><td>1168</td><td>1065</td><td>1113</td><td>1161</td><td>1166</td><td>1196</td><td>1210</td><td>1296</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="9">ห้อง บ่อแก้ว</td><td>SESSION 114</td></tr>
<tr><td colspan="10">กรมสอบสวนคดีพิเศษ(DSI)
ประธาน : ดร. มนตรี โพธิโสโนทัย (สจล.)
รองประธาน : ผศ. รชต บุณยะยุต (มรภ. สกลนคร)</td></tr>
<tr><td>ID</td><td>1440</td><td>1441</td><td>1442</td><td>1156</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10">พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.</td></tr>
</table>

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 15:15 – 17:45 น.

ห้อง นครเวียงจันทร์ **SESSION 115**

เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร

ประธาน : รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ(มมส.)

รองประธาน : ผศ. ปองพล แสนสอน(มรภ.อุดรธานี)

ID	1186	1198	1223	1229	1250	1303	1328	1368	1404	

ห้อง แก่นท้าว **SESSION 116**

ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม

ประธาน : ผศ.ดร. วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์(มทร.อิสาน โคราช)

รองประธาน : ผศ.ดร. สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์(มรภ.สกลนคร)

ID	1066	1152	1260	1296	1325	1381	1146	1277		

ห้อง วังเวียง **SESSION 117**

เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา

ประธาน : ผศ.ดร. พินิจ กำหอม (มจธ.)

รองประธาน : ดร. ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ(มรภ.อุดรธานี)

ID	1034	1089	1138	1164	1184	1203	1248	1310	1313	1371

ห้อง บ่อแก้ว **SESSION 118**

ระบบควบคุมด้านการเกษตรและชีวิตประจำวัน

ประธาน : ผศ.ดร. ชาญวิทย์ บุญช่วย(บริษัทไซแนปประเทศไทยจำกัด) Speaker รับเชิญ

รองประธาน : ดร. คมยุทธ ไชยวงษ์ (มรภ.เลย)

ID	1008	1048	1098	1114	1183	1195	1231	1262	1275	

งานเลี้ยงต้อนรับ Welcome Party ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ 18:00 – 20:00 น.

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 08:00 – 10:00 น.									
ห้อง นครเวียงจันทร์									**SESSION 201**
การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ ประธาน : ดร. นฤดม นวลขาว (สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : ดร. ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา (มทร.อีสาน โคราช)									
ID	1031	1083	1127	1176	1213	1245	1305	1354	
ห้อง แก่นท้าว									**SESSION 202**
ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ ประธาน : ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ(มทร.พระนคร) รองประธาน : ผศ. รชต บุญยะยุต(มรภ.สกลฯ)									
ID	1009	1072	1096	1282	1333	1334	1350	1069	
ห้อง วังเวียง									**SESSION 203**
การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม ประธาน : ดร. ศักดา พรรณไวย(การทางพิเศษแห่งประเทศไทย) รองประธาน : ดร. ประจวบ อินระวงศ์ (มทร อีสาน โคราช)									
ID	1041	1087	1281	1038	1084	1205	1382		
ห้อง หลวงน้ำทา									**SESSION 204**
การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย ประธาน : ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทรสร้าง(มก.) รองประธาน : อ. กร พวงนาค(มทร.พระนคร)									
ID	1032	1244	1316	1058	1200	1247	1378		
พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 10:00 – 10:15 น.									

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 10:15 – 12:15 น.								
ห้อง นครเวียงจันทร์								**SESSION 205**
การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ ประธาน : ผศ.ดร. สายชล ชุดเจือจิน(มทร.กรุงเทพ) รองประธาน : ดร. ปิยวดี ยาบุษดี(มรภ.อุดรธานี)								
ID	1078	1126	1137	1179	1287	1340	1377	1395
ห้อง แก่นท้าว								**SESSION 206**
ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ ประธาน : ผศ.ดร. วิทวัส สิฐกุล(มจพ.) รองประธาน : ผศ.ดร. คณิตศร จิ๋กระโทก(มรภ.อุดรธานี)								
ID	1046	1094	1194	1326	1424	1230	1422	1010
ห้อง วังเวียง								**SESSION 207**
การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม ประธาน : ดร. สัญญา ควรคิด (มรภ.นครปฐม) รองประธาน : อ. ก้องภพ ชาอามาตย์ (มรภ.สกลนคร)								
ID	1062	1143	1289	1040	1085	1386	1385	
ห้อง หลวงน้ำทา								**SESSION 208**
การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย ประธาน : รศ.ดร. กฤษณะ ไวยมัย(มก.) รองประธาน : ผศ. วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ (มทร.อีสาน โคราช)								
ID	1043	1174	1246	1337	1095	1241	1304	1226
พักรับประทานอาหารกลางวัน ห้องดวงจำปา เวลา 12:15 – 13:00 น.								

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560

พิธีเปิด ห้องนครเวียงจันทร์ เวลา 13:00 - 13:30 น.

Keynote ศ.ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา(จุฬาฯ), ศ.ดร.ประยุทธ อัครเอกฒาลิน(มจพ.), ศ.ดร.โกสินทร์ จำนงไทย(มจธ.) เวลา 13:30 - 14:15น.

Keynote คุณจิระสักดิ์ เปมะศิริ ผู้อำนวยการฝ่ายสารสนเทศเวลา 14:15 - 15:00 น.

พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 - 15:15 น.

การนำเสนอภาคโปสเตอร์

ประธาน: รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม(มก.) รองประธาน: ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทรสร้าง(มก.)

1022	1047	1050	1051	1088	1136	1141	1150
1189	1191	1208	1215	1219	1220	1228	1264
1265	1271	1276	1297	1324	1370	1376	1392
1393							

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 15:15 – 17:45 น.

ห้อง นครเวียงจันทร์ **SESSION 211**

การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์

ประธาน : รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม(มก.)

รองประธาน : ผศ.ดร. คณิศร จี้กระโทก(มรภ.อุดรธานี)

ID 1240 1128 1216 1283 1367 1284 1039 1178

ห้อง แก่นท้าว **SESSION 212**

ระบบควบคุมด้านการเกษตรและชีวิตประจำวัน

ประธาน : ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว(มก.)

รองประธาน : ผศ. จิรพงษ์ จิตตะโคตร์(มทร.ธัญบุรี)

ID 1019 1071 1270 1100 1187 1227 1267

ห้อง วังเวียง **SESSION 213**

Special Session on Emerging Software and Hardware Technologies for Digital Smart Society

ประธาน : ผศ.ดร. นรรัตน์ วัฒนมงคล(ม.บูรพา)

รองประธาน : ผศ.ดร. สุรเชษฐ์ กานต์ประชา(ม.นเรศวร)

ID 1428 1429 1430 1431 1432 1433

ห้อง หลวงน้ำทา **SESSION 214**

Special Session on Data Processing for Biomedical, Energy, and Environmental Applications

ประธาน : รศ.ดร. เอกรัฐ บุญเชียง (ม.เชียงใหม่)

รองประธาน : ดร. ชัยรัตน์ พินทอง (ม.นเรศวร)

ID 1434 1435 1436 1437 1438 1439

งานเลี้ยงรับรอง Banquet ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.

วันศุกร์ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 08:00 – 10:00 น.									
ห้อง นครเวียงจันทร์									**SESSION 301**
มาตรวิทยา การวัดและควบคุม ประธาน : รศ.ดร. เดชา พวงดาวเรือง (ม.เอเซียอาคเนย์) รองประธาน : ดร. เฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร (ม.บูรพา)									
ID	1021	1074	1233	1396	1401	1405	1408	1407	
ห้อง แก่นท้าว									**SESSION 302**
STEM เทคโนโลยีการศึกษา ประธาน : ดร. ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์(สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : ดร. ธวัชชัย ทองเหลี่ยม (มรภ.นครปฐม)									
ID	1060	1104	1111	1181	1209	1338	1086	1037	
ห้อง วังเวียง									**SESSION 303**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ดร. กนกวรรณ นนทพจน์(สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : อ. สมพร เตียเจริญ (ม.ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)									
ID	1011	1029	1063	1076	1118	1157	1006	1185	
ห้อง หลวงน้ำทา									**SESSION 304**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ดร. ชัยรัตน์ พินทอง (ม.นเรศวร) รองประธาน : ผศ. วิไลพร กุลตังวัฒนา (มรภ. อุดรธานี)									
ID	1026	1042	1097	1148	1162	1170			
พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 10:00 – 10:15 น.									

วันศุกร์ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 10:15 – 12:15 น.									
ห้อง นครเวียงจันทร์									**SESSION 305**
มาตรวิทยา การวัดและควบคุม ประธาน : ผศ.ดร. กฤษดา ยิ่งขยัน (มทร.ล้านนา) รองประธาน : ผศ. กิตติศักดิ์ แสนประสิทธิ์(มรภ.เลย)									
ID	1144	1327	1180	1398	1406	1411	1403		
ห้อง แก่นท้าว									**SESSION 306**
STEM เทคโนโลยีการศึกษา ประธาน : ผศ.ดร. ชัยยศ คำมี (มรภ.เลย) รองประธาน : อ. ยิ่งยศ ศรีบุญเรือง (ม.บูรพา สระแก้ว)									
ID	1099	1110	1175	1182	1237	1375	1159	1142	
ห้อง วังเวียง									**SESSION 307**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ.ดร. ชัยวัฒน์ สากุล(มทร.ศรีวิชัย ตรัง) รองประธาน : ผศ.ดร. วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์(มทร.อิสาน โคราช)									
ID	1012	1035	1068	1103	1160	1169	1190		
ห้อง หลวงน้ำทา									**SESSION 308**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ. ดร. สุรเชษฐ์ กานต์ประชา(มน.) รองประธาน : ดร. วีรพล คงนุ่น(มรภ.อุตรดิตถ์)									
ID	1027	1045	1075	1106	1154	1163	1177	1193	
พักรับประทานอาหารกลางวัน ห้องหลวงน้ำทา เวลา 12:15 – 13:00 น.									

วันศุกร์ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 13:00 – 15:00 น.									
ห้อง นครเวียงจันทร์									**SESSION 311**
มาตรวิทยา การวัดและควบคุม ประธาน : รศ.ดร. อลงกรณ์ พรมที(มรภ.อุดรธานี) รองประธาน : อ. เมืองมล เสนเพ็ง(มรภ.เลย)									
ID	1402	1028	1335	1399	1423				
ห้อง แก่นท้าว									**SESSION 312**
การเรียนการสอนทางไกล การศึกษาบันเทิงคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน ประธาน : ดร. สุชาดา ตันติสถิระพงษ์(มศว.) รองประธาน : ดร. วีรพล คงนุ่น(มรภ.อุตรดิตถ์)									
ID	1153	1211	1252	1363	1372	1016	1036	1067	
ห้อง วังเวียง									**SESSION 313**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ.ดร. กริช สมกันธา (มรภ.อุดรธานี) รองปรธาน : ผศ.ดร. สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์(มรภ.สกลนคร)									
ID	1199	1236	1258	1268	1280	1291	1302	1329	
ห้อง บ่อแก้ว									**SESSION 314**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ. วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี(มทร.กรุงเทพ) รองประธาน : ดร. ธวัชชัย ทองเหลี่ยม (มรภ.นครปฐม)									
ID	1225	1253	1261	1272	1288	1298	1319	1394	
พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.									

วันศุกร์ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2560 เวลา 15:15 – 17:45 น.						
ห้อง แก่นท้าว						**SESSION 316**
ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม ประธาน : ผศ. สมเกียรติ ทองแก้ว(มทร.พระนคร) รองประธาน : อ. รณยุทธ นนท์พละ(มรภ.สกลนคร)						
ID	1421	1273	1410	1339	1400	1397
ห้อง วังเวียง						**SESSION 317**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ.ดร. ลือชัย พรหมรัตน์รักษ์(มรภ.อุดรธานี) รองประธาน : อ. ปริญญา รจนา (มรภ.สกลนคร)						
ID	1201	1239	1259	1286	1292	1315
ห้อง บ่อแก้ว						**SESSION 318**
วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธาน : ผศ.ดร. ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล(มทร.ศรีวิชัย ตรัง) รองประธาน : ผศ. จุไรรัตน์จินดา อรรคนิตย์(มรภ.อุดรธานี)						
ID	1234	1254	1266	1290	1301	1323

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 111**
	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร ห้อง นครเวียงจันทร์ ประธาน : ดร. สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์(มทร.กรุงเทพ) รองประธาน : ดร. ยุทธศักดิ์ ทอดทอง(มรภ.อุดรธานี)	
	13:00 – 15:00 น.	
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1053	บ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะ	1-4
1155	เครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก	5-8
1188	หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส	9-12
1212	อุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้า	13-16
1224	ระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบไร้สายสำหรับการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์	17-20
1232	The Study of Crayfish’s Growth in Automatic Control Condo	21-24
1256	Design and development of a smoke oven	25-28
1214	เครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก	29-32
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 112**
	เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา ห้อง แก่นท้าว ประธาน : ดร. ศริญญา ปะสะกวี (สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : ผศ. วาสนา เกษมสินธ์ (มรภ.สกล)	
	13:00 – 15:00 น.	
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1341	เครื่องคัดขนาดสับปะรดด้วยการประมวลผลภาพ	33-36
1379	เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างง่าย	37-40
1322	การประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนสำหรับระบบควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิด	41-44
1064	การพัฒนาสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ	45-48
1112	Applications for Patients with Alzheimer's Disease	49-52
1158	Personal Trainer	53-56
1387	ระบบวัดตำแหน่งเครื่องรับภาพรังสีเอกซ์เรย์อวัยวะทรวงอกอัติโนมัติโดยใช้การประมวลผลภาพ	57-60
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 113**
เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา ห้อง วังเวียง ประธาน : ดร. มณฑล หอมกลิ่นเทียน (สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : ดร. ปิยวดี ยาบุษดี(มรภ.อุดรธานี)		
13:00 – 15:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1168	การปกปิดความผิดพลาดสำหรับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง	61-64
1065	เครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต	65-68
1113	ระบบสารสนเทศบนเว็บและแอนดรอยด์สำหรับคลีนิคผู้มีบุตรยาก	69-72
1161	เครื่องช่วยเดิน	73-76
1166	Foot Plantar Pressure Measurement Device	77-80
1196	ระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย	81-84
1210	การพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยะวิถีสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์	85-88
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 114**
กรมสอบสอนคดีพิเศษ(DSI) ห้อง บ่อแก้ว ประธาน : ดร. มนตรี โพธิโสโนทัย (สจล.) รองประธาน : ผศ. รชต บุณยะยุต (มรภ. สกลนคร)		
13:00 – 15:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1440	Message Filtering Technique for Conflict Detection in Society	89-92
1441	SIGNATURE VERIFICATION SYSTEM WITH CHAIN CODE FEATURES	93-96
1442	การปรับปรุงกล้องวงจรปิดเพื่อตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมการขโมยของอัตโนมัติ	97-100
1156	IoT-Based Portable Wireless Printer	101-104
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 15:00 – 15:15 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 115**
เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร ห้อง นครเวียงจันทร์ ประธาน : รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ(มมส.) รองประธาน : ผศ. ปองพล แสนสอน(มรภ.อุดรธานี)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1186	การออกแบบระบบควบคุมและกลไกการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลน	105-108
1198	เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง	109-112
1223	ระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย	113-116
1229	โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ	117-120
1250	การปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ควบคุมอุณหภูมิน้ำด้วยเซ็นเซอร์	121-124
1303	อุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมจากแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า	125-128
1328	DEVELOPMENT OF A SCREW FEEDER CONTROL SYSTEM FOR PRECISION FERTILIZING MACHINE	129-132
1368	การประยุกต์ใช้รหัสคิวอาร์เพื่อให้ข้อมูลสินค้าและผลิตภัณฑ์	133-136
1404	การประกันคุณภาพของการวัดความชื้นในข้าวด้วยการพัฒนาข้าวความชื้นอ้างอิงมาตรฐาน	137-140
	งานเลี้ยงต้อนรับ(Welcome Party) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา18:00 – 20:00 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 116**
ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม ห้อง แก่นท้าว ประธาน : ผศ.ดร. วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์(มทร.อิสาน โคราช) รองประธาน : ผศ.ดร. สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์(มรภ.สกลนคร)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1066	ระบบเว็บสำหรับสร้างแบบจำลองธุรกิจด้วยแนวคิด Business Model Canvas	141-144
1152	แอปพลิเคชันเพื่อความสะดวกสบายในการท่องเที่ยวแบบเป็นกรุ๊ปทัวร์	145-148
1260	โมเดลแนะนำการท่องเที่ยวของกรุงเทพมหานครโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสิน	149-152
1296	Prediction Tobacco data on Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) using Data Mining and Feature Selection Techniques	153-156
1325	Healthy and Money planning Application	157-160

1381	การพัฒนาระบบแสดงข้อมูลการวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส	161-164
1146	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน	165-168
1277	การวิเคราะห์และทดสอบวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์	169-172
	งานเลี้ยงต้อนรับ(Welcome Party) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 117**
เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา ห้อง วังเวียง ประธาน : ผศ.ดร. พินิจ กำหอม (มจธ.) รองประธาน : ดร. ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ(มรภ.อุดรธานี)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1034	ชุดเฝ้าระวังและประเมินความเสี่ยงการเกิดแผลกดทับด้วยตัวตรวจจับแรงกด FSR	173-176
1089	การสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า	177-180
1138	เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่สามารถปรับความเข้มแสงได้โดยอัตโนมัติ	181-184
1164	The Physical Therapy for Arms	185-188
1184	Measurement of Heart Rate and Blood Oxygen Saturation Using Smartphone Camera	189-192
1203	Application Volunteer Emergency Practice on Smartphone using Android Operating System	193-196
1248	ระบบบันทึกและวิเคราะห์สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งของมนุษย์	197-200
1310	การควบคุมแบบป้อนกลับความเร็ว สำหรับเครื่องเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวต้นทุนต่ำ เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยข้อเข่ายึดติด ด้วยตัวควบคุมฝังตัวแบบไมโครคอนโทรเลอร์	201-204
1313	The study of Surface EMG Subband from Lower Arm for Finger Movement Classification	205-208
1371	ระบบแจ้งเตือนทานยานและการออกนอกพื้นที่ด้วยระบบสมองกลฝังตัว	209-212
	งานเลี้ยงต้อนรับ(Welcome Party) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพุธที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 118**
ระบบควบคุมด้านการเกษตร และชีวิตประจำวัน ห้อง บ่อแก้ว ประธาน : ผศ.ดร. ชาญวิทย์ บุญช่วย(บริษัทไซแนปประเทศไทยจำกัด) รองประธาน : ดร. คมยุทธ ไชยวงษ์ (มรภ.เลย)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1008	การประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ในระบบสะสมพลังงานฟลายวีล	213-216

1048	ระบบบริหารจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์กลางสำหรับข้อมูลปริมาณมากเพื่อการจัดการและการดำเนินงาน	217-220
1098	ระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอล	221-224
1114	การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจังหวัดตรัง ผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	225-228
1183	การจำแนกกิจกรรมตามปกติโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม	229-232
1195	e-PTA: The Project Progress Tracking Application	233-236
1231	Lightning Performance Assessment for 115 kV Transmission Line System Based on Ground Flash Density	237-240
1262	Bottle Image Registration base on Principal Axis Analysis Algorithm	241-244
1275	เครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับผสมและอัดก้อนเชื้อเห็ด	245-248
	งานเลี้ยงต้อนรับ(Welcome Party) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 201**
การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ ห้อง นครเวียงจันทร์ ประธาน : ดร. นฤดม นวลขาว (สถาบันมาตรวิทยา) รองประธาน : ดร. ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา (มทร.อีสาน โคราช)		
08:00 – 10:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1031	The Control Operation Of Electrical From Mobile Phones	249-252
1083	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับถนนด้วยการปรับปรุง Photo Switch	253-256
1127	ระบบบริหารจัดการการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม	257-260
1176	การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	261-264
1213	ระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อลดการใช้พลังงาน	265-268
1245	ระบบวิเคราะห์และแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบเวลาจริง	269-272
1305	สมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัว	273-276
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 10:00 – 10:15 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 202**
ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ ห้อง แก่นท้าว ประธาน : ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ(มทร.พระนคร) รองประธาน : ผศ. รชต บุญยะยุต(มรภ.สกลนคร)		
08:00 – 10:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1009	เครื่องตรวจจับสัญญาณไวไฟสำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย	277-280
1072	ผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมต่อการใช้งานได้และประสิทธิภาพของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต	281-284
1096	Face Recognition for Automatic door security	285-288
1282	ระบบการยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัยในโรงแรมด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้และระบบจำแนกใบหน้า	289-292
1333	ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า	293-296
1334	ระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID	297-300
1350	ระบบตรวจจับใบหน้าเพื่อลงเวลาด้วยราสเบอร์รี่ไพ	301-304
1069	พัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวบุคคลด้วยเซนเซอร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	305-308
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 10:00 – 10:15 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 203**
การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม ห้อง วังเวียง ประธาน : ดร. ศักดา พรรณไวย(การทางพิเศษแห่งประเทศไทย) รองประธาน : ดร. ประจวบ อินระวงศ์ (มทร อีสาน โคราช)		
08:00 – 10:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1041	ระบบเว็บสำหรับแสดงรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะ และค้นหาเส้นทางรถสาธารณะในกรุงเทพมหานคร	309-312
1087	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษ	313-316
1205	การพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้	317-320
1038	Development of multimedia and QR code for public relations of information of Thungsong Traffic of State Railway of Thailand	321-324

1084	การประเมินอัตราเร่งของรถยนต์เพื่อการออกแบบ เลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง โดยใช้วิธี Probe Vehicle	325-328
1382	การคำนวณปริมาณการลดมลพิษทางอากาศ เนื่องจากการใช้ทางพิเศษโดยใช้เทคโนโลยี ITS Estimation of Emission Reduction of an Expressway by Using Intelligent Transportation System	329-322
	พักรับประทานอาหารว่าง 10:00 – 10:15 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 204**
การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย ห้อง หลวงน้ำท่า ประธาน : ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง(มก.) รองประธาน : อ. กร พวงนาค(มทร.พระนคร)		
08:00 – 10:00 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1032	Fault Detection Demonstration Kit due to Optical Fibre	333-336
1244	ระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง	337-340
1316	แอคเซสพ้อยต์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค	341-344
1058	ออกแบบและประเมินผลโปรแกรมควบคุมกล้องบน Raspberry Pi เพื่อผู้พิการที่มีสายตาเลือนราง	345-348
1200	ระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์	349-352
1247	แพลตฟอร์มการจัดรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ ของเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรน	353-356
1378	การวัดประสิทธิภาพของชุดการเข้ารหัสเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL บนเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet	357-360
	พักรับประทานอาหารว่าง ห้องหลวงน้ำทา เวลา 10:00 – 10:15 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 205**
การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ ห้อง นครเวียงจันทร์ ประธาน : ผศ.ดร. สายชล ชุดเจือจีน(มทร.กรุงเทพ) รองประธาน : ดร. ปิยวดี ยาบุษดี(มรภ.อุดรธานี)		
10:15 – 12:15 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1078	อินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขา สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส	361-364

1126	การพัฒนาและออกแบบชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วย Smart phone iOS	365-368
1137	ออกแบบและพัฒนาระบบขับไฟแอลอีดีส่องถนน 80 วัตต์ สำหรับระบบแหล่งจ่ายไฟแบบผสมผสาน	369-372
1179	เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์	373-376
1287	A Study on Suitable Automatic Home Energy Control and Management System in Consideration of Energy User's Behavior	377-380
1340	เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดการใช้พลังงาน	381-384
1377	การประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino ในการตรวจสอบสมรรถนะการทำความเย็นเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ	385-388
1395	การจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับกังหันตีน้ำ	389-392
	รับประทานอาหารกลางวัน ห้องดวงจำปา เวลา 12:15 – 13:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 206**
ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ ห้อง แก่นท้าว ประธาน : ผศ.ดร. วิทวัส สิฐกุล(มจพ.) รองประธาน : ผศ.ดร. คณิศร จี้กระโทก(มรภ.อุดรธานี)		
10:15 – 12:15 น.		

ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1046	ระบบรายงานและแจ้งเตือนห้องศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไอพีเวอร์ชั่นหก	393-396
1094	Detection of Markers on Runway for distance of Automatic Landing Using Computer Vision	397-400
1194	Warehouse Management System and Searching Products using Handheld RFID Readers	401-404
1326	การตรวจสอบคุณลักษณะการเดินของบุคคลด้วยการประมวลผลภาพการเดินรยางค์ล่าง	405-408
1230	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีด้วยวิธีการกำหนดความกว้างสัญญาณ	409-412
1422	การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ	413-416
1010	ประสิทธิภาพของระบบประจุแบตเตอรี่จากพลังงานไตรบริด	417-420
	รับประทานอาหารกลางวัน ห้องดวงจำปา เวลา 12:15 – 13:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 207**
	การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม ห้อง วังเวียง ประธาน : ดร. สัญญา ควรคิด (มรภ.นครปฐม) รองประธาน : อ. ก้องภพ ชาอามาตย์(มรภ.สกลนคร)	
	10:15 – 12:15 น.	
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1062	การออกแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามความความหนาแน่นของการจราจร	421-424
1143	การพยากรณ์โลจิสติกส์ด้วยการค้นหาแบบนกกาเหว่า: กรณีศึกษา การขนส่งสินค้าทางน้ำ บริเวณเมืองท่าชายฝั่งของประเทศไทย	425-428
1289	การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทางและน้ำหนัก	429-442
1040	ระบบนับและจำแนกประเภทรถโดยใช้การประมวลผลภาพ	433-436
1085	การประเมินระบุตำแหน่งจุดติดขัดจากแผนที่รายงานสภาพการจราจร	437-440
1386	การวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธี Rate Quality Control Analysis of the Accident Locations on Expressways by Using GIS and Rate Quality Control	441-444
1385	ระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ Traffic Conditions Monitoring System (TCMS)	445-448
	รับประทานอาหารกลางวัน ห้องดวงจำปา เวลา 12:15 – 13:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 208**
	การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย ห้อง หลวงน้ำท่า ประธาน : รศ.ดร. กฤษณะ ไวยมัย(มก.) รองประธาน : ผศ. วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ (มทร.อีสาน โคราช)	
	10:15 – 12:15 น.	
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1043	SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC	449-452
1174	การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนบนโปรโตคอล 802.1x ด้วยโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์	453-456
1246	เกตเวย์ที่รองรับหลายโพรโทคอลสำหรับอุปกรณ์ไอโอที	457-460
1337	ระบบระบุตำแหน่งในอาคารโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย	461-464
1095	แอปพลิเคชันช่วยเหลือผู้เป็นตาบอดสีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	465-468
1241	ระบบวัดการใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้งานลักษณะไอโอที	469-472

1304	Traffic Report System on Social Network	473-476
1226	Searching and Calling System of Delivery Vehicles	477-480
	รับประทานอาหารกลางวัน ห้องดวงจำปา เวลา 12:15 – 13:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 211**
การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์ ห้อง นครเวียงจันทร์ ประธาน : รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม(มก.) รองประธาน : ผศ.ดร. คณิศร จี้กระโทก(มรภ.อุดรธานี)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1240	การรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิคการแบ่งตารางภาพ	481-484
1128	Measurement Device and Alarm the Quantity of Carbon Monoxide to Reduce the Chance of Death in Vehicle	485-488
1216	การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มโดยใช้ ESP8266 และอุปกรณ์ตรวจวัดการเคลื่อนไหว	489-492
1283	ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	493-496
1367	ระบบรายงานการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP	497-500
1284	การพัฒนาระบบเตือนภัยจากการรุกล้ำจากน้ำเค็มด้วยเทคนิคไอโอที	501-504
1039	To Diagnosis of Pig disease by K-Nearest Neighbor	505-508
1178	ระบบการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยออนไลน์	509-512
	งานเลี้ยงรับรอง (Banquet) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 212**
ระบบควบคุมด้านการเกษตร และชีวิตประจำวัน ห้อง แก่นท้าว ประธาน : ผศ.ดร. ชัยพร ใจแก้ว(มก.) รองประธาน : ผศ. จิรพงษ์ จิตตะโคตร์(มทร.ธัญบุรี)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1019	การออกแบบและสร้างระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์	513-516
1071	Multiple Choice and Questionnaire Checking System	517-520
1270	การออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์	521-524
1100	เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน	525-528
1187	การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น	529-532

1227	แอปพลิเคชันส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	533-536
1267	การใช้หลักการลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยการพัฒนาระบบผ่านเว็บไซต์ กรณีศึกษา มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ	537-540
	งานเลี้ยงรับรอง (Banquet) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 213**
Special Session on Emerging Software and Hardware Technologies for Digital Smart Society ห้อง วังเวียง ประธาน : ผศ.ดร. นรรัตน์ วัฒนมงคล(ม.บูรพา) รองประธาน : ผศ.ดร. สุรเชษฐ์ กานต์ประชา(ม.นเรศวร)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1428	High Power LED Lamp Phototherapy for Neonatal Hyperbilirubinemia	541-544
1429	The Power Consumption Reading System through Wireless Computer Network	545-548
1430	LabVIEW based Lithium-ion Battery State Evaluation using Electrochemical Impedance Spectroscopy Techniques	549-552
1431	Current Differential amplifier with Non-linear Current Mirror	553-556
1432	Efficiency Improvement of SVC-Based CMOS Rectifier Circuit by Using an Impedance Transformation Technique	557-560
1433	Influence of Ejector Suction Tube Diameter on the Performance of Ejector Cooling System	561-564
	งานเลี้ยงรับรอง(Banquet) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

วันพฤหัสบดีที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560		**SESSION 214**
Special Session on Data Processing for Biomedical, Energy, and Environmental Applications ห้อง หลวงน้ำท่า ประธาน : รศ.ดร. เอกรัฐ บุญเชียง (ม.เชียงใหม่) รองประธาน : ดร. ชัยรัตน์ พินทอง (ม.นเรศวร)		
15:15 – 17:45 น.		
ID	ชื่อเรื่อง	หน้า
1434	Comparison of the Ripenness Stage of Strawberries using SVM and Radial Basis Function	565-568
1435	Comparsion of Brain Tumor Segmentation Using Normalized Cut and Active Contour Techniques	569-572
1436	Segmentation of Lateral Ventricles from 3-D Magnetic Resonance Imaging	573-576
1437	Quiz Quest Go : A Location Ventricles from 3-D Magnetic Resonance Image	577-580

1438	Development of Active Learning Support System	581-584
1439	Application of IoT NETPIE and LINE API for Agricultural Greenhouse Environment Controlling	585-588
	งานเลี้ยงรับรอง(Banquet) ลานสนามหญ้าเอนกประสงค์ เวลา 18:00 – 20:00 น.	

ผู้แสดงปาฐกถา (Keynote speaker)

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 ห้องนครเวียงจันทร์ เวลา 13:30 - 14:15 น.

ดร. พันธ์ศักดิ์ ศิริรัชตพงษ์

(คุณวุฒิ DEA. (Electronics) และ D. Ing จาก Institute National Polytechniquede Grenoble (INPG) ประเทศฝรั่งเศส)

หัวข้อบรรยายเรื่อง เศรษฐกิจดิจิทัลกับประเทศไทย 4.0

ตำแหน่งหน้าที่สำคัญในอดีต

- ปัจจุบัน ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
- พ.ศ.๒๕๕๗ - พ.ศ.๒๕๕๘ ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- พ.ศ.๒๕๕๗ - พ.ศ.๒๕๕๘ ที่ปรึกษา ปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- พ.ศ.๒๕๔๙ - พ.ศ.๒๕๕๗ ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
- พ.ศ.๒๕๔๙ ผู้อำนวยการสำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศภาครัฐ
- พ.ศ.๒๕๔๕ นายกสมาคมสมองกลฝังตัวไทย

ตำแหน่งงานอื่น

- พ.ศ.๒๕๕๐ - ปัจจุบัน กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สภามหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- พ.ศ.๒๕๕๐ - ปัจจุบัน กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- พ.ศ.๒๕๕๙ - ๑ ตุลาคม ๒๕๕๘ กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พ.ศ.๒๕๕๔ - ๑ ตุลาคม ๒๕๕๘ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจัดหาระบบคอมพิวเตอร์ของรัฐ วงเงินงบประมาณเกิน ๑๐๐ ล้านบาท กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- พ.ศ.๒๕๕๓ - ๑ ตุลาคม ๒๕๕๘ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (ด้านวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- พ.ศ.๒๕๕๗ - ๑ ตุลมคม ๒๕๕๘ คณะทำงานปรับแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของกระทรงศึกษาธิการ พ.ศ.๒๕๕๘ - ๒๕๖๑
- พ.ศ.๒๕๕๒ - ๑ ตุลาคม ๒๕๕๘ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะกรรมการบูรณาการและปฏิรูประบบทะเบียนแห่งชาติ
- พ.ศ.๒๕๕๙ - พ.ศ. ๒๕๕๗ คณะกรรมการสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงอุตสาหกรรม
- พ.ศ.๒๕๕๒ คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของรัฐสภา

เครื่องราชอิสริยาภรณ์ชั้นสูงสุดที่ได้รับ

- เครื่องราชอิสริยาภรณ์มงกุฎไทย ชั้นที่ ๑ ชื่อ ประถมาภรณ์

ผู้แสดงปาฐกถา (Keynote speaker)

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 ห้องนครเวียงจันทร์ เวลา 14:15 – 15:00 น.

นายจิระสักดิ์ เปมะศิริ

(คุณวุฒิ ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (โยธา-ก่อสร้าง) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทเวศน์)

หัวข้อบรรยายเรื่อง **การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการปฏิบัติงาน และบริการประชาชนของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย**

ประวัติ

เกิดวันที่ 30 ตุลาคม 2500

ตำแหน่งหน้าที่สำคัญในอดีต

ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการฝ่ายสารสนเทศ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2533	วิศวกร 7 หัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัด กองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน
พ.ศ. 2538	วิศวกร 8 ผู้อำนวยการกองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน 1 ฝ่ายกรรมสิทธิ์ที่ดิน
พ.ศ. 2542	วิศวกร 8 ผู้อำนวยการกองรักษาเขตทาง ฝ่ายกฎหมาย
พ.ศ. 2544	วิศวกร 8 ผู้อำนวยการกองพัฒนาเขตทาง ฝ่ายกรรมสิทธิ์ที่ดิน
พ.ศ. 2546	วิศวกร 8 ผู้อำนวยการกองประเมินผล ฝ่ายสารสนเทศ
พ.ศ. 2548	วิศวกร 8 ผู้อำนวยการกองประเมินผล ฝ่ายนโยบายและแผน
พ.ศ. 2559	วิศวกร 9 ผู้อำนวยการฝ่ายสารสนเทศ

เครื่องราชอิสริยาภรณ์ชั้นสูงสุดที่ได้รับ

พ.ศ. 2549	เครื่องราชอิสริยาภรณ์ ช้างเผือก ชั้นที่ 4 ชื่อ จัตุรถาภรณ์ ช้างเผือก (จ.ช.)
พ.ศ. 2544	เครื่องราชอิสริยาภรณ์ มงกุฎไทย ชั้นที่ 4 ชื่อ จัตุรถาภรณ์ มงกุฎไทย (จ.ม.)
พ.ศ. 2539	เครื่องราชอิสริยาภรณ์ ช้างเผือก ชั้นที่ 5 ชื่อ เบญจมาภรณ์ ช้างเผือก (บ.ช.)

ผู้บรรยายรับเชิญ (Invited Speaker)
กลุ่มการขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 ห้องวังเวียง เวลา 8:00 น.

ดร.ศักดิ์ดา พรรณไวย

(คุณวุฒิ Ph.D. (Intelligent Transport System), the University of Queensland, Australia)

หัวข้อบรรยายเรื่อง **ความท้าทายของวิศวกรรมให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม กรณีศึกษา : การพัฒนาระบบเก็บค่าผ่านทางแบบไร้ด่าน**

The Challenge of Engineering towards the Social Change Case Study: the Development of Multi-Lane Free Flow (MLFF)

"The Expressway Authority of Thailand (EXAT) has developed a novel toll collection tool known as Multi-Lane Free Flow (MLFF) to increase toll plaza capacity. According to the fact that EXAT aims to deal with traffic congestion at toll plaza, the MLFF can increase toll collection capacity from 400 vehicles/hour to 2,100 vehicles/hour which is a huge improvement around 3-4 times capacity increase. The development will reduce congestion and give overall benefits to road users and the people who live in Bangkok and vicinity."

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

- The Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) (Civil Engineering)
- The ASEAN Chartered Professional Engineer (ACPE)
- Professional Engineer **(**P.E.**)**, Council of Engineers **(**COE**)**, Thailand
- IEEE Reviewer Member: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- รางวัลบทความดีเด่น Best Paper Award บทความเรื่อง An Open - Source Application for Sustainable Knowledge Management: A Case study on Expressway Authority of Thailand ในการประชุม Knowledge and Digital Society National Conference ระหว่างวันที่ 25-26 ธันวาคม 2558
- นักวิจัยรับเชิญ (Invited researcher) School for International Development and Cooperation (IDEC), the Hiroshima University ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างวันที่ 1-31 กรกฎาคม 2554
- รางวัลชนะเลิศ Travel Award Winner บทความเรื่อง Development of SIDRA-TRIP Integrated GPS Model to Evaluate Fuel Consumption/Emission on Expressway and Alternative Road ในการประชุม the 17th ITS World Congress สาธารณรัฐเกาหลี ระหว่างวันที่ 25-29 ตุลาคม 2553

ผู้บรรยายรับเชิญ (Invited Speaker) กลุ่มบทความพิเศษ

Special Session on Emerging Software and Hardware Technologies for Digital Smart Society

วันที่ 26 กรกฎาคม 2560 เวลา 15:00 น. ห้องนครเวียงจันทร์ เวลา 15:00 น.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ บุญช่วย

(คุณวุฒิ D.Eng. Energy, Asian Institute of Technology)

หัวข้อบรรยายเรื่อง **การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (AI) สำหรับการประยุกต์สู่เชิงพาณิชย์**

Developing Artificial Intelligence for Commercial Applications

“Digital transformation brings the world much easier and smarter. For example, in the next decades, a driving license may not be required for driving a car since automatic self-driving cars are available. And almost devices may know you more than your close friends. The advancement of technologies relies on artificial intelligence (AI) adoptions. In this talk, success factors for commercial AI development will be mentioned such as combined AI algorithms, cloud computing, super-fast processor speed (quantum computing), high speed data transmission, large amount of data, and AI-on-chip technologies. In addition, information of AI development tools and learning resources will be provided.”

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

- ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี AI และประธานเจ้าหน้าที่บริหาร บริษัท ไซแนปส์ (ประเทศไทย) จำกัด
- เคยดำรงตำแหน่งอาจารย์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- C. Boonchuay, “Improving Regulation Service Based on Adaptive Load Frequency Control in LMP Energy Market,” *IEEE Transactions on Power System*, vol.29, no.2, pp.988–989, Mar. 2014.

ผู้บรรยายรับเชิญ (Invited Speaker) กลุ่มบทความพิเศษ

Special Session on Emerging Software and Hardware Technologies for Digital Smart Society

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 เวลา 15:00 น. ห้องวังเวียง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรรัตน์ วัฒนมงคล

(คุณวุฒิ วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

หัวข้อบรรยายเรื่อง **โคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด**

High Power LED Lamp Phototherapy for Neonatal Hyperbilirubinemia

"สาเหตุการเกิดภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด (Neonatal Hyperbilirubinemia) เนื่องจากการเกิดมีสารบิลิรูบิน (Bilirubin) ซึ่งเป็นสารสีเหลืองอยู่ในเลือดสูงกว่าปกติ จึงส่งผลต่อพัฒนาการทางสมองของทารกอย่างมาก โดยการรักษาทางการแพทย์นั้นมักนิยมใช้วิธีการส่องไฟ (Phototherapy) ซึ่งมีความเสี่ยงในการรักษาน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ และให้ผลการรักษาที่ดี งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด แสงไฟที่ถูกนำมาใช้ในการรักษาได้มาจากหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่ให้แสงที่มีช่วงความยาวคลื่น 450-460 นาโนเมตร ใช้กำลังไฟฟ้าเพียง 36 วัตต์เท่านั้น สามารถใช้งานร่วมกับตู้อบเด็ก (Incubator) หรือเสาน้ำเกลือทั่วไปที่ในโรงพยาบาล จากผลการทดสอบพบว่า โคมไฟแอลอีดีที่นำเสนอนี้สามารถให้ความเข้มของแสง (Intensity) มากกว่า 30 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟกับเด็กทารก 30 เซนติเมตร (เป็นค่าพื้นฐานทางการแพทย์ที่ใช้รักษา) เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าเพียงแค่ 70% ของความสว่างสูงสุดที่ทำได้เท่านั้น มีความร้อนเกิดขึ้นที่ตัวโคมไฟโดยเฉลี่ยในขณะใช้งานจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้องไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดโคมไฟได้และสามารถบันทึกเวลาการทำงานของโคมไฟได้ ทั้งนี้โคมไฟได้ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสถาบันมาตรวิทยา (ประเทศไทย) แล้ว"

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

- ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์และหัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัยไฟฟ้าและการสื่อสารเพื่อการประดิษฐ์และนวัตกรรม (Electrical and Communication for Invention and Innovation : ECIL) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ชนะเลิศรางวัลเหรียญทอง (Golden Medal) ในงานนักประดิษฐ์โลก 2015 ณ เมืองเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส
- รางวัลชนะเลิศอันดับที่ 1 ในงานวันนักประดิษฐ์ประจำปี 2558 โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ผู้บรรยายรับเชิญ (Invited Speaker) กลุ่มบทความพิเศษ

Special Session on Data Processing for Biomedical, Energy, and Environmental Application

วันที่ 27 กรกฎาคม 2560 เวลา 15:00 น. ห้องหลวงน้ำทา

รองศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ บุญเชียง

(คุณวุฒิ Ph.D. Computer Science, Illinois Institute of Technology, USA)

หัวข้อบรรยายเรื่อง **ระบบอัจฉริยะสำหรับการทำนายการเกิดโรคล่วงหน้าโดยอาศัยการเรียนรู้ของเครื่อง**

Intelligent System for Early Disease Detection using Machine Learning

"ประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มักจะเป็นแหล่งกำเนิดของโรคอุบัติใหม่ หรือโรคติดเชื้อชนิดใหม่ หรือโรคติดเชื้อที่มีมาก่อนแล้วแต่เพิ่งพบว่ามีการแพร่กระจายครั้งใหม่ ปัจจุบันระบบการเฝ้าระวังโรคต่างๆเหล่านี้ยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก ระบบการรายงานหรือแจ้งเตือนยังช้าและล้าสมัย การรายงานหรือการแจ้งเตือนนี้มักจะเกิดขึ้นหลังจากการแพร่กระจายโรคได้ถึงจุดสูงสุด ระบบอัจฉริยะสำหรับการทำนายการเกิดโรคล่วงหน้าโดยอาศัยการเรียนรู้ของเครื่องที่นำเสนอนี้เป็นแนวคิดใหม่ที่อาศัยอินเตอร์เน็ตเป็นการเก็บข้อมูล และใช้เทคนิคการคำนวณแบบอัจฉริยะโดยอาศัยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกันในการคำนวณ ผลที่ได้สามารถที่จะดักจับและแจ้งเตือนการแพร่ระบาดของโรคที่กล่าวข้างต้นได้ภายในระดับสัปดาห์ซึ่งเร็วกว่าการแจ้งเตือนในระบบเก่าที่ใช้อยู่ การศึกษาของเรามุ่งเน้นที่จะพัฒนาการเฝ้าระวังโรคบนฐานของอินเตอร์เน็ตโดยใช้ข้อมูลปัจจุบันที่มีอยู่ในลักษณะข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) รวมถึงข้อมูลปัจจุบันที่มาจากอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นสามารถส่งต่อให้บุคคลากรผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในทางสาธารณสุขที่ ทำการแจ้งเตือนกับส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรคต่อไป"

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

- ดำรงตำแหน่งรองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้อำนวยการและผู้ก่อตั้ง ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านข้อมูลสุขภาพชุมชน (Center of Excellence in Community Health Informatics : https://www.coeichi.org) แห่งแรกของประเทศไทย

บ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะ

An Intelligent System Fish Pond

ชัยพันธุ์ ประการพันธ์[1] จตุชัย ปิ่นวนิชย์กุล[2] ณัฐวุฒิ แสนสกุล[2] เอกวิทย์ สุวรรณแสง[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042-211040 ต่อ 1510 E-mail: chaiphan.p@udru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการออกแบบและสร้างบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะสำหรับควบคุมความสะอาดของน้ำ การรักษาอุณหภูมิของน้ำและควบคุมปริมาณการให้อาหารปลา เพื่อช่วยควบคุมคุณภาพของปลาที่เลี้ยงให้มีการเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการออกแบบบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะจะทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดจากธรรมชาติจริงของการดำรงชีวิตปลาในสภาวะแวดล้อมที่สมดุล โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับค่าความเป็นกรด-เบส (PH) และเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิของน้ำโดยระบบถูกประมวลผลแบบอัตโนมัติด้วยการโปรแกรมบนบอร์ด ARDUNIO MEGA 2560 ดังนั้นจากการทดสอบวิธีการเลี้ยงปลาด้วยบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะช่วยให้ประหยัดเวลาประหยัดค่าจ้างแรงงานแล้วยังช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายให้แก่ผู้เลี้ยงปลาและที่สำคัญยังสามารถควบคุมอัตราและปริมาณการเติบโตของปลาเพิ่มขึ้น 90% ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

คำสำคัญ: เซ็นเซอร์, ระบบควบคุม, การประมวลผลทางสัญญาณ

Abstract

This paper aimed to design and construct the Intelligent System Fish Pond for control cleanliness of water, Temperature, and quantity of food to help control the quality of the fish growth efficiently. Therefore, the Intelligent System Fish Pond design to monitor all parameter values from real environment of fish by using sensor for check the Acid-Base (PH) and temperature of water in fish pond. The system was automatically processed by programming on the ARDUNIO MEGA 2560 board. Thus, the Intelligent System Fish Pond help to save time, wage and money for the owner. Importantly, it can control the rate and growth of fish up to 90 %. The results of the test can work effectively and efficiently.

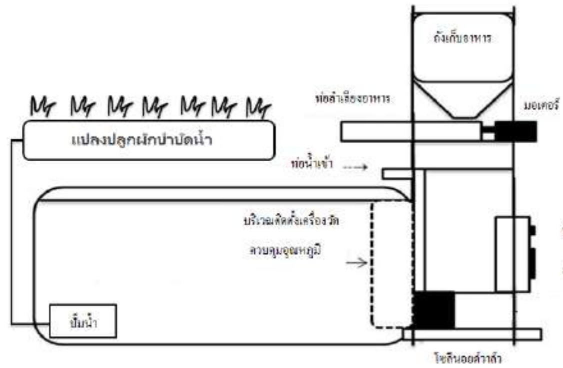
Keywords: Sensors, control system, Signal processing

1.บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาประเภทน้ำจืดกันอย่างแพร่หลายทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือน เพื่อการเศรษฐกิจการค้าและยังรวมถึงกลุ่มนักวิจัยด้านการทำประมง แต่ปัญหาสำคัญที่ผู้เลี้ยงต้องประสบเหมือนกันคือต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการดูแลปลาทั้งในเรื่องการควบคุมดูแลความสะอาดของน้ำ การรักษาอุณหภูมิในน้ำและปริมาณการให้อาหารปลา ซึ่งผลกระทบที่กล่าวมาล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อคุณภาพและอัตราการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยง ทำให้การเลี้ยงปลาจึงกลายเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากและเป็นภาระหนักสำหรับผู้เลี้ยงปลาในเชิงพาณิชย์หรือแม้แต่ในระดับครัวเรือน โดยที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยที่สามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพการอยู่รอดของปลาโดยใช้การประมวลผลภาพในการตรวจสอบที่ตัวปลาในกรณีการเสียชีวิตเพื่อหาสาเหตุ [1] และสามารถพัฒนาต่อยอดในงานวิจัยต่าง ๆ โดยเป็นการนำเอาระบบการตรวจสอบคุณภาพของน้ำล่วงหน้าเพื่อเป็นการป้องกันการเสียชีวิตของปลาอันเนื่องมาจากสาเหตุของน้ำที่เน่าเสียโดยใช้ระบบควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนพัฒนามาถึงการใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ [2], [3], [4], [5] จากงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาสามารถตอบสนองต่อความต้องการเพื่อใช้ในทางเกษตรพาณิชย์หรือกลุ่มนักวิจัยด้านการทำประมงและยังสามารถใช่เป็นแหล่งข้อมูลในการใช้ทำวิจัยเพื่อพัฒนาต่อยอดไปผลิตเพื่อจำหน่ายในทางพาณิชย์ได้ แต่จากงานวิจัยผ่านมาเห็นได้ว่ามีการออกแบบให้ระบบสามารถควบคุมสภาะแวดล้อมต่าง ๆ ของน้ำได้เพื่อให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาได้เป็นอย่างดี แต่ยังไม่ได้คำนวณอัตราของปริมาณการให้อาหารปลาซึ่งเป็นปัจจัยหลักต่อการเจริญเติบโตของปลาและปริมาณน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาที่เกิดจากอาหารปลาที่ให้เกินความจำเป็นทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาเพิ่มสูงขึ้นด้วย

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเสนอการออกแบบและสร้างชุดเลี้ยงปลาด้วยระบบอัจฉริยะที่ถูกออกแบบให้มีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติจากการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าอุณหภูมิในน้ำด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับและนำมาประมวลผลเพื่อนำไปเป็นตัวกำหนดปริมาณและช่วงเวลาการให้อาหารปลาที่เหมาะสมและทำการกำหนดคุณภาพน้ำเพื่อทำการเปลี่ยนถ่ายตามค่าที่เหมาะสม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1 โครงสร้างบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะ

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการเลี้ยงปลา

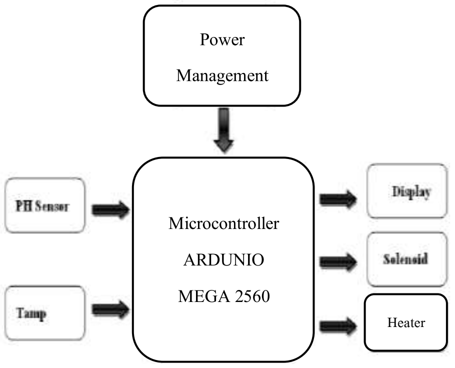
ในการออกแบบและประกอบเครื่องจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและประกอบเครื่องดังโครงสร้างในรูปที่ 1 ดังนี้

2.1.1 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ตัวตรวจวัด (PH Sensor) เพื่อเป็นการกำหนดการเปิดหรือปิดโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ซึ่งเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบว่าปริมาณน้ำมีค่า PH ต่ำกว่า 5 (PH< 5) ซึ่งมีค่าเป็นกรดทำให้โซลินอยด์วาล์วทำงานอัตโนมัติ (เปิดวาล์ว) และเมื่อค่า PH มีค่ามากกว่า 5 (PH> 5) มีค่าเป็นด่างโซลินอยด์วาล์วจะหยุดการทำงาน (ปิดวาล์ว)

2.1.2 การควบคุมการให้อาหารปลาโดยวิธีการตั้งเวลาเปิด/ปิด (on/off Timer control) ซึ่งปริมาณการให้อาหารยังถูกกำหนดด้วยสภาวะแวดล้อมของคุณภาพน้ำ โดยอุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำมีผลกระทบต่อการกินอาหาร การสืบพันธุ์และความต้านทานโรค เนื่องจากสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นสัตว์เลือดเย็น (Poikilotherms) และหากอุณหภูมิของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก็อาจเป็นอันตรายต่อ สัตว์น้ำสำหรับสัตว์น้ำทั่วไปในเขตร้อน อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมมีค่า ตั้งแต่ 19-28 องศาเซลเซียส แตกต่างกันไปตามชนิดและอายุของสัตว์น้ำ [7]

2.1.3 การควบคุมปั๊มน้ำเพื่อทำการจ่ายน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาไปยังแปลงปลูกผักอควาโปนิกส์ เป็นวิธีการลดแอมโมเนียของน้ำ ซึ่งเป็นอีกวิธีการทางธรรมชาติที่ได้นำมาผสมผสานกับเทคโนโลยีในการควบคุมที่ทันสมัย เพื่อเป็นการเพิ่มออกซิเจน (O_2) ในน้ำซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถวัดและอ่านค่าได้จากค่า PH ของน้ำ เพื่อเป็นข้อกำหนดในการปล่อยน้ำไปต่อผ่านกรองและบ่อพักน้ำเพื่อเป็นระบบน้ำวนต่อไป [6]

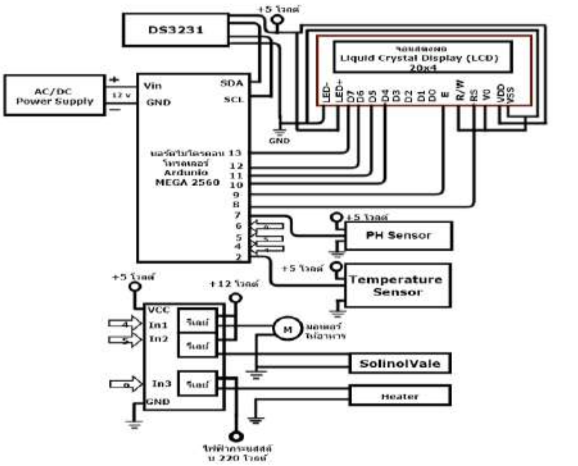
2.1.4 การควบคุมอุณหภูมิในบ่อปลาโดยใช้ฮีตเตอร์ในอุณหภูมิให้คงที่เพื่อรักษาสภาวะสมดุลของน้ำทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา



รูปที่ 2 บล็อกการทำงานระบบควบคุม

2.2 หลักการทำงานของวงจร

จากรูปที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ถูกโปรแกรมและทดสอบด้วยบอร์ด ARDUNIO MEGA 2560 ที่ในปัจจุบันถือว่ามีราคาถูกและมีพอร์ตรับค่าแบบทั้งอนาล็อกและดิจิตอล [8] โดยทำการรับผลของสัญญาณอินพุตที่ทำหน้าที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าความเป็นกรดและเป็นด่างในน้ำ (PH Sensor) และตัวตัวตรวจวัดค่าอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ผ่านพอร์ตรับค่าแบบอนาล็อกทำการประมวลผลบนบอร์ด ARDUNIO MEGA 2560 เพื่อทำการกำหนดค่าอุณหภูมิในน้ำและปรับเวลาการให้อาหารปลาตามเวลาที่เหมาะสมและเปิดหรือปิดโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ในการปล่อยน้ำในกรณีน้ำมีคุณภาพต่ำ



รูปที่ 3 วงจรการทำงานระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

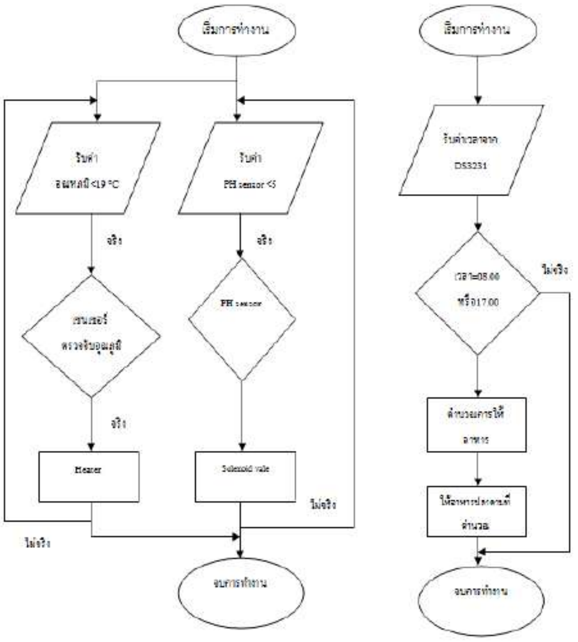
2.3 การออกแบบและการทำงานวงจรจริง

จากวงจรรูปที่ 3 เป็นการออกแบบและสร้างวงจรจริงโดยแสดงถึงหลักการให้อาหารของระบบที่ออกแบบโดยจะแบ่งเป็นให้อาหาร 2 ครั้งต่อ 1 วัน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลมาที่รีเลย์

แล้วส่งคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของมอเตอร์ซึ่งมอเตอร์ได้ทำการยึดต่อกับสกรูลำเลียงอาหาร โดยระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำงานเมื่อเซนเซอร์วัดค่า PH มีค่าที่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดคือ PH<5 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลมาสั่งให้รีเลย์เปิด/ปิด โซลินอยด์วาล์วทำงานและเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าวาล์วลูกลอย วาล์วลูกลอยก็จะทำการเปิดวาล์วน้ำและเมื่อน้ำถึงวาล์วลูกลอย วาล์วลูกลอยก็จะปิดน้ำจากการทำงาน

หลักการทำงานทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิในวงจรจะใช้เครื่องวัดอุณหภูมิในการวัดอุณหภูมิของน้ำแล้วส่งข้อมูลกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อไปอ่านค่าอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนดชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งข้อมูลสั่งงานมาที่รีเลย์ เพื่อให้เครื่องควบคุมอุณหภูมิทำงาน

2.3 การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 4 ผังความคิดในการออกแบบโปรมแกรม

จากรูปที่ 4 เครื่องให้อาหารปลาจะทำงานชั่วโมงครั้งละ 2 เวลา คือ มื้อเช้าเวลา 08.00 น. และ มื้อเย็น 17.00 น. ซึ่งการทดลองนั้นได้ย่นระยะเวลาการทดลองจาก 1 วันเป็น 1 ชั่วโมง ปริมาณอาหารที่ออกมาเริ่มต้น 37 กรัม จากนั้นปริมาณอาหารปลาจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากปลาจะกินอาหารแต่ละวันเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆการรักษาอุณหภูมิน้ำภายในบ่อเลี้ยงปลาโดยใช้ฮิตเตอร์ควบคุมอุณหภูมิโดยการตั้งค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 28 องศาหากอุณหภูมิต่ำกว่า 19 องศา ฮิตเตอร์ทำงาน โดยทำการทดสอบจากน้ำที่เตรียมไว้ในบ่อเลี้ยงปลาและน้ำที่เตรียมไว้ที่ มีอุณหภูมิต่ำซึ่งผลที่ได้คือประสิทธิภาพ ของอุปกรณ์ที่ใช้ คิดเป็นร้อยละ80 เปอร์เซ็นต์ ของการรักษาระดับอุณหภูมิที่เรากำหนด

การเปลี่ยนถ่ายน้ำปลาอัตโนมัตินั้นจะทำการเปลี่ยนตามค่าความเป็นกรดด่างที่เกินปริมาณที่กำหนดของโปรแกรม โดยในการทดสอบจะทำงาน 1 ครั้ง ช่วงเวลาที่ 10 นาทีเมื่อค่าความเป็นกรดด่างเกินประมาณ โดยการทดสอบนี้ย่นระยะเวลาการ ทดสอบของชุดเลี้ยงปลาอัตโนมัติคือ 1 ชั่วโมงเท่ากับ 1 วันเมื่อวาล์วเปิดน้ำระบายน้ำออกจนน้ำลดถึงวาล์วลูกลอย วาล์วลูกลอยก็จะทำการเปิดวาล์วน้ำและเมื่อน้ำถึงวาวล์วลูกลอย วาล์วลูกลอยก็จะปิดน้ำจากการทำงาน

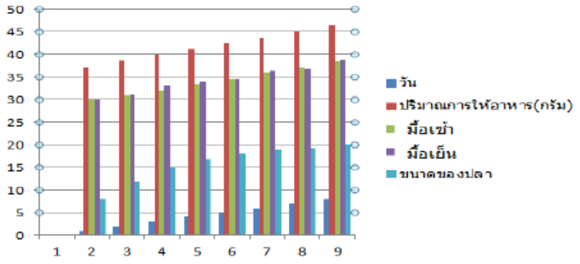
2.

3. ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 การทำงานระบบต่างๆแบบ 1 ชั่วโมงเท่ากับ 1 วัน

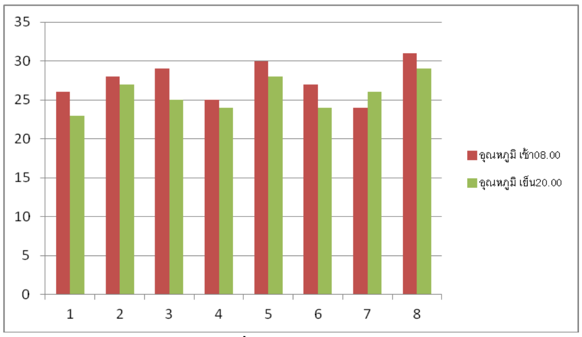
เวลา(นาที)	ให้อาหารปลา	เปลี่ยนถ่ายน้ำ	รักษาอุณหภูมิ
0	x	x	ทำงานตามเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ
10	x	x	
20.30	✓	x	
22	x	x	
30.30	✓	x	
38	x	x	
45	x	✓	
50	x	x	
55	x	x	
60	x	x	

ตารางที่1 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องให้อาหารแบบอัตโนมัติระหว่างปริมาณการให้อาหารจากการคำนวณซึ่งเปรียบเทียบคือ 1 วันเท่ากัน 1 สัปดาห์ เริ่มจากการปล่อยปลาวันแรกจำนวน 30 ตัว วัดขนาดของปลาเฉลี่ย 10-11 เซนติเมตรของปลาทั้งหมดวันแรกจะต้องให้อาหารปลาเริ่มต้นที่ 37 กรัม ต่อปลา 30 ตัว แต่เครื่องให้อาหารปลาเริ่มต้นได้เพียง 30 กรัม ซึ่งค่าผิดพลาดอยู่ที่ 6-9 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงกราฟการทดลองการให้อาหารและขนาดของปลา
(ก) แกน X แสดงจำนวนวันที่กำหนด
(ข) แกน Y แสดงค่าปริมาณอาหาร/กรัม

การทดสอบการรักษาอุณหภูมิน้ำ ภายในบ่อเลี้ยงปลา โดยวิธีการทำการ ทดสอบ คือ1 วันเท่ากับหนึ่งสัปดาห์ ซึ่งอุณหภูมิที่ได้จะมีความสัมพันธ์ฮิตเตอร์ซึ่งมีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลาตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงกราฟทดสอบอุณหภูมิ
(ก) แกน X แสดงจำนวนวันที่กำหนด
(ข) แกน Y แสดงค่าอุณหภูมิ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น หาค่า DO (Dissolved Oxygen)

นำน้ำตัวอย่างมา
↓
เจือจางจนได้ปริมาณ1,200 ml
↓
แบ่ง2ส่วนเติม$MnSO_4$ 0.05 M ใต้ผิวน้ำ จำนวน 2 ml
↓
เติมAIA 2 ml เขย่าไป-มา 30วินาที 2 รอบ
↓
เติม Conc H_7CO_4 2ml เขย่าให้น้ำใสแล้วเททิ้งให้เหลือ 97 ml
↓
Titrat ด้วย $Na_2S_2O_5$ 0.025M โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์
↓
จดค่าปริมาณที่ได้พร้อมคำนวณ

จากการออกแบบและสร้างสามารถนำมาใช้งานได้จริงโดยผลการประกอบเครื่องเข้ากับชุดควบคุมและชุดตรวจจับแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 การทดลองงานจริง

4. สรุป

งานวิจัยบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะซึ่งมีวัตถุประสงเพื่อช่วยควบคุมน้ำ อุณหภูมิ และการให้อาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาเพื่อให้การเลี้ยงปลามีประสิทธภาพ เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกษตรกรเพิ่มรายได้ในครัวเรือน และมีเวลาไปประกอบอาชีพอื่นๆควบคู่กันไป จากผลการทดลองและหดสอบวิธีการเลี้ยงปลาด้วยบ่อเลี้ยงปลาระบบอัจฉริยะสามารถควบคุมอัตราและปริมาณการเติบโตของปลาเพิ่มขึ้น 90% ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Lin WenmeiandLiu Yuzhen , “Aquaculture Monitoring System” IEEE DOI, Huludao, 125105, China,Vol .1, **November,2009.**

[2] 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.

[3] 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.

[4] Wen-Yuan Chen, Rong-Hung Sun , and Yuan-Shan Chen, “An Intelligent Behavior-Based Fish Feeding System” IEEE DOI IS3C.2014.46,Vol.1, pp.135-137, August,2014 .

[5] 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.

[6] “การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในบ่อพลาสติก.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.hongkhrai.com/pdf/report%20pdf%20High%20Light/data%2003.pdf (10 กุมภาพันธ์ 2560).

[7] บริษัท เมเชอร์ วัน เทคโนโลยี จำกัด. “เครื่องวัดอุณหภูมิ” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา, http://www.measure1.co.th/product-th-187410 - html (9 กุมภาพันธ์ 2560).

[8] โครสร้างบอร์ด Arduino Mega 2560[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf (15 กุมภาพันธ์ 2560).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก

The Semi-Automatic Egg Chicken Feeding Machine for A Small Egg Chicken Farm

เสนอ สะอาด* และ ดรุณี ชายทอง

[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

บทความนี้นำเสนอเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็ก เพื่อทำหน้าที่ให้อาหารไก่ไข่ได้อย่างถูกต้องตามเวลาในปริมาณที่กำหนด ลดต้นทุนการจ้างแรงงานในการให้อาหารไก่ เครื่องให้อาหารไก่ไข่ถูกออกแบบให้มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ บรรจุอาหารได้ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม ให้อาหารไก่ไข่ได้มากกว่า 1,800 ตัว สามารถจ่ายปริมาณอาหารได้ 7 ระดับ กำหนดเวลาการให้อาหารได้วันละ 2 ครั้ง ในโหมดอัตโนมัติ และสามารถกำหนดเวลาและปริมาณการให้อาหารได้อย่างอิสระในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้ นอกจากนั้นยังมีการแสดงปริมาณอาหารที่บรรจุอยู่ในถังเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ผลการทดสอบการทำงานพบว่าเครื่องให้อาหารไก่ไข่ สามารถให้อาหารไก่ไข่จำนวน 1,800 ตัว ภายในระยะเวลา 6 นาที โดยให้อาหารไก่ไข่พร้อมกันจำนวน 4 กรง มีความผิดพลาดในการให้อาหารไก่เฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ ลดเวลาการให้อาหารลง 10 เท่า เมื่อเทียบกับแรงงานคน โดยสูญเสียกำลังไฟฟ้าเพียง 400 วัตต์

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์, เครื่องให้อาหารไก่ไข่, การจ้างคนให้อาหาร, ระบบการจ่ายอาหาร

Abstract

This paper presents the semi-automatic egg chicken feeding machine for a small egg chicken farm. It is properly used to feed egg chickens which specified quantity of food on time and reduced the cost of feeder employment. This machine was designed to control the operating with a microcontroller. It can be loaded the amount of egg chicken food not less than 200 kg for feeding the amount of eggs chickens more than 1,800. The designed composed of7 different levels of feeding food and feeding time for twice a day with automatic mode and it also is freely specified operation by user for setting time and the food capacity in the control mode of feeding system. It has a display of the food quantity that is properly used. The experimental result of semi-automatic chicken feeding machine was found that it could simultaneously feed 1,800 egg chickens within 6 minutes in 4 henhouses. The designed was found a chicken feeding error in average 2.5 percent and reduced 10 times of working by human. The power dissipation was found of 400 watts.

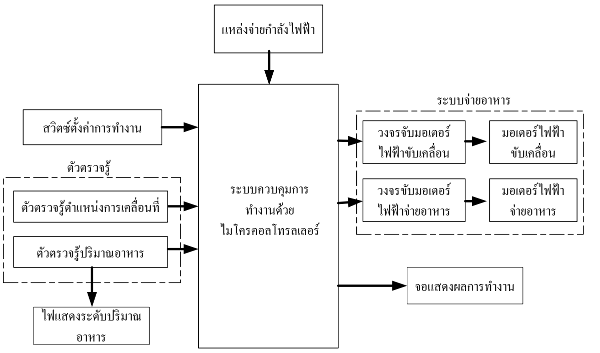
Keywords: microcontroller, egg chicken feeding machine, feeder employment, feeding system

1. บทนำ

การเลี้ยงไก่ไข่เป็นอาชีพที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากไข่ไก่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงในราคาที่ต่ำ ฟาร์มไก่ไข่แบ่งได้เป็น 3 ขนาด คือ (1) ฟาร์มไก่ไข่ขนาดใหญ่ (2) ฟาร์มไก่ไข่ขนาดกลาง และ (3) ฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็ก [1] ข้อมูลจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ ปี 2557 พบว่าฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็กในประเทศไทยมีมากถึงร้อยละ 96.48 [2] โดยไก่ไข่นิยมเลี้ยงบนชั้นกรงตับเพื่อลดพื้นที่ในการเลี้ยง การบริหารจัดการ และความสะดวกในการให้อาหาร [3]

จากการศึกษากระบวนการจัดการเลี้ยงไก่ไข่ของฟาร์มมาตรฐาน พบว่าการให้อาหารไก่ไข่ในโรงเรือนด้วยจำนวนไก่ไข่ที่มีปริมาณมากด้วยระบบอัตโนมัติ จะช่วยลดต้นทุนด้านการจ้างแรงงานคนลงได้มาก และสามารถให้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามพบว่ามีข้อจำกัดสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก เนื่องจากราคาของอุปกรณ์ค่อนข้างสูง เช่น เครื่องให้อาหารอัตโนมัติสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ ของบริษัทเหอหนานซิลเวอร์สตาร์ อุปกรณ์สัตว์ปีก จำกัด [4] เครื่องดังกล่าวสามารถบรรจุอาหารได้ 80 กิโลกรัม/ถัง สามารถออกแบบให้มีจำนวนถังอาหารได้ตามความต้องการ การทำงานเงียบ นอกจากนั้นบริษัท เจิ้งโจว จินสุย การเกษตร เอสแอ นด์ ที จำกัด ได้มีการจัดจำหน่ายเครื่องให้อาหารอัตโนมัติสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ [5] เครื่องดังกล่าวสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10-15 เมตร/นาที บรรจุอาหารได้ 60-100 กิโลกรัม/ถัง สามารถเลือกรูปแบบของถังอาหารได้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตามมีการจำหน่ายในราคาที่สูง และต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัดทำจึงได้ทำออกแบบสร้างเครื่องให้อาหารไก่ไข่แบบกึ่งอัตโนมัติฯ เพื่อทำหน้าที่จ่ายอาหารไก่ไข่เพื่อลดต้นทุนการจ้างแรงงาน สามารถให้อาหารได้ตรงเวลาในปริมาณที่เหมาะสม ตั้งเวลาการให้อาหารตามต้องการ และกำหนดปริมาณอาหารได้อย่างอิสระ มีระบบการเตือนเมื่ออาหารในถังใกล้หมด



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็ก

2. การออกแบบเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติ

เครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็กแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 5 ส่วน คือ (1) สวิตช์ตั้งค่าการทำงาน (2) ตัวตรวจรู้และไฟแสดงระดับปริมาณอาหาร (3) จอแสดงผลการทำงาน (4) ระบบจ่ายอาหาร และ (5) ระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 1

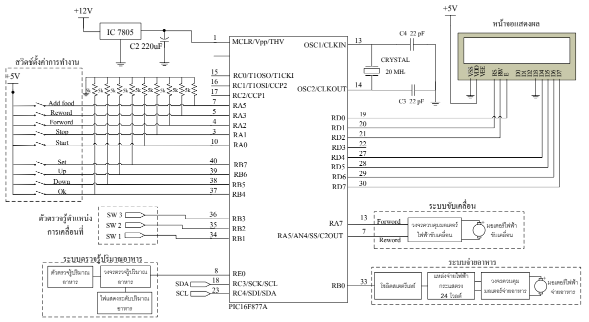
1) สวิตช์ตั้งค่าการทำงาน ทำหน้าที่รับข้อมูลการตั้งค่าจากผู้ใช้งาน ในการเลือกโหมดการทำงาน การตั้งเวลาการให้อาหาร และกำหนดปริมาณอาหารไก่ไข่

2) ตัวตรวจรู้และไฟแสดงระดับปริมาณอาหาร ทำหน้าที่ในการตรวจสอบตำแหน่งการเคลื่อนที่ ระดับปริมาณอาหาร และแสดงปริมาณอาหาร ในการตรวจสอบตำแหน่งการเคลื่อนที่จะมีติดตั้งตัวตรวจรู้ 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งเริ่มต้น ตำแหน่งเติมอาหาร และตำแหน่งปลายทาง การตรวจรู้ระดับปริมาณอาหาร จะทำการตรวจสอบ 3 ระดับ คือ (1) อาหารเต็มถัง (2) อาหารใกล้หมด และ (3) อาหารหมดถัง โดยมีไฟแสดงระดับปริมาณอาหารเป็นสีเขียว สีเหลือง และสีแดง ตามลำดับ

3) จอแสดงผลการทำงาน ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของเครื่อง เช่น เวลาในการทำงาน เวลาในการให้อาหารแต่ละครั้ง และปริมาณอาหาร เป็นต้น

4) ระบบจ่ายอาหาร เป็นตัวจ่ายอาหารที่บรรจุในถังอาหารลงสู่รางอาหารไก่ไข่ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือชุดมอเตอร์ไฟฟ้าจ่ายอาหาร ทำหน้าที่ในการดึงอาหารออกจากถังบรรจุอาหารลงในรางให้อาหารไก่ และมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนเครื่องให้อาหารไก่ไข่ ให้เคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อนในขณะให้อาหารไก่ไข่ มีการออกแบบให้สามารถจ่ายอาหารได้ 7 ระดับ จ่ายอาหารไก่ไข่ได้สูงสุด 7 กิโลกรัม/นาที/ถัง

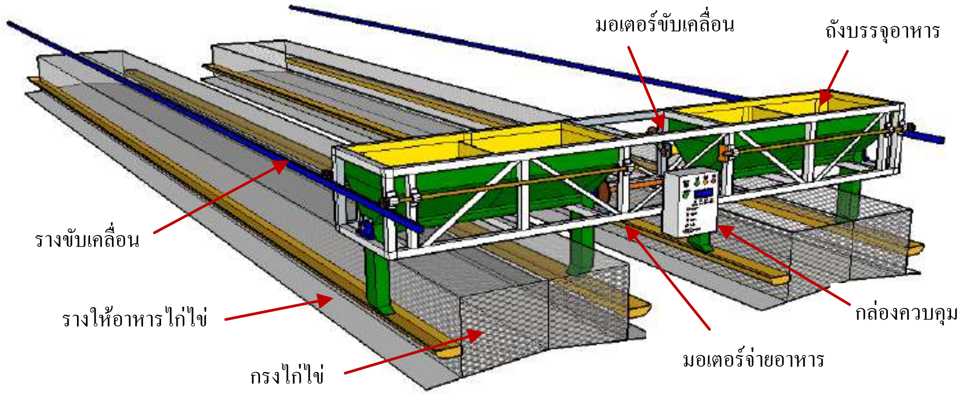
5) ระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหัวใจสำคัญของเครื่องให้อาหารไก่ไข่ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยรับข้อมูลจากสวิตช์ตั้งค่าการทำงาน ตัวตรวจรู้ปริมาณอาหารและตัวตรวจรู้การเคลื่อนที่ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจ่ายอาหาร และควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน การทำงานจะเป็นแบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสงในรูปที่ 2



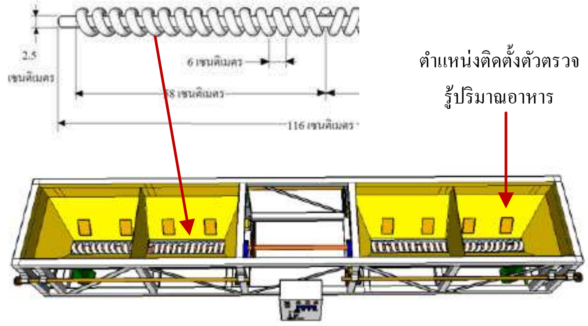
รูปที่ 2 วงจรควบคุมเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติฯ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติ ที่ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในโรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่ไข่ แก่กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก จังหวัดพัทลุง เครื่องให้อาหารไก่ไข่มีขนาด 319 x 83 x 58 เซนติเมตร สร้างจากเหล็กกล้าพ่นสี ในส่วนของถังบรรจุอาหารและชุดจ่ายอาหารทำจากสแตนเลสเพื่อป้องกันสนิม ถังบรรจุอาหารมีจำนวน 4 ถัง แต่ละถังบรรจุอาหารได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลกรัม จ่ายอาหารได้ 120 -270 กรัม/กรง (แต่ละกรงมีไก่ 3 ตัว) สามารถจ่ายอาหารได้พร้อมๆ กันทั้ง 4 กรงตับ รองรับการเลี้ยงไก่ไข่จำนวน 1,800 - 2,000 ตัว [6]

เกลียวอาหาร ทำหน้าที่ดึงอาหารออกจากถังบรรจุอาหาร มีจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดสามารถดึงอาหารออกจากถังได้ 2 ถังพร้อมกัน เกลียวอาหาร 1 ชุดมีความยาวรวม 116 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแกนเพลาขนาด 2.5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเกลียวอาหารขนาด 7.5 เซนติเมตร แต่ละรอบมีระยะห่าง 6 เซนติเมตร เกลียวอาหารถูกออกแบบให้สามารถดึงอาหารออกจากถังได้สูงสุด 280 กรัมต่อรอบเกลียวอาหาร เกลียวอาหารหมุนด้วยความเร็วสูงสุด 25 รอบต่อนาที สามารถจ่ายอาหารถังละ 7 กิโลกรัมต่อนาที และในแต่ละถังจะมีตัวตรวจรู้ระดับปริมาณอาหารเพื่อให้สามารถแสดงระดับปริมาณอาหารแก่ผู้ใช้ทราบ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติที่ได้ออกแบบ



รูปที่ 4 การติดตั้งเกลียวอาหารและตัวตรวจรู้ลงในถังบรรจุอาหาร

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติฯ แก่กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก จังหวัดพัทลุง
(ก) การติดตั้งเครื่องให้อาหารไก่ไข่ในโรงเรือนไก่ไข่ ขนาด 1,800 ตัว
(ข) ถังบรรจุอาหารและเกลียวอาหาร (ค) ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าจ่ายอาหารไก่ไข่

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เครื่องให้อาหารไก่ไข่กึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็กที่ได้ออกแบบถูกนำมาติดตั้งและทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงาน แก่กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก จังหวัดพัทลุง ในฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็ก หมู่ที่ 10 ต. ควนขนุน อ. เขาชัยสน จ. พัทลุง ดังแสดงในรูปที่ 5

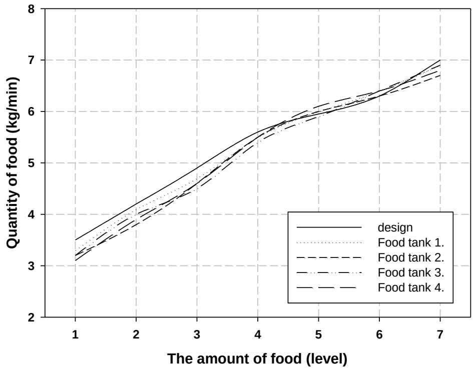
รูปที่ 6 แสดงการทดสอบระบบจ่ายอาหาร โดยทำการทดสอบปริมาณการจ่ายอาหารแต่ละถังในเวลา 1 นาที ทำการทดสอบเป็นจำนวน 3 ซ้ำ รูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบปริมาณการจ่ายอาหารของชุดจ่ายอาหารที่ระดับ 1-7 ที่ความเร็ว 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.85, 0.9 และ 1.0 เท่าของระดับการจ่ายปริมาณอาหารสูงสุด ผลการทดสอบพบว่าสามารถให้อาหารได้ตามที่ออกแบบโดยมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 2.5 ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการให้ปริมาณอาหารไก่ไข่ต่อกรง (กรงละ 3 ตัว) สามารถปรับระดับปริมาณอาหารได้ 7 ระดับ ผลการให้ปริมาณอาหารมีค่าความผิดพลาดสูงสุดร้อยละ 6.78 และมีค่าผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 2.4 ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการให้อาหารไก่ไข่ จำนวน 1,800 ตัว เปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนกับเครื่องที่นำเสนอ ผลการทดสอบพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอาหารด้วยเครื่องจะมีความรวดเร็วกว่าใช้แรงงานคนถึง 10 เท่า และเมื่อทำการเก็บข้อมูลจำนวนปริมาณอาหารและจำนวนไข่ไก่ที่ให้ด้วยเครื่องที่นำเสนอเปรียบเทียบกับแรงงานคนตลอดระยะเวลา 4 เดือน ด้วยการให้อาหารไก่ไข่ จำนวน 3,600 ตัว (ให้อาหารด้วยเครื่อง จำนวน 1,800 ตัว และให้อาหารด้วยแรงงานคน จำนวน 1,800 ตัว) พบว่าปริมาณอาหารที่ให้ด้วยเครื่องฯ เฉลี่ย 118 กรัม/ตัว/วัน ลดลงจากการใช้แรงงานคน คิดเป็นร้อยละ 4.76 ในขณะที่ปริมาณไข่ไก่ เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.32 (จากเดิมปริมาณไข่ไก่ร้อยละ 82.56 เพิ่มเป็นร้อยละ 88.88) ผลการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ จำนวน 10 ราย ต่อเครื่องที่นำเสนอพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.57 คะแนน จาก 5 คะแนน)

เครื่องให้อาหารไก่ฯ ที่นำเสนอ จะมีราคาต้นทุนเพียง 20,000 บาท สามารถทำงานได้ดีสามารถทดแทนเครื่องให้อาหารไก่ไข่ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงถึง 80,000-160,000 บาท [4]-[5] และสามารถลดการใช้แรงงานเหลือไม่เกิน 1 คน โดยมีจุดคุ้มทุนการสร้าง

ภายใน 3 เดือน (ค่าจ้างแรงงาน 1 คน เดือนละ 7,000 บาท) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวยังต้องใช้แรงงานคนในการนำอาหารไก่ไข่ใส่ลงถัง ในอนาคตอาจมีการพัฒนาให้เครื่องสามารถดึงอาหารลงในถังเมื่ออาหารใกล้หมดถังโดยอัตโนมัติต่อไป

(ก) (ข)

รูปที่ 6 การทดสอบปริมาณการจ่ายอาหารของระบบจ่ายอาหาร (ก) การบรรจุอาหารในถังอาหาร (ข) ทดสอบปริมาณการจ่ายอาหาร



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบปริมาณการจ่ายอาหารที่ได้จากการออกแบบกับการทดสอบที่ระดับการจ่ายอาหารต่างๆ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการให้ปริมาณอาหารไก่ไข่ต่อกรง

ปริมาณการจ่ายอาหาร (ระดับ)	ปริมาณอาหารเฉลี่ยต่อกรง (กรัม)						ค่าผิดพลาด (%)
	คำนวณ	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4	ค่าเฉลี่ย	
1	140	128	132	132	130	130.5	6.78
2	168	150	162	164	160	160.5	5.35
3	196	192	194	196	194	194.0	1.02
4	224	220	222	220	220	219.0	1.56
5	238	238	238	240	236	238.0	0.00
6	252	252	254	256	250	253.0	0.39
7	280	278	276	274	276	274.5	1.42

4. สรุป

เครื่องให้อาหารไก่ไข่แบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับฟาร์มไก่ขนาดเล็กที่ได้ถูกออกแบบ สามารถให้แสงอาหารไก่ไข่ได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถปรับปริมาณอาหารได้ 7 ระดับ ในโหมดอัตโนมัติ และปรับการให้อาหารได้อย่างอิสระในโหมดควบคุมด้วยผู้ใช้ สามารถให้อาหารได้วันละ 2 ครั้ง และมีระบบแจ้งเตือนเมื่ออาหารใกล้หมดและอาหารหมด โดยสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าเพียง 400 วัตต์ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้งานสำหรับฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็กเพื่อทดแทนแรงงานคนต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการให้อาหารไก่ไข่ จำนวน 1,800 ตัว เปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนกับเครื่องที่นำเสนอ

การทดลอง (ครั้งที่)	เวลาที่ใช้ (นาที)	
	แรงงานคนฯ	เครื่องที่นำเสนอ
1	63	6
2	60	6
3	67	6
ค่าเฉลี่ย	63.33	6

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสุนันต์ ปานคำ และกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็ก จังหวัดพัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการวิจัย ตลอดจนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] สุวัฒน์ เลิศชนะวงศ์, "การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบสนองการลงทุนฟาร์มไก่ไข่ในเขตตำบลบ้านนา จังหวัดนครนายก", วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.

[2] กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, "ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2557", กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557.

[3] ฟาร์มไทยแลนด์. (5 กันยายน 2556). *การเลี้ยงไก่ไข่* [online] Available: http://www.farmthailand.com/136

[4] Henan Silver Star Poultry Equipment Co., Ltd. *Full automatic feeder use for chicken farm* [online] Available: https://yx-breed.en.alibaba.com/productgrouplist-210621864/Automatic_Feeding_System.html

[5] Zhengzhou Jinhui Agricultural S&T Co., Ltd. *Automatic feeding system poultry farm layer chicken* [online] Available: http://www.alibaba.com/product-detail/Layer-poultry-farms-feeding-system-prices_60157445950.html.

[6] ประภากร ธาราฉาย, (2553) "เอกสารประกอบการสอนวิชา การผลิตสัตว์ปีก", คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ [online] Available: http://www.as.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn.aspx

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส

An Investigate Water Quality Robot in Fishery With Automated Movement and Specify Location From GPS

ศรีนวล ฟองมณี, กมล บุญล้อม, ศิลปชัย อุ่นคำ, อธิคม ศิริ, เสกสรรค์ วินยางค์กูล, ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง และธนาวุฒิ ธนวาณิชย์

ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนน พหลโยธิน อ. เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776395 ต่อ 111 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

บทคัดย่อ

คุณภาพของน้ำมีความสำคัญต่อการเลี้ยงปลา ซึ่งคุณภาพของน้ำจะส่งผลต่อปริมาณการกินอาหาร อัตราการเกิดโรคและการเจริญเติบโตของปลา โดยปัจจุบันการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาทำได้โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบบริเวณตำแหน่งเดียวในบ่อปลาหรือการนำตัวอย่างของน้ำมาตรวจสอบซึ่งทำให้การตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นไปได้ไม่ครอบคลุมทั่วพื้นที่บริเวณบ่อปลา ส่งผลทำให้ไม่สามารถทราบถึงคุณภาพน้ำในบ่อปลาได้อย่างทั่วพื้นที่ หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส เป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบสี่ใบพัดที่ช่วยในการตรวจสอบคุณภาพน้ำได้อย่างทั่วพื้นที่ โดยทำการระบุพิกัดตำแหน่งด้วยจีพีเอส เมื่อได้ตำแหน่งจีพีเอสหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนดและทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ จากการทดลองหุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส โดยทำการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ตรวจสอบคุณภาพน้ำซึ่งระบุตำแหน่งด้วยระบบจีพีเอสมีค่าความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนดประมาณ 3.09 เมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 22.75 เปอร์เซ็นต์ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนดประมาณ 116.40 วินาที

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำ, โมดูลเข็มทิศ, จีพีเอส, การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

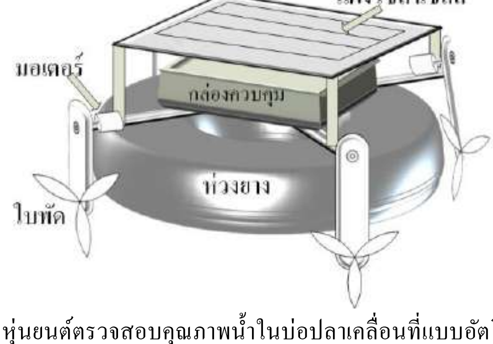
Abstract

The quality of water is important for fish farming. The quality of water will affect the amount of food. Propagation and growth of fish at present, water quality monitoring in fishponds is done by taking a sample of water. Using a single location monitoring tool in a fish pond. Due to the fact that water quality monitoring is not possible throughout the pond area. As a result, the quality of fish pond water can not be fully understood. The robots investigate quality water a fish pond automatic quality throughout the area by positioning with GPS. When the GPS position is reached, the robot moves to a designated location and inspects the water quality. Experimental result of the robotic water quality monitoring system in automatic fish ponds with GPS positioning to moving in position where the water quality is determined by the GPS system. The water quality determined by the GPS system has a tolerance of 3.09 m, representing a percentage error of 22.75 percent. The time taken to move to the specified position is approximately 116.40 second

Keywords: Robots Investigate Quality Water, HMC5983 Digital Compass Sensor, GPS, Inspection Water Quality

1. บทนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย มีทั้งเลี้ยงเพื่อบริโภคหรือเลี้ยงเพื่อการจำหน่าย น้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลี้ยงปลา เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาจึงต้องคอยสังเกตุสภาพน้ำ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของน้ำและทำการแก้ไขหรือปรับปรุงสภาวะของน้ำ การตรวจวัดคุณภาพน้ำ [1] จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจุบันการตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อปลาจะตรวจวัดบริเวณขอบบ่อปลาหรือนำตัวอย่างน้ำขึ้นมาตรวจสอบทำให้ใช้ระยะเวลานานและตรวจสอบได้ไม่ครอบคลุมทั่วบริเวณบ่อปลา



รูปที่ 1 หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงสร้างหุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส [2] โดยผู้ใช้จะกำหนดพิกัดตำแหน่งที่จะให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป ตัวโปรแกรมจะทำการคำนวณหาองศาตำแหน่งปลายทางเพื่อหมุนตัวของหุ่นยนต์ให้เข็มทิศชี้ไปยังตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนดโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม [3] เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนดและทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายมายังจอแสดงผล [4] ทำให้การตรวจสอบคุณภาพน้ำทำได้ครอบคลุมจึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลา

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จีพีเอสระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกคือระบบดาวเทียมนำร่องโลก เพื่อระบุข้อมูลของตำแหน่งและเวลาโดยอาศัยการคำนวณจากความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากตำแหน่งของดาวเทียมต่างๆ ที่โคจรอยู่รอบโลกทำให้สามารถระบุตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลกและในทุกสภาพอากาศ รวมถึงสามารถคำนวณความเร็วและทิศทาง

การหาทิศทางและหาระยะทางของหุ่นยนต์ เมื่อได้พิกัดตำแหน่งปลายทางจากจีพีเอส โปรแกรมจะคำนวนหามุมเพื่อหมุนตัวของหุ่นยนต์ให้หันทิศตรงกับตำแหน่งที่กำหนด ดังสมการที่ 1 และคำนวนหาระยะห่างจากตำแหน่งที่กำหนดดังสมการที่ 2 (X_0 , Y_0) คือตำแหน่งต้นทาง (X_1, Y_1) คือตำแหน่งปลายทาง r คือระยะห่างจากตำแหน่งที่กำหนด α คือองศาของตำแหน่งปลายทาง

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0}\right) \tag{1}$$

$$r = \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2} \tag{2}$$

$$phValue = \left(\frac{\left(\frac{avgValue \times 5.0}{1024}\right)}{6}\right) \tag{3}$$

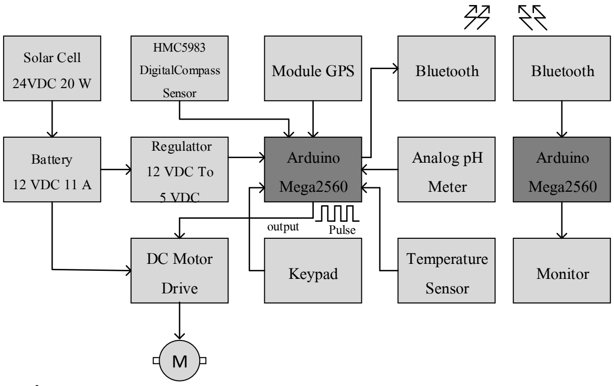
$$phValue = 3.5 \times phValue \tag{4}$$

จากสมการที่ 3 การแปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้จากเซนเซอร์วัดค่าพีเอชเป็นมิลลิโวลล์และจากสมการที่ 4 การแปลงค่ามิลลิโวลล์เป็นค่าพีเอช avgValue **คือ**ค่าสัญญาณอนาล็อกที่อ่านได้จากเซนเซอร์วัดพีเอช phValue **คือค่า**ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลาอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบ่อปลา อุณหภูมิ (Temperature) โดยปกติปลาในเขตร้อนมีอุณหภูมิที่เหมาะสมควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส

3. หลักการทำงาน

เริ่มต้นการทำงานผู้ใช้ทำการระบุพิกัดตำแหน่งจีพีเอสทั้งสี่มุมของบ่อปลาผ่านทางแป้นปุ่มกด โปรแกรมจะกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ 9 ตำแหน่ง และคำนวณแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 10 หรือ 15 เมตร เมื่อได้ตำแหน่งเริ่มต้นโปรแกรมจะคำนวณหาองศาของตำแหน่งที่ระบุโดยคำนวณจากสมการที่ 1 และคำนวณหาระยะห่างโดยคำนวณจากสมการที่ 2 จากนั้นหุ่นยนต์จะหมุนตัวเพื่อให้เข็มทิศชี้ไปตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ด้วยใบพัดสี่ใบที่ติดกับมอเตอร์ในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด เมื่อถึงตำแหน่งที่กำหนดหุ่นยนต์จะหยุดเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในตำแหน่งนั้นและทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายมายังจอแสดงผล

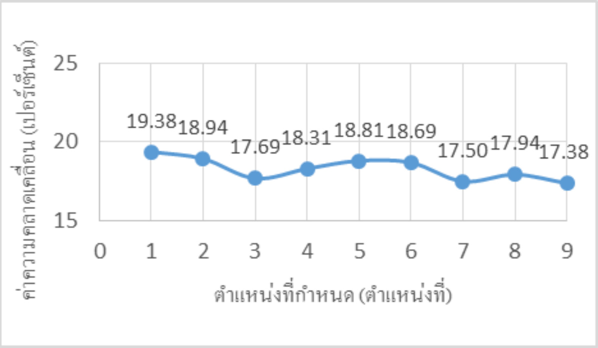


รูปที่ 1 ไดอะแกรมหุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส

4. ผลการทดลอง

จากการวิจัยหุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส ได้แบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน คือ การทดลองหาความแม่นยำการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด, การทดลองการใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปแต่ละตำแหน่งและการทดลองตรวจสอบคุณภาพน้ำให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่

การทดลองหาความแม่นยำการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด โดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 10 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง จากผลการทดลองคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 22.75 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด

การทดลองหาความแม่นยำการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด โดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 15 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง จากผลการทดลองคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 21.00 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด

การทดลองการใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปแต่ละตำแหน่งที่กำหนด โดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 10 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง จากผลการทดลองใช้เวลาในการเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 116.40 วินาที ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด

การทดลองการใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปแต่ละตำแหน่งที่กำหนด โดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 15 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง ผลการทดลองใช้เวลาในการเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 167.38 วินาที ดังรูปที่ 5

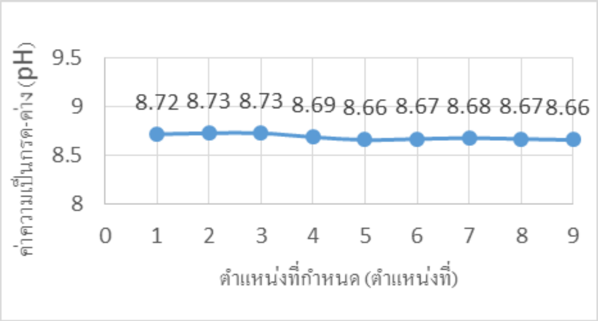
รูปที่ 5 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนด

การทดลองตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนดโดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 10 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง ผลการทดลองการตรวจสอบคุณภาพน้ำมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 8.69 ณ อุณหภูมิที่ 31 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 6

$$\text{ค่าความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \frac{E-S}{S}\times 100 \qquad (5)$$

S = ระยะตำแหน่งจริงที่ผู้ใช้ระบุ

E = ตำแหน่งที่ได้จากการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



รูปที่ 6 การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนด

การทดลองตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนดโดยแบ่งพื้นที่ให้มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ระยะ 15 เมตร กำหนดตำแหน่งปลายทาง 9 ตำแหน่ง ผลการทดลองการตรวจสอบคุณภาพน้ำมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 8.62 ณ อุณหภูมิที่ 31 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนด

รูปที่ 8 หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอสที่ใช้ในงานวิจัย

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองหุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส สามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำตามตำแหน่งที่กำหนดที่ระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ 10 และ 15 เมตร มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 8.69 และ 8.62 ณ อุณหภูมิที่ 31 องศาเซลเซียส มีค่าความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนดเฉลี่ยเท่ากับ 3.09 และ 3.16 เมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 22.75 เปอร์เซ็นต์ และ 21.00 เปอร์เซ็นต์ การใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนดเฉลี่ยเท่ากับ 116.40 และ 167.38 วินาที หุ่นยนต์ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติระบุตำแหน่งด้วยจีพีเอส สามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ครอบคลุมทั่วพื้นที่บ่อปลาจึงส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตและลดอัตราการเกิดโรคจึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาและคนที่ต้องการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนจากกองพัฒนานักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย กิจกรรมเข้าร่วมแข่งขันทักษะต่างๆ รหัสโครงการ 6027100203 และภายใต้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง

เอกสารอ้างอิง

[1] ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17-93 หน้า.

[2] ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS (ออนไลน์).แหล่งที่มา : http://www.global5thailand.com/thai/gps.htm.

[3] Arduino ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega). (2556). [online]. แหล่งที่มา: https://www.arduitronics.com/product/5/arduino-mega2560-rev3-free-usb-cable.

[4] การใช้งาน Bluetooth module HC05 แบบละเอียด. แหล่งที่มา https://www.ioxhop.com/article/26.การใช้งาน-bluetooth-module-hc05-แบบละเอียด.

[5] มงคล พรหมเทศ, ณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์, 2546.

อุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้า

An Investigate Water Impurities Equipment in Hevea Rubber Latex Using Electrical Testing Method.

ชลิดา จันทจิรโกวิท, ภาณุพงศ์ อุดมปาละ, ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ และ กมล บุญล้อม

ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: thefirst_.bloodlust@hotmail.com

บทคัดย่อ

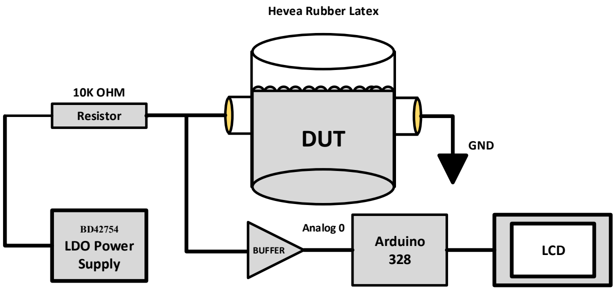
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนาสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้าโดยมุ่งเน้นเรื่องการวัดและตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบโดยจะอาศัยหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino 328 นำค่าเวลาที่ได้จากการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำการชาร์ตประจุไฟฟ้าของน้ำยางพาราดิบที่ทดสอบนำมาคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุและค่าไดอิเล็กตริกวัสดุ เพื่อนำไปบอกถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำกับน้ำยางพาราดิบที่ถูกเจือปน ในการทดสอบผู้วิจัยได้ใช้น้ำยางพาราดิบสายพันธุ์ RRIM600 ในจังหวัดเชียงรายมาทำการทดลองซึ่งได้ผลการทดลองพบว่าในปริมาณส่วนผสมระหว่างน้ำต่อน้ำยางพาราดิบสามารถยอมรับได้ที่อัตราส่วนเท่ากับ 2:8 ส่วนซึ่งจะได้ค่าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ประมาณ 375uF และใช้เวลาในการชาร์ตประจุไฟฟ้าประมาณ 3.75วินาที ในกรณีที่น้ำยางไม่มีการเจือปนของน้ำจะมีค่าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ประมาณ 658uF และใช้เวลาในการชาร์ตประจุไฟฟ้าประมาณ 6.58วินาที และงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้กับการทดสอบค่าไดอิเล็กตริกวัสดุในวัสดุชนิดอื่นที่เป็นของเหลวได้ในอนาคต

คำสำคัญ: น้ำยางพาราดิบ, การชาร์ตประจุไฟฟ้า, การทดสอบค่าไดอิเล็กตริกวัสดุ

Abstract

In this research is a research study for the development of an investigate water impurities equipment in hevea rubber latex using electrical testing method. Therefor, focus on measuring and monitoring adulteration of water in hevea rubber latex. And using a microcontroller Arduino328 for read the voltage electrical charger of hevea rubber latex. Which, in this research using a hevea rubber latex RRIM600 breed in chiangrai province for testing. Which, the results showed amount of ingredients between the water impurities in hevea rubber latex can be acceptable about 2:8 impurities ratio. And get the value of the capacitive value is 375uF and voltage electrical charger time constant is 3.75 second in case of pure hevea rubber latex has 658uF of the capacitive value and voltage electrical charger time constant is 6.58 second. Therefor, in this research can be develop and apply and used for dielectric material testing in other material for the future.

Keywords: Hevea rubber latex, Voltage electrical charger, dielectric material testing



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้า

บทนำ

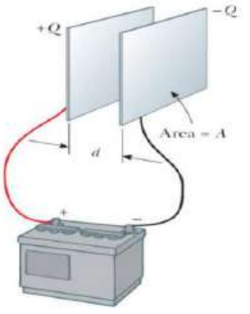
ปัจจุบันยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาประเทศโดยทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนหลายล้านบาท นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรชาวสวนยางกว่าล้านคนกระจายไปทั่วประเทศ ในประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกมีพื้นที่ปลูกประมาณ 12 ล้านไร่ ผลผลิตยางในปัจจุบันมีประมาณ 2.6 ล้านตัน ในจำนวนนี้ส่งออกประมาณ 2.3 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 89 ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ เกษตรกรชาวสวนยางนิยมขายน้ำยางพาราสดมากกว่าการทำยางแผ่นดิบ เนื่องจากมีข้อดี คือเกษตรกรไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการทำ

ยางแผ่น เช่น ตะแกรง น้ำกรด กรองลวด โต๊ะนวดยาง และจักรรีดยาง ในกระบวนการจำหน่ายน้ำยางพาราดิบนั้นจะต้องมีการตรวจสอบปริมาณการเจือปนของน้ำต่อเนื้อยางพาราดิบซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกความมีคุณภาพของน้ำยางพาราดิบ ในน้ำยางพาราดิบนั้นหากมีปริมาณเนื้อยางที่มีสัดส่วนมากกว่าปริมาณของน้ำจะทำให้น้ำยางพาราดิบนั้นมีคุณภาพสูง

ดังนั้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวระบบตรวจสอบค่าของการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้าเพื่อที่จะให้ความยุติธรรมเกิดขึ้นในการซื้อขายระหว่างเกษตรกรในฐานะผู้ขาย และพ่อค้าคนกลางโรงงานอุตสาหกรรมในฐานะผู้ซื้อ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ε เป็นค่าที่ใช้แสดงถึงความสามารถในการที่จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นเมื่อนำวัสดุต่างชนิดกันมาทำเป็นฉนวนคั่นระหว่างแผ่นเพลท ค่าคงที่ของไดอิเล็กตริกแต่ละตัวจะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นตัวเก็บประจุที่ใช้ไดอิเล็กตริกต่างกันถึงแม้จะมีขนาดเท่ากัน ค่าความจุและอัตราทนแรงดันอาจแตกต่างกันออกไป[1] การทดสอบค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุใดนั้นทำได้โดยนำวัสดุนั้นไปวางไว้ในสนามไฟฟ้า โดยวัสดุใดมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูงจะกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มากและจะมีช่วงเวลาในการกักเก็บประจุที่นานกว่าวัสดุใดมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกต่ำๆ ซึ่งค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุ มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างค่าความจุไฟฟ้า (capacitance) ของวัสดุต่อค่าความจุไฟฟ้าของสูญญากาศ โดยค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุที่เป็นสูญญากาศมีค่าเท่ากับ 1 ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุที่เป็นอากาศมีค่าเท่ากับ 1.0006



รูปที่ 2 การทดสอบค่าไดอิเล็กตริกของวัสดุ

และเราสามารถหาค่าการเก็บประจุได้จากสมการ

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} \qquad [1]$$

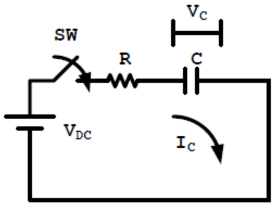
โดยที่ C = ค่าการเก็บประจุมีหน่วยเป็นฟารัด(F)

ε = ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก

A = พื้นที่หน้าตัดของสารตัวนำที่เป็นแผ่นเพลท

d = ระยะห่างระหว่างแผ่นเพลททั้งสอง

ค่าคงที่เวลาของแรงดันสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการดังนี้คือ พิจารณาที่วงจรดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 3 วงจรสมมูลของวงจร RC

เมื่อสวิตช์ (SW) ปิดวงจร แหล่งจ่ายแรงดัน (VDC) จะจ่ายแรงดันให้กับวงจร และทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน (R) เข้าไปสู่ตัวเก็บประจุ (C) แรงดันไฟฟ้าจะเข้าไปสะสมอยู่ที่ตัวเก็บประจุ และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น (VC) จนถึงค่าสูงสุดที่ค่าเวลาหนึ่งซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการด้านล่าง

$$T = RC \text{ วินาที} \qquad [2]$$

โดยที่ C คือ ค่าตัวเก็บประจุ (F)

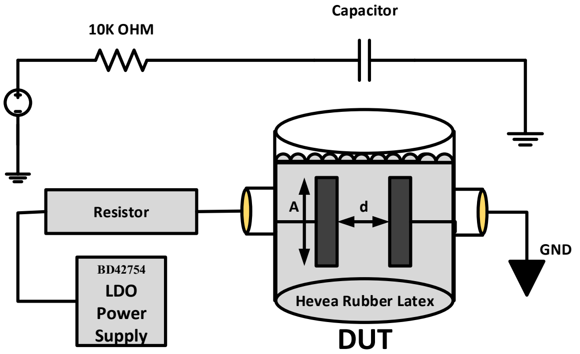
R คือ ค่าตัวต้านทาน (Ohm)

การออกแบบโครงสร้าง และส่วนประกอบ

ในการออกแบบในส่วนโครงสร้าง และส่วนประกอบทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบทางกายภาพ และการใช้งานที่เหมาะสมโดยได้เลือกวัสดุอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบ โดยขนาดของแผ่นเพลทตัวนำที่ทำจากแผ่นทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัด กว้าง 3.81 เซนติเมตรและ ยาว 3.81 เซนติเมตรมีระยะห่างระหว่างแผ่นเพลททั้งสองเท่ากับ 1 เซนติเมตร มีกระบอกสำหรับบรรจุน้ำยางพาราดิบขนาดความกว้างเท่ากับ 8.8 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 11.2 เซนติเมตร สามารถบรรจุน้ำยางพาราดิบได้ปริมาณเท่ากับ 500 มิลลิลิตร และต่ออนุกรมร่วมกับตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์มและทำการวัดและเก็บค่าของแรงดันที่ทำการชาร์ตและดิสชาร์ตประจุผ่านทางพอร์ตอนาล็อกอินพุตของไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino328(UNO) ขนาด10บิต และแสดงผลของการวัดและทดสอบผ่านทางจอ LCD ขนาด16x4 ตัวอักษร

วิธีการดำเนินงาน

จากรูปที่ 4 แสดงองค์ประกอบภายในกระบอกทดสอบและวงจรสมมูลของอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้าโดยองค์ประกอบหลักของวงจรประกอบด้วยวงจรแหล่งจ่ายแรงดันแบบสวิทซ์ซิ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันขนาด220VAC เป็นแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด12VDC กระแส 5A เพื่อจ่ายกำลังงานให้กับหน่วยประมวลผลกลางไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino328 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงแบบการสูญเสียต่ำ(Low voltage dropout :LDO) BD42754 ขนาด5VDC กระแส 500mA เพื่อจ่ายแรงดันให้กับอุปกรณ์ตรวจสอบน้ำยางพาราดิบ หน่วยประมวลผลกลางใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino328 ทำการรับค่าแรงดันอนาล็อกที่ได้จากกระบอกทดสอบและทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผล



รูปที่ 4 องค์ประกอบภายในกระบอกทดสอบและวงจรสมมูล

หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้า ขั้นตอนแรกนำน้ำยางพาราดิบที่จะทำการทดสอบใส่ลงในกระบอกทดสอบจนถึงระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งจะได้ปริมาตรของน้ำยางพาราดิบเท่ากับ 500 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเปิดอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่กระบอกทดสอบ แรงดันจะทำการเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆจนเมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้แรงดันที่ตกคร่อมกระบอกทดสอบมีค่าเท่ากับ แหล่งจ่ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 5VDC และในขณะที่กำลังทำการทดสอบไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino328 จะทำการอ่านค่าแรงดันที่ตกคร่อมกระบอกทดสอบผ่านทางพอร์ตอนาล็อกของไมโครคอนโทรเลอร์จนเมื่อแรงดันมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายก็จะทำการบันทึกค่าเวลา(T) ที่ใช้ในการเก็บประจุของกระบอกทดสอบน้ำยางพาราดิบและนำค่าพารามิเตอร์ค่าเวลา(T) ที่ได้เข้าไปแทนลงในสมการที่ 2 ซึ่งจะได้ค่าของตัวเก็บประจุ(C) ของกระบอกทดสอบออกมา และทางผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวัดมาตรฐานรุ่น Agilent U1231A มาวัดค่าของตัวเก็บประจุ(C) เพื่อหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะทำการประมวลผลโดยนำค่าของตัวเก็บประจุที่ได้นำไปแทนลงในสมการที่ 1 เพื่อทำการหาค่าไดอิเล็กตริกของวัสดุ ซึ่งค่าของไดอิเล็กตริกของวัสดุที่ได้จากการคำนวณนั้นจะเป็นตัวบ่งบอกค่าของการเจือปนของสัดส่วนระหว่างปริมาณของน้ำกับปริมาณของเนื้อยางพาราดิบ แล้วนำค่าที่ได้แสดงผลผ่านทางจอ LCD ต่อไป

รูปที่ 5 ขั้นตอนแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในงานวิจัย

ผลการทดลอง

จากการวิจัยอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้า โดยทำการนำน้ำยางพาราดิบสายพันธุ์ RRIM600 ในจังหวัดเชียงรายมาทำการทดลอง ในการทดลองจะทำการนำน้ำยางพาราดิบมาผสมน้ำแล้วทำการทดสอบโดยอัตราส่วนของการผสมน้ำต่อน้ำยางพาราดิบนั้นมีดังนี้ 0:0, 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 ตามลำดับ และเมื่อทำการใส่น้ำยางพาราดิบที่มีส่วนผสมของน้ำเข้าไปยังกระบอกทดสอบแล้วทำการวัดค่าเวลาที่อุปกรณ์ทำการชาร์ตประจุไฟฟ้าแล้วทำการคำนวณค่าของตัวเก็บประจุและค่าของไดอิเล็กตริกของวัสดุ และทำการบันทึกค่าของผลการทดลองทั้ง 10 ค่าโดยในการวัดจะทำการวัดค่าจำนวน10ครั้งต่อการบันทึกค่าแล้วนำมาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อความแม่นยำในการวัดค่า แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 และแสดงค่าความเบี่ยงเบนของตัวเก็บประจุที่ได้จากการคำนวณและได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐานลงในตางรางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าการวัดค่าเวลาการชาร์ตประจุไฟฟ้าและค่าตัวเก็บประจุ

อัตราส่วน น้ำ/ น้ำยางพารา	ค่าเวลาที่ทำการชาร์จประจุ T (วินาที)	ค่าของตัวเก็บประจุจากการคำนวณ C(uF)	ค่าของตัวเก็บประจุจากเครื่องมือวัดมาตรฐาน C (uF)	ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก ε	คุณภาพการยอมรับของน้ำยางพารา
0:10	6.58	658	789	4.53	ดีมาก
1:9	4.67	467	537	3.21	ดี
2:8	3.75	375	420	2.58	ปานกลาง
3:7	3.65	365	408	2.51	ไม่ยอมรับ
4:6	3.58	358	398	2.46	ไม่ยอมรับ
5:5	3.52	352	390	2.42	ไม่ยอมรับ
6:4	3.47	347	384	2.39	ไม่ยอมรับ
7:3	3.39	339	379	2.33	ไม่ยอมรับ
8:2	3.30	330	369	2.27	ไม่ยอมรับ
9:1	2.48	248	297	1.73	ไม่ยอมรับ
0:0	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้	1	ไม่มียาง

ตารางที่ 2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวเก็บประจุที่ได้จากการคำนวณและได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน

อัตราส่วน น้ำ/ น้ำยางพารา	ค่าของตัวเก็บประจุจากการคำนวณ C (uF)	ค่าของตัวเก็บประจุจากเครื่องมือวัดมาตรฐาน C (uF)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)
0:10	658	789	16.60
1:9	467	537	13.04
2:8	375	420	10.71
3:7	365	408	10.54
4:6	358	398	10.05
5:5	352	390	9.74
6:4	347	384	9.64
7:3	339	379	10.55
8:2	330	369	10.57
9:1	248	297	16.50
0:0	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้

(ก) (ข)

รูปที่ 6 (ก) การวัดค่าของตัวเก็บประจุที่มีการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบ ด้วยเครื่องมือวัดมาตรฐานรุ่น Agilent U1231A (ข) อุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทางไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย

วิจารณ์และสรุปผล

ผลการวิจัยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำยางพาราดิบด้วยวิธีการทดสอบทางไฟฟ้าสามารถบอกได้ว่าเมื่อทำการนำปริมาณน้ำเข้าไปผสมกับปริมาณน้ำยางพาราดิบเพื่อทำการทดสอบการวัดหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าและหาค่าคงที่ไดอิเล็กตริก ε พบว่าในปริมาณส่วนผสมระหว่างน้ำต่อน้ำยางพาราดิบสามารถยอมรับได้ที่อัตราส่วนเท่ากับ 2:8 ส่วนซึ่งจะได้ค่าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ประมาณ 375uF และใช้เวลาในการชาร์ตประจุไฟฟ้าประมาณ 3.75 วินาที ในกรณีที่น้ำยางไม่มีการเจือปนของน้ำจะมีค่าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ประมาณ 658uF และใช้เวลาในการชาร์ตประจุไฟฟ้าประมาณ 6.58วินาที และจากการทดสอบหากค่าเวลาในการชาร์ตประจุไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า 3.75วินาที นั้นจะเป็นการเจอปนของน้ำที่ไม่สามารถยอมรับได้สำหรับน้ำยางพาราดิบ

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำการทดสอบการเจือปนของปริมาณน้ำต่อน้ำยางพาราดิบนั้นจะต้องดำเนินการโดยการใช้เวลาที่น้อยที่สุดเนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปน้ำยางพาราจะเริ่มมีการละเหยและจะเริ่มเข้าสู่การแข็งตัวซึ่งจะทำให้การวัดค่านั้นมีค่าที่ผิดพลาดสูง
2. ควรจะต้องมีการปรับปรุงเพื่อสอบเทียบกับเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งสามารถจะพัฒนาต่อยอดในการวัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริกวัสดุสำหรับน้ำยางพาราดิบหลายสายพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยภายใต้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเงินงบประมาณแผ่นดินรหัสโครงการ 104030

เอกสารอ้างอิง

[1] วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร :ไทยวัฒนาพานิช, 2530.

[2] Udo Kaatze "Reference liquids for the calibration of dielectric sensors and measurement instruments" Published 27 February 2007 IOP Publishing Ltd Measurement Science and Technology, Volume 18, Number 4.

[3] W.B. Weir "Automatic measurement of complex dielectric constant and permeability at microwave frequencies" Proceedings of the IEEE. , Volume: 62, Issue: 1, Jan. 1974.

[4] A. Parkash; J.K. Vaid; A. Mansingh " Measurement of Dielectric Parameters at Microwave Frequencies by Cavity-Perturbation Technique" IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques ,. Volume: 27, Issue: 9, Sep 1979.

[5] K.J. Bois "Dielectric plug-loaded two-port transmission line measurement technique for dielectric property characterization of granular and liquid materials" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement ,. Volume: 48, Issue: 6, Dec 1999 .

ระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบไร้สายสำหรับการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์

Wireless conductivity and pH measurement system for hydroponics

ก้องภพ ชาอามาตย์[1]* ขจรศักดิ์ คงพากเพียร[2] ธราดล ไทรสังขธิติชัย[2] หฤทัย ดิ้นสกุล[2] ธวัชชัย ทองเหลี่ยม[2] ธานิล ม่วงพูล[3] และสัญญา ควรคิด[2]*

[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โทรศัพท์ 081-0538899 *E-mail: Kongphope_ete@hotmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิยาลัยราชภัฏนครปฐม

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิยาลัยราชภัฏนครปฐม

85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-261065 *E-mail: sanya@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

ไฮโดรพอนิกส์เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำที่มีธาตุอาหารพืชแทน ซึ่งนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืช เนื่องจากประหยัดพื้นที่ในการปลูกและไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆ ที่อยู่ในดิน อย่างไรก็ตามการที่มีโรงเรือนไฮโดรพอนิกส์จำนวนมากอาจทำให้ผู้ดูแลเกิดข้อจำกัดในการตรวจสอบค่าปัจจัยหลักที่ใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้าค่าและค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยหากไม่สามารถควบคุมปัจจัยหลักดังกล่าวนี้ได้จะส่งผลกระทบทำให้การผลิตพืชไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เสนอการพัฒนาระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพาสำหรับการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ที่สามารถส่งข้อมูลแบบไร้สาย จากการทดลองพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถกำหนดและควบคุมการทำงานในแต่ละโรงเรือนได้ตามความต้องการ โดยสามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง พร้อมทั้งแสดงผลการทำงานได้แบบเรียลไทม์

คำสำคัญ: ไฮโดรพอนิกส์, การปลูกพืชไร้ดิน, ค่าความนำไฟฟ้า, ค่าความเป็นกรด–ด่าง,เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

Abstract

Hydroponic plants are planted without the use of soils, but use water with plant nutrients dissolved. This is a new way to grow crops because it saves space and does not contaminated with chemicals in the soil. However, a large number of hydroponic plants may limit the operator's ability to determine the key factors used to regulate plant growth that are conductivity and pH levels. If these main factors can not be controlled, it will affect the production of non-standard plants as needed. Therefore, this research has proposed the development of portable conductivity and pH measurement system for hydroponic plants that can transmit data via wireless network. The experiment found that the developed system can be defined and controlled in each house according to the needs. It can measure, record, and display the results of conductivity and pH levels with real-time situation.

Keywords: Hydroponics , Soilless culture, Conductivity, pH, Wireless sensor network

1. บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ (Hydroponics) เป็นที่นิยมในประเทศไทยเป็นอย่างมาก ไฮโดรพอนิกส์ เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ ซึ่งนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืชเนื่องจากประหยัดพื้นที่ และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆ ในดิน ทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร เทคนิคการปลูกพืชแบบนี้มีรูปแบบการปลูกโดยให้รากของพืชแช่อยู่ในน้ำผสมธาตุอาหารพืชตลอดเวลา และมีระบบเติมอากาศลงไปในสารละลายเพื่อให้รากพืชได้รับออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ ระบบการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบ่งได้ดังนี้ คือระบบน้ำบาง (Nutrient Film Technique: NFT) ระบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) และระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique: DFT) [1-3]

การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์อาศัยปัจจัยหลายชนิดในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีงานวิจัยที่เกี่ยวได้แสดงว่าค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าระดับความนำไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาสำหรับการปลูกพืชหลายชนิด [4] ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องรักษาไว้ในกระบวนการให้ธาตุอาหาร เพื่อให้แน่ใจว่าพืชสามารถดูดกลืนแร่ธาตุและให้ผลผลิตที่สูงขึ้น สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ ได้แก่ระบบควบคุมการให้ธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำบาง [5] เป็นงานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีระบบฝังตัวปรับค่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าระดับความนำไฟฟ้าแบบอัตโนมัติตลอดการปลูก จากการทดสอบระบบพบว่าสามารถควบคุมค่าความนำไฟฟ้าให้อยู่ที่ 1200-1500 µC/cm และค่าความเป็นกรด–ด่างอยู่ที่ 5.50 – 6.50 ซึ่งเหมาะสมแก่การปลูกผักสลัด ต่อมามีงานวิจัยเกี่ยวกับระบบการตรวจวัดสารละลายและการควบคุมการปลูกผักคะน้าด้วยวิธีการไฮโดรพอนิกส์แบบอัตโนมัติ [6] เป็นงานวิจัยที่ทำการตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้า และค่า

อุณหภูมิ โดยมีการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเปรียบเทียบกับค่าปัจจัยการปลูกที่เหมาะสมแล้วควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมด้วยระบบพ่นหมอก มีระบบการแจ้งเตือนให้เกษตรกรได้ทราบเมื่อมีค่าความนำไฟฟ้าไม่เหมาะสมพร้อมทั้งมีการบันทึกข้อมูลปัจจัยการปลูกลงหน่วยความจำ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดและมอนิเตอร์ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าระดับความนำไฟฟ้าสำหรับการปลูกผักกาดหอมโดยวิธีไฮโดรพอนิกส์ [7] โดยงานวิจัยนี้ได้เสนออัลกอริทึม Genetic เพื่อเลือกค่าที่เหมาะสมในการควบคุมความเป็นกรด-ด่างและค่าระดับความนำไฟฟ้าของสารละลายพร้อมทั้งส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่านเครือข่าย GSM

จะเห็นได้ว่างานวิจัยระบบควบคุมการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ที่ผ่านมาจะเน้นการควบคุมอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำไฟฟ้าเป็นหลักเพื่อให้พืชเจริญเติบโตและได้ผลผลิตตามต้องการ ซึ่งหากผู้ประกอบการที่มีโรงเรือนจำนวนมากอาจเกิดข้อจำกัดในการตรวจสอบค่าปัจจัยหลักเหล่านี้ เพราะค่าพารามิเตอร์ต่างๆ นี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละโรงเรือน ซึ่งผู้ดูแลมีความจำเป็นต้องควบคุมค่าต่างๆ เหล่านี้ตามความต้องการของพืชในแต่ละโรงเรือน ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง แบบพกพาที่สามารถกำหนดและควบคุมการทำงานในแต่ละโรงเรือนได้ตามความต้องการ โดยสามารถวัดและบันทึกค่า อุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง พร้อมทั้งแสดงผลการทำงานได้แบบเรียลไทม์

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลระบบ

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมในการวัดและควบคุมค่าปัจจัยหลักสำหรับการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์ จึงได้รวบรวมข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ต่างๆ ดังนี้

- บอร์ด Arduino Nano เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ที่รวมเอาตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็นมาในบอร์ดเดียว มีขนาดเล็ก ใช้หน่วยประมวลผล ATmega328 ประกอบด้วยขาดิจิตอล I/O 14 ขา ขาแอนะล็อกอินพุต 8 ขา มีความเร็ว 16 MHz
- มอดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01 เป็นมอดูลสื่อสารไร้สาย ที่สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง ทำงานความถี่ที่ 2.4 GHz สามารถสื่อสารได้อัตราเร็ว 250 kbps, 1 Mbps และ 2 Mbps
- มอดูลอุณหภูมิและความชื้น DHT11 เป็นมอดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้น มีย่านวัดอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส ย่านวัดความชื้น 20-90% RH
- เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Analog pH Meter Pro) เป็นเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่างได้ อุณหภูมิเหมาะสมที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบค่า pH ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14 มีความแม่นยำ ± 0.1

2.2 การออกแบบระบบ

การทำงานของระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับโรงเรือนปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดประมวลผลกลาง 2) ชุดควบคุมการทำงานโรงเรือนและ 3) ชุดตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบพกพา แสดงดังรูปที่ 1

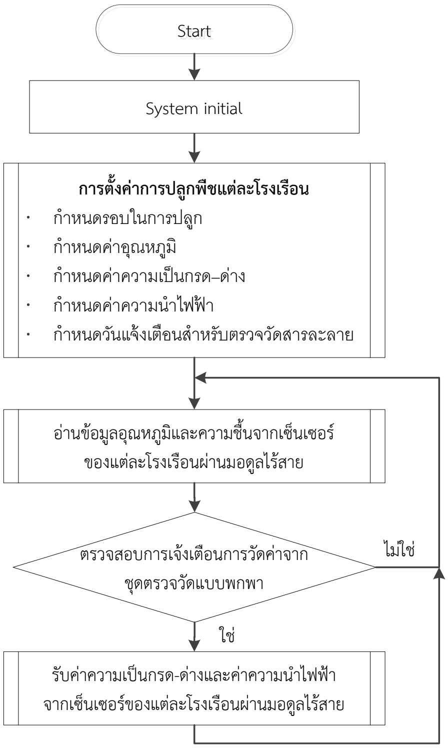
ชุดประมวลผลกลางทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของการปลูกพืชแต่ละโรงเรือน โดยรับข้อมูลการปลูกพืชจากผู้ดูแลระบบ จากนั้นทำการอ่านข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากชุดควบคุมการทำงานโรงเรือน และแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเมื่อถึงเวลาในการวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างจากเครื่องวัดแบบพกพาโดยชุดประมวลผลกลางสามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง พร้อมทั้งแสดงผลการทำงานผ่านสมาร์ทโฟนได้แบบเรียลไทม์

รูปที่ 1 การออกแบบโครงสร้างของระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบไร้สาย

2.3 การออกแบบโปรแกรมระบบ

1) การออกแบบชุดประมวลผลกลาง

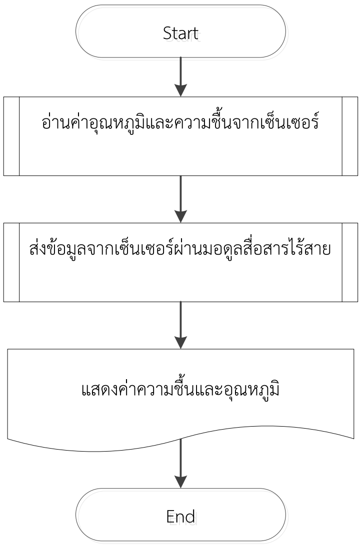
ระบบชุดประมวลผลกลางทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ดูแลระบบเพื่อตั้งค่าการปลูกพืชที่สำคัญได้แก่ การกำหนดรอบในการปลูก การกำหนดค่าอุณหภูมิในโรงเรือน การกำหนดค่าความเป็นกรด–ด่าง การกำหนดค่าความนำไฟฟ้า และกำหนดวันแจ้งเตือนสำหรับตรวจวัดสารละลาย เมื่อกำหนดค่าต่างๆ ให้ระบบเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่โหมดการทำงาน โดยทำการอ่านข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของแต่ละโรงเรือนผ่านมอดูลสื่อสารไร้สาย และคอยตรวจสอบเพื่อแจ้งเตือนไปยังชุดวัดสารละลายเพื่อทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด–ด่างและค่าความนำไฟฟ้าเมื่อถึงเวลาที่กำหนดผ่านมอดูลสื่อสารไร้สาย แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดประมวลผลกลาง

2) การออกแบบชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือน

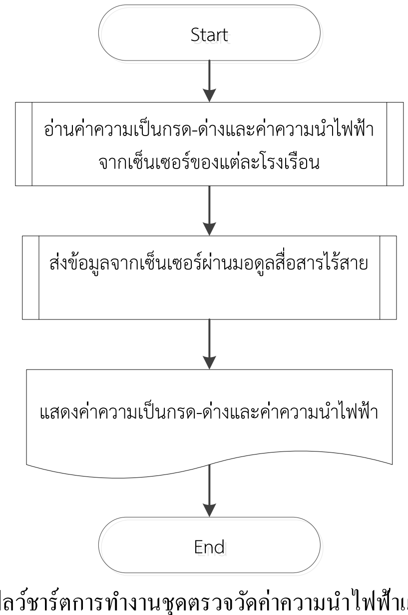
การออกแบบชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือนแสดงดังรูปที่ 3 โดยทำการอ่านค่าข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์เพื่อส่งค่าข้อมูลไปให้ชุดประมวลผลผ่านมอดูลสื่อสารไร้สายและทำการแสดงผลผ่านจอแสดงผล



รูปที่ 3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือน

3) การออกแบบชุดตรวจวัดแบบพกพา

การออกแบบชุดตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง แบบพกพาแสดงดังรูปที่ 4 โดยมีโหมดให้เลือกการวัดและบันทึกค่าของแต่ละโรงเรือน จากนั้นจะทำการอ่านข้อมูลความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง จากเซ็นเซอร์เพื่อทำการส่งค่าข้อมูลผ่านมอดูลสื่อสารไร้สายไปยังชุดประมวลผลกลางและทำการแสดงผลผ่านจอแสดงผล

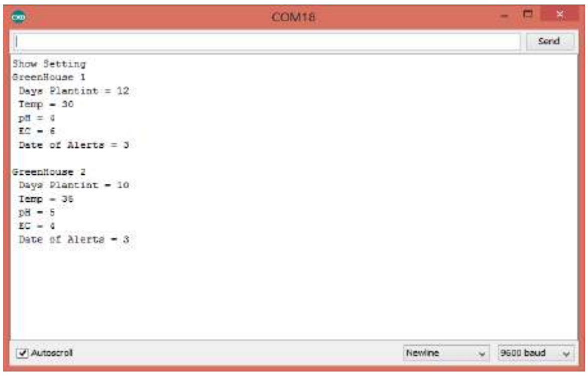


รูปที่ 4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง แบบพกพา

3. ผลการทดลอง

3.1 การตั้งค่าการปลูกพืชสำหรับโรงเรือน

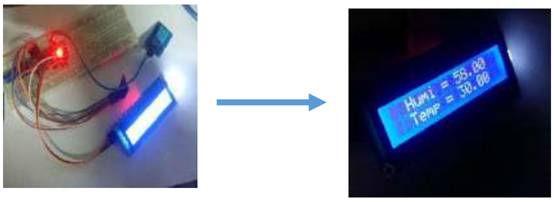
จากการทดลองระบบการตั้งค่าการปลูกพืชสำหรับโรงเรือน จำนวน 2 โรงเรือน สามารถแสดงการทำงานได้ดังรูปที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยค่าต่างๆ ได้แก่ การกำหนดรอบในการปลูก การกำหนดค่าอุณหภูมิในโรงเรือน การกำหนดค่าความเป็นกรด–ด่าง การกำหนดค่าความนำไฟฟ้า และกำหนดวันแจ้งเตือนสำหรับตรวจวัดสารละลาย



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงผลการตั้งค่าการปลูกพืชสำหรับโรงเรือน

3.2 การทดลองชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือน

การทดสอบการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์ของชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือนเพื่อส่งข้อมูลไปให้ชุดประมวลผลผ่านมอดูลสื่อสารไร้สาย แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การทดสอบการส่งค่าข้อมูลชุดควบคุมการทำงานในโรงเรือน

4. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เสนอการพัฒนาระบบตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพาสำหรับการปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบบไร้สาย เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบค่าปัจจัยหลักที่ใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้ได้มาตรฐานตามความต้องการ จากการทดสอบการทำงานของชุดประมวลผลกลาง ชุดควบคุมการทำงานโรงเรือนและชุดตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่างแบบพกพาพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถกำหนดและควบคุมการทำงานในแต่ละโรงเรือนได้ตามความต้องการ โดยสามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด–ด่าง พร้อมทั้งแสดงผลการทำงานได้แบบเรียลไทม์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับข้อแนะนำในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] zen hydroponics. การปลูกพืชในระบบรากแช่ (Liquid Culture) จาก http://zenhydroponics.blogspot.com/2014/11/blog-post.html

[2] ดิเรก ทองอร่าม.(2546).การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ธรรมรักษ์การพิมพ์.

[3] นพดล เรียบเลิศหิรัญ. การปลูกพืชไร้ดิน Soilless Culture.

[4] T. Alexander, A. Knutson, M. Harrington. The Best of growing
Edge, New Moon Publishing, Inc., pp. 11, 43, 2000.

[5] ไกรสร วอนแม้น, ณัฐภูมินทร์ นิลโชติ, เสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์. ระบบควบคุมการให้ธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำบาง. โครงงานภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน.

[6] ธนภัทร เปรมทองสุข , สาธิต ดำรงประเสริฐ (2557).ระบบการตรวจวัดสารละลายและการควบคุมการปลูกผักคะน้าด้วยวิธีการไฮโดรพอนิกส์แบบอัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[7] M.B. Pabiania, Member, IAENG, F.S. Caluyo, N.B. Linsangan.(2011).Wireless Data Acquisition and pH ans Conductivity Levels Prediction using Genetic Algorithm for Hydroponic. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2011 vol I.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชในคอนโดแบบควบคุมอัตโนมัติ

The Study of Crayfish's Growth in Condo by Automatic Controlling

กนกพร ทองสะอาด[1] ธนาพร ธนเสนีวัฒน์[1] ยุภาวดี ธิลา[1] และ สุจิตรา จีนะวงษ์[2]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

โทรศัพท์ 088-4110042 E-mail : fon_beer0914@hotmail.com, 081-5946424 E-mail : phahongsa@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงโดยวิธีปกติและแบบเลี้ยงในคอนโดที่มีการควบคุม โดยนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ ในการควบคุมอัตโนมัติภายในคอนโดเลี้ยงกุ้ง โดยทำการควบคุมปั๊มน้ำให้หมุนเวียนน้ำที่ผ่านการกรองสิ่งสกปรกแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ควบคุมปั๊มออกซิเจนให้เติมออกซิเจนเพิ่มอากาศภายในน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง ควบคุมการเติมโอโซนที่ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อแบคทีเรียต่าง ๆ ภายในน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง และควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์เมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 สัปดาห์ กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบควบคุมอัตโนมัติมีความยาวเฉลี่ย 6.91 เซนติเมตรและมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.34 กรัม ซึ่งมากกว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบปกติ ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 5.88 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ยแค่ 4.45 กรัม

คำสำคัญ: กุ้งเครย์ฟิช, การเจริญเติบโต, ระบบควบคุมอัตโนมัติ

Abstract

This article presents the growth of Crayfish that fed by normal methodology in an automatic control condo. The study used microcontroller as an application. For the automatic controlling in Crayfish condo used the water pump to circulate the water through the filter for recycling water. The oxygen controller used for increasing oxygen in water for Crayfish. The ozone controller used to kill bacteria within the water and used to control the heater when the water temperature below 22 degrees Celsius. The result found that within 6 weeks, the controlled Crayfish had an average length of 6.91 cm and an average weight of 7.34 grams which had more than uncontrolled Crayfish that had an length of 5.88 cm and an average weight of 4.45 grams.

Keywords : Crayfish, Growth, Automatic Control System

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีเกษตรกรนิยมหันมาเลี้ยง กุ้งเครย์ฟิช (Crayfish) หรือที่รู้จักกันในนาม กุ้งล็อบสเตอร์น้ำจืดกันมากขึ้น โดยเฉพาะกุ้งเครย์ฟิชประเภทเลี้ยงเพื่อสวยงาม [1] เนื่องด้วยราคาขายต่อตัวค่อนข้างสูง ซึ่งการเลี้ยงกุ้งเลี้ยงเพื่อจำหน่ายนั้น ทำให้ต้องเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชหลายตัวต่อบ่อ ซึ่งผู้เลี้ยงต้องใช้เวลาในการดูแลกุ้งมากเป็นพิเศษ ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่เสียจากบ่อให้บ่อยมากขึ้น ทั้งการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำให้เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง

ปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกี่ยวกับการควบคุมอัตโนมัติด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและใช้สร้างเครื่องมือสำหรับควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี "การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในคอนโดแบบควบคุมอัตโนมัติ" นอกจากทำให้ง่ายต่อการดูแลกุ้งเครย์ฟิชจำนวนมากแล้ว ยังเป็นทางเลือกที่ดีที่ช่วยประหยัดเวลาในการมาดูแลกุ้งให้กับผู้เลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชเพื่อจำหน่ายอีกด้วย

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องจากผู้เลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชเพื่อจำหน่ายที่เลี้ยงกุ้งจำนวนมากทำให้ไม่สามารถดูแลกุ้งได้ทั่วถึงและจะทำให้เกิดปัญหาตามมา เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช หากน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสกปรกจะส่งผลให้กุ้งเครย์ฟิชเกิดโรค ตามมา เช่น โรคสนิม โรคหางพอง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำโดยฉับพลันส่งผลให้ กุ้งน็อคน้ำตายเป็นจำนวนมาก [2] และจำนวนกุ้งเครย์ฟิชที่มีมากใน 1 บ่อ ส่งผลให้กุ้งเครย์ฟิชเจริญเติบโตช้าและกินกันเอง ดังนั้น การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในคอนโดแบบควบคุมอัตโนมัตินี้จะช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับกุ้งครย์ฟิชได้เป็นอย่างดี ด้วยระบบระบบน้ำหมุนเวียน ระบบออกซิเจน ระบบโอโซน และระบบตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำตลอดเวลา ซึ่งระบบต่าง ๆ จะทำงาน

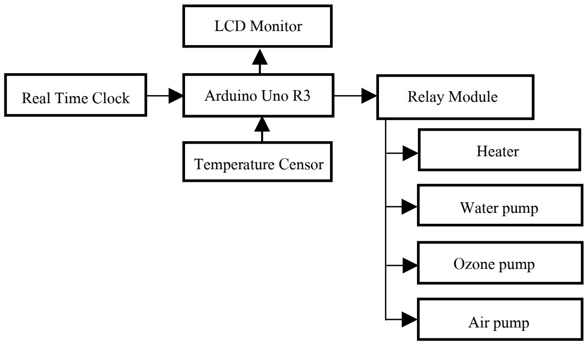
โดยอัตโนมัติ และยังเพิ่มความสะดวกสบายในเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชจำนวนมากได้เป็นอย่างดี

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชมีหลากหลายงานด้วยกัน ส่วนใหญ่มุ่งเน้นศึกษาในเรื่องของ สถานที่และสภาพที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช ดังเช่น [3] ได้ทำการศึกษาทดลองเกี่ยวกับอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช โดยใช้ดินเป็นวัสดุรองพื้นตู้ที่ใช้เลี้ยงกุ้ง โดยการแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ซึ่งชุดการทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชโดยไม่ใช้ดิน และชุดการที่ 2 ทำการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชโดยใส่ดินเป็นวัสดุรองพื้น ซึ่งจะมีท่อพีวีซีขนาด 1 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร เพื่อให้กุ้งเครย์ฟิชใช้เป็นที่หลบซ่อนตัว ซึ่งผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีกุ้งตาย ส่วนชุดการทดลองที่ 2 พบว่าไม่มีกุ้งตาย และกุ้งเครย์ฟิชมีขนาดความยาวโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 5.86 ± 0.10 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 จากนั้นการเปรียบเทียบวัสดุหลบซ่อน [4]ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยใช้วัสดุหลบซ่อน โดยทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อซีเมนต์และแบ่งการทดลองเป็น 4 แบบ และใช้วัสดุหลบซ่อนจำนวน 4 ชุด, 8 ชุด, 16 ชุด และไม่ใช้วัสดุหลบซ่อน จากการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายสูงขึ้นเมื่อจำนวนของวัสดุหลบซ่อนเพิ่มขึ้น แต่จำนวนของวัสดุหลบซ่อนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม

4. รายละเอียดของการพัฒนา

บทความนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ โดยการนำเอาอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ควบคู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของระบบน้ำหมุนเวียน ระบบออกซิเจน ระบบโอโซน และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยมีภาพรวมของการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

จากรูปที่ 1 เป็นภาพรวมการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติของการเลี้ยงกุ้งในคอนโด ซึ่งมีอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1. บอร์ด Arduino Uno R3 1 บอร์ด ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติ

2. เซ็นเซอร์อุณหภูมิ DS18B20 1 ตัว ใช้วัดอุณหภูมิน้ำในถังเลี้ยงกุ้ง ทำหน้าที่ในการวัดค่าอุณหภูมิ ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง เพื่อนำค่าที่วัดได้ไปควบคุมอุปกรณ์ที่ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ

3. โมดูลรีเลย์ 1 ชุด ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของ บอร์ด Arduino Uno R3

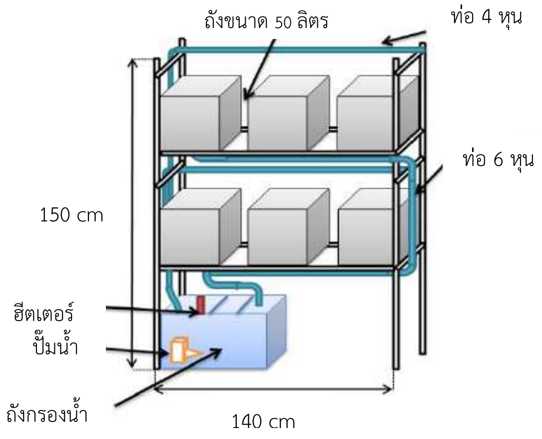
4. ปั๊มน้ำ 1 เครื่อง ใช้กำลังไฟ 32 W ปั๊มน้ำได้สูง 2 เมตร ทำหน้าที่ในการสูบน้ำเพื่อการบำบัดน้ำที่ผ่านการใช้เลี้ยงกุ้งแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ในบ่อเลี้ยงอีกครั้งหนึ่ง

5. ปั๊มออกซิเจน 1 เครื่อง ปั๊มออกซิเจนลูกสูบ กำลังไฟ 10 W แรงดันลม 0.02 Mpa ทำหน้าที่เติมอากาศให้กับกุ้งเครย์ฟิชโดยการใช้ออกซิเจนจากตัวปั๊มจ่ายออกซิเจนให้กับถังเลี้ยงกุ้งแต่ละถังผ่านสายยางขนาด 0.5 เซนติเมตร

6. เครื่องผลิตโอโซน 1 เครื่อง หลอดผลิตโอโซนขนาด 100 มิลลิกรัม/ชั่วโมง ทำหน้าที่ผลิตก๊าซรูปหนึ่งของก๊าซออกซิเจนที่สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ได้เกือบทุกชนิดทั้งในน้ำและในอากาศ สามารถใช้ในการฆ่าเชื้อต่าง ๆ ทำหน้าที่ ฆ่าเชื้อแบคทีเรียต่าง ๆ ในถังกรอง โดยการจ่ายโอโซนไปที่ถังกรอง ผ่านสายยางขนาด 0.5 เซนติเมตร

4.1 โครงสร้างคอนโดเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช

ในส่วนนี้กล่าวถึงส่วนประกอบของโครงสร้างคอนโดเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแบบควบคุมอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 2

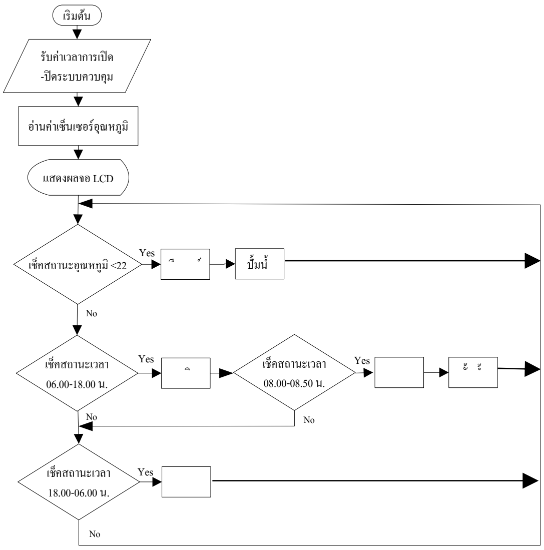


รูปที่ 2 โครงสร้างคอนโดเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช

จากรูปที่ 2 คอนโดกุ้งมีขนาด กว้าง 140 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร ลึก 45 เซนติเมตร ระบบคอนโดเลี้ยงกุ้ง ประกอบด้วย ระบบน้ำหมุนเวียน ระบบออกซิเจน ระบบโอโซน และฮีตเตอร์ โดยจะแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นแรกจะสูงจากพื้น 60 เซนติเมตร และห่างจากชั้นที่ 2 50 เซนติเมตร ใช้ถังอเนกประสงค์ขนาด 50 ลิตร 6 ถัง ถังกรองน้ำจะกรองแบบนำโอโซนมาใช้เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำ โดยจะให้ผ่านทางถังกรองเพื่อทำระบบน้ำหมุนเวียนและออกซิเจนเพิ่มอากาศในน้ำ

4.2 ผังโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

ในส่วนของผังโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเป็นการอธิบายถึงการใช้โปรแกรม Arduino ide เขียนโปรแกรมควบคุมการการทำงานของระบบเพื่อใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติของคอนโดเลี้ยงกุ้ง



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยเริ่มต้นจากการรับค่าเวลาจากโมดูลนาฬิกา DS3231 และเซนเซอร์อุณหภูมิ และให้แสดงผลไปยังจอ LCD จากนั้นก็จะทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิน้อยกว่า 22 องศาเซลเซียส ฮีตเตอร์จะทำการปรับอุณหภูมิโดยทำความร้อนและปั๊มน้ำก็จะทำงานไปพร้อมกับฮีตเตอร์ด้วยเพื่อให้อุณหภูมิน้ำทุกบ่อเท่ากัน จะทำงานจนกว่าอุณหภูมิน้ำจะมีค่า 26 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นโปรแกรมทำกาตรวจสอบเวลา เมื่อถึงเวลา 6:00–18:00 นาฬิกา ก็จะสั่งให้เครื่องผลิตออกซิเจนทำงานไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง ถึงเวลา 08:00–08:50 นาฬิกา เครื่องผลิตโอโซน จะทำงานพร้อมกับปั๊มน้ำเพื่อให้โอโซนได้กระจายไปยังบ่อที่เหลือและและเมื่อถึงเวลา 18:00-06:00 นาฬิกา ปั๊มน้ำก็จะทำการทำงาน และโปรแกรมจะทำการตรวจสอบคำสั่งอยู่ตลอดเวลา

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

- ใช้กุ้งเครย์ฟิชสายพันธุ์ P สีแดง ขนาดเริ่มต้นคือ 2.54 เซนติเมตร
- การควบคุมอัตโนมัติ คือ ควบคุม การเติมออกซิเจน,การหมุนเวียนน้ำ , การเติมโอโซน และควบคุมอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง
- 1 คอนโด มี 5 ถัง โดยเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช 4 ตัว/ถัง
- การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชด้วยวิธีปกติคือการเลี้ยงกุ้งในบ่อในถังพลาสติกสีดำขนาด 54 ลิตร แบบเดียวกับที่ใช้ในคอนโด และจะมีการให้ออกซิเจนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

5. การทดสอบและการใช้งาน

ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบคอนโดที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชด้วยวิธีปกติ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชจากบ่อทั้งสองแบบ โดยทำการทดลองเลี้ยงทั้งสิ้นเป็นเวลา 6 สัปดาห์

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

5.1.1 เลี้ยงกุ้งด้วยวิธีปกติ

เลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชโดยการให้ออกซิเจนเพียงอย่างเดียว

5.1.2 เลี้ยงกุ้งด้วยคอนโดที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ

เลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชโดยการควบคุมระบบออกซิเจน ระบบน้ำหมุนเวียน ระบบโอโซน และฮีตเตอร์

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

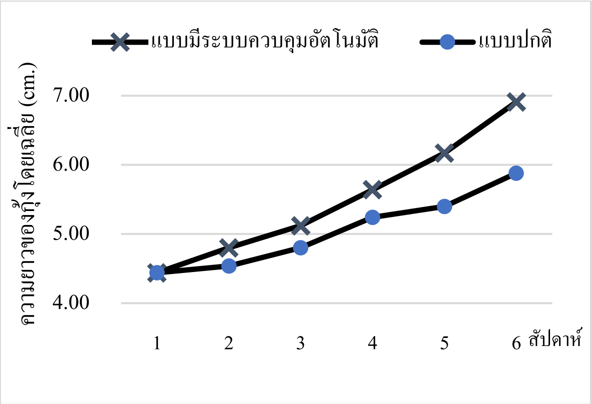
5.2.1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช จากการวิธีการเลี้ยงแบบปกติและวิธีการเลี้ยงแบบควบคุมอัตโนมัติ โดยจะศึกษาใน 2 ด้านด้วยกันคือ ความยาวของกุ้งเครย์ฟิช , น้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิช

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความยาวและน้ำหนักโดยเฉลี่ยของกุ้งในสัปดาห์แรกและสัปดาห์สุดท้ายระหว่างเลี้ยงด้วยแบบปกติ และเลี้ยงแบบมีระบบควบคุม

ระยะเวลาในการเลี้ยง	เลี้ยงแบบวิธีปกติ		เลี้ยงแบบควบคุมอัตโนมัติ	
	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
สัปดาห์แรก (1)	4.44	3.11	4.52	3.13
สัปดาห์สุดท้าย (6)	5.88	4.45	6.91	7.34

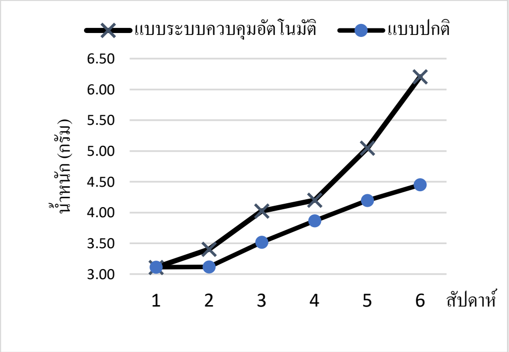
จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบปกติ และการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแบบควบคุมอัตโนมัติซึ่งพบว่าในสัปดาห์สุดท้าย กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบควบคุมอัตโนมัติมีความยาวเฉลี่ย 6.91 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.34 กรัม ซึ่งมากกว่าการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแบบปกติ ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 5.87 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.45 กรัม โดยตามมาตรฐานกุ้งอายุ 1-2 เดือน จะมีน้ำหนักประมาณ 6-9 กรัม ความยาวประมาณ 5.08-6.35 เซนติเมตร [7]

กราฟที่ 1 ความยาวของกุ้งเครย์ฟิชโดยเฉลี่ย (เซนติเมตร)



จากกราฟที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความยาวของกุ้งเครย์ฟิชโดยเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่าในสัปดาห์ที่ 6 กุ้งเครย์ฟิชแบบมีระบบควบคุมอัตโนมัติ มีความยาวโดยเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบปกติ ซึ่งมีความยาวแตกต่างกันอยู่ 1.03 เซนติเมตร

กราฟที่ 2 น้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชโดยเฉลี่ย (กรัม)



จากกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นถึงน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชโดยเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะเห็นว่าในสัปดาห์ที่ 6 กุ้งเครย์ฟิชแบบมีระบบควบคุมอัตโนมัติ มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบปกติ ซึ่งมีน้ำหนักแตกต่างกันอยู่ 1.76 กรัม

6. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช เพื่อให้มีผลผลิตและอัตราการเจริญเติบโตมากขึ้น โดยการสร้างคอนโดเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแบบควบคุมอัตโนมัติ ที่มีการควบคุมระบบออกซิเจน ระบบน้ำหมุนเวียน ระบบโอโซน และฮีตเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับกุ้งเครย์ฟิช ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในคอนโดไม่เป็นโรค และมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงด้วยวิธีปกติ โดยการเปรียบเทียบกันระหว่างการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแบบปกติ และการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในคอนโดแบบมีระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า ในสัปดาห์สุดท้าย กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในคอนโดแบบมีระบบควบคุมอัตโนมัติมีความยาวเฉลี่ย 6.91 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 7.34 กรัม ซึ่งมากกว่าการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงแบบปกติ ซึ่งมีความยาวเฉลี่ย 5.88 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.45 กรัม โดยตามมาตรฐานกุ้งอายุ 1-2 เดือน จะมีน้ำหนักประมาณ 6-9 กรัม ความยาวประมาณ 5.08 – 6.35 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคอนโดเลี้ยงกุ้งที่มีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีความเหมาะสมที่สามารถ น ำไปใช้งานกับการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิ ชเพื่อจำหน่ายได้เป็ นอย่างดี

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการจัดดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] lobster Farm. (2009). ความรู้ง่ายๆเกี่ยวกับกุ้งเครย์ฟิช(ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://aqua.c1ub.net/forum/ index.php?topic=54128.0 [23 สิงหาคม 2559]

[2] โรคและปัญหาในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง. วิธีการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://crayfishfarmth.blogspot.com /2015/12/blog-post_11.html [23 สิงหาคม 2559]

[3] พึ่งบุญ ง้วงสูงเนิน. (2552).การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชโดยใช้ดินเป็นวัสดุรองพื้น. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

[4] วีร์ กิ่จนา และฐากร ทิพย์สุมทรศักดิ์. (2554).การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยใช้วัสดุหลบซ่อนจำนวนต่างกัน. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอ่างทอง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

[5] สถาบันทรัพยากรทะเลชายฝั่ง. (2557). คู่มือการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[6] ความต้องการออกซิเจนในบ่อปลา. (2009). (ออนไลน์).สืบค้นจาก : http://www.arohouse.com/article/?action=view&catID=0000120&pid=0000257

[7] มาตรฐานความยาวและน้ำหนักของกุ้ง. (2013). (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://aqua.c1ub.net/forum/lite.php?topic=213025.0

การออกแบบและพัฒนาตู้อบรมควันกระติบข้าว

Design and development of a smoke oven

บัญชา ใต้ศรีโคตร[1] ทรงกช ศรีประสาร[2] ดร.ตรีภพ ชินบูรณ์[3]
[1]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 วิทยาลัยธาตุพนม ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม โทรศัพท์ 0932417088 E-mail: ydeng13@gmail.com
[2]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 วิทยาลัยธาตุพนม ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม โทรศัพท์ 0866390602 E-mail: wsbd8899@yahoo.com
[3]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
457 วิทยาลัยธาตุพนม ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม โทรศัพท์ 0804150007 E-mail: tree.ch@npu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเอาภูมิปัญญาพื้นบ้าน มาสร้างเป็นเครื่องมือที่สามารถควบคุมได้ โดยศึกษาการป้องกันการเกิดมอดในกระติบข้าว ที่นำเอาการอบกระติบข้าวโดยการมควันแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น มาใช้เครื่องมือที่สามารถควบคุมแบบอัตโนมัติเพื่อให้กระติบข้าวไม่ไหม้และไม่ต้องกลัวว่ากระติบข้าวจะดำเพราะควันที่เข้าไปในตัวตู้อบมากเกินไป

เครื่องอบกระติบข้าวนี้ ควบคุมการทำงานด้วยแสง โดยหลักการ วัดความเข้มแสงโดยใช้ แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor) ซึ่งคือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสงและความสว่างของแสง ถ้าควันเข้ามาบังแสงที่มาตกกระทบ เพื่อควบคุมการทำงานพัดลม ที่มีหน้าที่ดูดควันและระบายควันในตัวตู้อบให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้ โดยมีตัวตรวจจับอุณหภูมิควบคุมความร้อนในตู้อบ ระบายควันร้อนออกโดยพัดลมดูดอากาศ จากการอบกระติบข้าวโดยเตาอบแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นครั้งหนึ่งจะใช้เวลานาน 35 - 60 นาทีถ้าใช้เครื่องเตาอบรมควันที่พัฒนาขึ้นมาจะใช้เวลา 19 – 20 นาที ใน จำนวน 10 ลูกเท่ากัน และสามารถช่วยอำนวยความความสะดวกในการควบคุมการรมควันอบกระติบข้าวได้เป็นอย่างดี
คำสำคัญ: แอลดีอาร์ , กระติบข้าว

Abstract

This research aims to study utilizing a local wisdom to build a controllable tool. The research studies the prevention of weevil in a rice bamboo basket through applying the bake of a rice bamboo basket with fumigation in the type of local wisdom which is used with the automatic controllable tool so that a rice bamboo basket would not be burnt and black from too much smoke entering to the oven.

This rice bamboo basket casserole controls through light with the principle of light dependent resistor. It is light sensitive resistance and light brightness if smoke enters and shades of an incident light in order to control an electric fan's function which ventilates smoke in the oven for specified smoke level control. There is temperature sensor within the oven for ventilating heat through ventilating fan which facilitates for controlling it takes 35-60 minutes. Using a old smoke oven, it will take 19 to 20 minutes it build a smoke oven for 10 piece. rice bamboo basket fumigation well.
Keywords: bamboo basket , Light Dependent Resistor, automatic controllable

1. บทนำ

ในปัจจุบันการทำกระติบข้าว จะใช้ไม้ไผ่ โดยนำมาจักสาน การเตรียมไม้ไผ่สำหรับการสานกระติบข้าวนั้น ควรมีอายุไม่เกินหนึ่งปี โดยเลือกไผ่ที่โตเพียงฝนเดียวมาสานกระติบ สำหรับไม้ไผ่ที่ใช้ทำกระติบได้ดีที่สุดจะมีอายุประมาณ 4-5 เดือน ควรเลือกไม้ที่มีข้อปล้องยาวและตรง มีผิวเรียบเป็นมันนำมาตัดข้อปล้องทางหัวและท้ายออก ขนาดของปล้องไม้ไผ่ ควรมีความยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร จากนั้นจึงใช้มีดโต้ผ่าออกเป็นชิ้นๆ แล้วใช้มีดตอกจักมีขนาดเหลือความหนาประมาณ 0.05 เซนติเมตร ขูดเปลือกสีเขียวออกและตากแดดเพื่อเก็บรักษาเอาไว้ก่อนจะทำงานสาน เมื่อทำการสานกระติบข้าวแล้วขั้นตอนสุดท้ายคือวิธีการป้องกันมอดและแมลงที่จะมาเจาะกินเครื่องจักรสานนี้ ซึ่งเป็นที่มาของแนวทางในการจัดทำเครื่องอบกระติบข้าวแบบรมด้วยควัน

รูปที่ 1 กระติบข้า

2. กระบวนป้องกันการเกิดมอดและแมลงในเครื่องจักสาน

2.1 วิธีการป้องกันการเกิดมอดในไม้ไผ่

จากการศึกษาวิธีการป้องกันการเกิดมอดในไม้ไผ่ พบว่ามี 5 วิธีที่นิยมใช้กับเครื่องจักสานที่ทำจากไม้ไผ่ คือ

2.1.1. วิธีแช่น้ำ การแช่น้ำก็เพื่อทำลายสารในเนื้อไม้ที่มีอาหารของแมลงต่าง ๆ เช่น พวกน้ำตาล แป้ง ให้หมดไป การแช่ต้องแช่ไม้ไผ่ ในน้ำไหล ซึ่งมีระยะเวลาแช่ประมาณ 15 วัน ถึง 3 เดือน

2.1.2. วิธีใช้ความร้อน ซึ่งเป็นการสกัดน้ำมันจากไม้ไผ่ โดยให้ความร้อนด้วยไฟ หรือต้มวิธีการนี้จะทำให้เนื้อไม้มีลักษณะแกร่งขึ้น

2.1.3. การใช้สารเคมี ทำได้ทั้งวิธีชุบหรือทาน้ำยาลงไปที่ไม้ไผ่ หรือจะโดยวิธีอัดสารเคมีเข้าไปในเนื้อไม้ไผ่

2.1.4. การรมควันไฟ ควันไฟจะเข้าไปแทรกในเนื้อไม้ ทำให้มอดไม่กินเนื้อไม้ไผ่เพราะได้กำจัดสารที่เป็นอาหารของมอดและแมลงออกไป โดยนำกระติบข้าวที่ประกอบเสร็จใหม่ๆ ไปรมควันแกลบหรือกาบมะพร้าวก่อน เพื่อป้องกันมอดและเพิ่มสีสันของกระติบข้าวให้สวยงาม เพื่อให้ได้สีน้ำตาลที่เข้มและสวย หรือโดยรมควันในถังประมาณ 1.5 - 3 ชั่วโมง

2.1.5. วิธีการเคลือบด้วยรัก เพื่อให้เครื่องจักสานรอดพ้นจากแมลงที่มอดที่จะเข้าไปกัดกิน และช่วยให้รอดพ้นจากฝนและอากาศชื้นได้ อีกทั้งการลงรักนี้จะทำให้เครื่องจักสานมีสีดำสนิท ก่อให้เกิดความสวยงามของผลิตภัณฑ์ แต่มีกระบวนการซับซ้อนและมีต้นทุนสูง

2.2 การถนอมเครื่องจักสานโดยวิธีการรมควัน

การรมควันเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนควบคู่กับการใช้ควันไฟ การรมควันมีวัตถุประสงค์เพื่อ การถนอมรักษาให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นดีขึ้น และป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนจากการ ออกซิไดส์ ผลิตภัณฑ์จะถูกความร้อนจะทำให้แห้ง และควันจะทำให้เกิดสีน้ำตาลที่คงตัวขึ้นบนผิวหน้า ของผลิตภัณฑ์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เกิดเป็นสีน้ำตาลบนผิวงาน ในควันไฟจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้นควันไฟไม้นั้นๆ ที่ไม่มียาง สำหรับการรมควันกระติบข้าวนิยมใช้ แกลบ ฟางข้าว กากมะพร้าว หรือไม้ที่ไม่มียางเป็นเชื้อเพลิงและควัน

องค์ประกอบที่สำคัญในควันไฟที่มีผลต่อการถนอมและช่วยให้เกิดกลิ่นรสขึ้นในผลิตภัณฑ์ คือ ฟีนอล (phenols) และฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) สารประกอบพวกฟีนอลจะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการเกิดการเหม็นหืน และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนฟอร์มัลดีไฮด์จะมีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ยังมีผลต่อแมลงต่างๆ ที่อาจปนเปื้อนมาด้วย

รูปที่ 2 การรมควันในครัวเรือน

รูปที่ 3 เตาอบกระติบวิสาหกิจชุมชน

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความทางวิชาการ โครงงานที่เกี่ยวข้อง และการลงพื้นที่ พบว่าปัญหาในการรมควันกระติบ ปัญหาที่พบได้แก่ควันไฟไม่สม่ำเสมอ การควบคุมความร้อนในเตารมควัน ในการทำงานของเตารมควันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานี้ จะเป็นการทำงานโดยการตรวจสอบสภาวะความหนาแน่นของควันในตู้อบรมควัน และอุณหภูมิภายในตู้อบ ที่เหมาะสมกับการรมควันกระติบเพื่อหาเวลาที่เหมาะสม

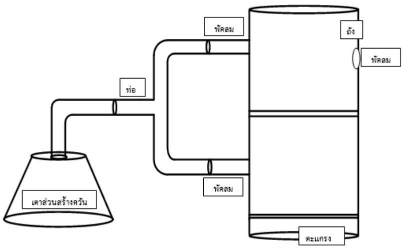
3.1 รายละเอียดการพัฒนา

บทความนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองด้วยการออกแบบเตาและถังอบรมควัน และใช้เซนเซอร์ เข้ามาควบคุมระบบการจัดการในเรื่องของตัวแปรต่างๆเช่น ความหนาแน่นของควัน ความร้อนในตู้อบ การหมุนเวียนของควันและการระบายความร้อน เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวมข้อมูล และศึกษาข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการแก้ปัญหาเหล่านี้

เนื่องจากโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการลดภาระการควบคุมควัน ความร้อนในตู้อบรมควันกระติบ และคำนึงถึงการนำไปใช้งาน จึงใช้คุณสมบัติของเซนเซอร์มาควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยมีภาพรวมของระบบการทำงานดังนี้

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องอบกระติบข้าว

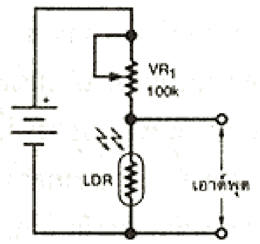
ในการสร้างเครื่องอบกระติบข้าวมีโครงสร้างของ เครื่องอบกระติบข้าว ดังรูปที่ 4 ซึ่งทำมาจากถังน้ำมันเหล็กขนาด 200 ลิตรมีความยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 100 เซนติ เมตร ส่วนท่อนำควันทำจากสังกะสีและพีวีซี



รูปที่ 4 โครงสร้างถังอบรมควันกระติบข้าวที่ออกแบบ

3.1.2 การควบคุมความหนาแน่นของควัน

การทำเครื่องอบกระติบข้าวจะมีพัดลมอยู่2ตัว เพื่อจะทำหน้าที่ดูดเอาควันเข้ามาในตัวถังให้เต็มตามความต้องการที่เราได้ตั้งเอาไว้ เมื่อควันเข้ามาเต็มตามที่เราต้องการแล้วพัดลมจะหยุดทำงาน ซึ่งได้ใช้ LDR (Light Dependent Resistor) เป็นตัวตรวจจับแสงในตู้อบรมควัน เพื่อสั่งงานให้พัดลมทำงานหรือหยุดทำงานในการเติมควันหรือระบายควัน



รูปที่ 5 วงจรใช้งาน LDR

3.1.3 การควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิใช้ตัววัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple โดยจะใช้หัววัดเป็นแบบ Thermocouple Type K มีช่วงการวัดอุณหภูมิที่ 0-600 องศาเซลเซียส ความละเอียด 1 องศาเซลเซียส สามารถตั้งค่า High และ Low ได้อย่างอิสระ ภาพรวมของตัวเครื่องและวงจรควบคุมเป็นไปดังรูปที่ 6

4. การทดลอง

ทดสอบเครื่องตู้อบรมควัน โดยอบกระติบสิบลูก โดยทำการทดสอบการอบรมควันแล้วทำการวัดค่าตัวแปลที่ต้องการควบคุมโดยใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความเข้มแสงที่สะท้อนที่กระติบข้าวในตู้ทดสอบที่มีแหล่งกำเนิดแสงคงที่ ตามเวลาในการอบรมควันของกระติบข้าวแล้วนำมาเทียบกับระดับแถบสีอ้างอิงและค่าความหนาแน่นของควันที่ใช้ในการอบรมควันคงที่

รูปที่ 6 ตัวตู้อบและวงจรควบคุม

5. ผลการทดลอง

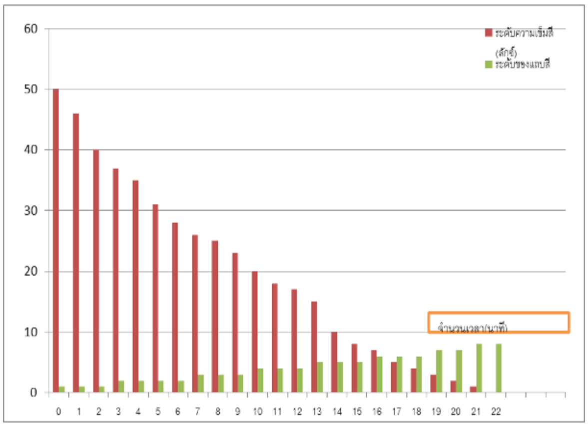
จากการอบกระติบข้าวโดยเตาอบแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น ครั้งหนึ่งจะใช้เวลานาน 35 - 60 นาทีถ้าใช้เครื่องเตาอบรมควันที่พัฒนาขึ้นมาจะใช้เวลา 17 – 18 นาที ใน จำนวน 10 ลูกเท่ากัน ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือการควบคุมควันไม่ให้มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป จึงได้ออกแบบการทดสอบเครื่องตู้อบรมควัน โดยอบกระติบสิบลูก โดยทำการทดสอบการอบรมควันแล้วทำการวัดค่าตัวแปลที่ต้องการควบคุมโดยใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความเข้มแสงที่สะท้อนที่กระติบข้าวในตู้ทดสอบที่มีแหล่งกำเนิดแสงคงที่ ตามเวลาในการอบรมควันของกระติบข้าวแล้วนำมาเทียบกับระดับแถบสีอ้างอิงและค่าความหนาแน่นของควันที่ใช้ในการอบรมควันคงที่

ตารางที่ 1 ตาราง ผลทดสอบการอบรมควันกระติบข้าว

จำนวนเวลา(นาที)	ระดับความเข้มแสง (Lux)	ระดับของแถบสี
0	50	1
1	46	1
2	40	1
3	37	2
4	35	2
5	31	2
6	28	2
7	26	3
8	25	3
9	23	3
10	20	4
11	18	4
12	17	4
13	15	5
14	10	5
15	8	5
16	7	6
17	5	6
18	4	6
19	3	7
20	2	7
21	1	8
22	0	8

จากกราฟแสดงผลการทดสอบการอบรมควันกระติบข้าว เมือเวลาทำการอบรมควันกระติบข้าวนานขึ้นสีของกระติบข้าวจะมีความเข็มของสีจากสีขาวเป็นสี่ดำ และความเข็มแสงที่ทะลุผ่านกระติบข้าวจะลดลงตามทฤษฎีการสะท้อนของแสง จึงสรุปได้ว่า ถ้าความเข็มแสงทีกระติบข้าวจะแปรผกผันกับ สีของกระติบข้าวที่ทำการอบตามช่วงเวลาในการอบแล้วนำมาเทียบกับแถบสี่อ้างอิงของกระติบข้าวตามภูมิปัญญา เพื่อนำไปออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง(เวลาในการอบรมควันของกระติบข้าว)

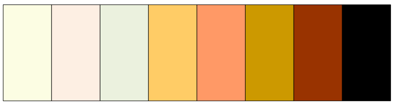
จากตารางแสดงผลการทดสอบ ค่าความเข็มแสงที่สะท้อนที่กระติบข้าวจะแปรผกผันกับเวลาในการอบรมควันของกระติบข้าวและค่าของแถบสี่อ้างอิงจะแปรผันโดยตรงกับเวลาในการอบรมควัน โดยแกน y คือ ความเข็มแสงมีหน่วยเป็น ลักซ์ และแกน x คือเวลาในการอบรมควันเป็น นาที



รูปที่ 7 กราฟแสดงผลการทดสอบ

หมายเหตุ

ระดับของแถบสีจากภูมิปัญญาใช้ในการอ้างอิง



1 2 3 4 5

รูปที่ 8 แถบสีใช้ในการอ้างอิง

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการการออกแบบและพัฒนาตู้อบรมควันกระติบข้าว หรือสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรสานอื่น จากการทดสอบเครื่องสามารถกำหนดระดับความเข้มของสีที่เกิดบนกระติบข้าวโดยการควบคุมความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิกับความหนาแน่นของควัน ภายในตู้อบให้คงที่โดยใช้ตัวตรวจจับความเข้มของแสง LDR ทำให้สามารถเลือกระดับคุณภาพในการอบกระติบข้าวโดยใช้เวลาที่อบกระติบข้าว เปรียบเทียบกับระดับแถบสี ทำให้สามารถควบคุมควันและความร้อนแบบอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกและลดการสูญเสีย

5.1 แนวทางพัฒนา

การดำเนินงานในอนาคต จะทำการพัฒนางานวิจัยต่อไปในส่วนของการหาวิธีกระจายควันให้สม่ำเสมอกันทั้งห้องอบ ขยายขนาดตู้อบและนำไปถ่ายทอดให้แก่ชุมชน

เอกสารอ้างอิง

[1] วิศรุต ศรีรัตนะ, เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ในงานอุตสาหกรรม, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2007.

[2] รศ.ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2012

[3] สัญญา ผาสุก, ศุภชัย อรุณพันธ์, พรชัย แคล้วอ้อม, การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมตู้ฟักไข่อัตโนมัติ, ECTI-Card, 2011

เครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก

Small-Scale Garlic Clove Breaking Machine

รชต มณีโชติ[1]

[1]สาขาวิชาเทคนิคพื้นฐาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

457 ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม 48110 โทรศัพท์ 042-540442 E-mail: jimmykoi@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก ขนาดเท่ากับ 50 Cm. x 50 Cm. x 96 Cm. การทดลองกระเทียมจำนวน 3 ชนิด แต่ละครั้งใช้กระเทียม จำนวน 500 กรัมต่อครั้ง ทดลองจำนวน 54 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดของการแกะกลีบกระเทียมกลีบแต่ละชนิด ที่ P-Value น้อยกว่า α (0.05) และมีความเชื่อมั่นของข้อมูล คือ R – Squared (R-Sq) เท่ากับร้อยละ 99.23 , R-Sq (adj) เท่ากับ ร้อยละ 98.12 ซึ่งค่าที่ได้มากกว่า ร้อยละ 80 จึงมีความเชื่อถือ ค่าเฉลี่ยผลผลิตในการใช้เครื่องแกะกลีบกระเทียม 248 กิโลกรัมต่อวัน

คำสำคัญ: เครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก, การออกแบบการทดลอง, คุณภาพของกลีบกระเทียม

Abstract

The purpose of this research was to design and develop a small garlic machine with the size of 50 Cm. X 50 Cm. X 96 Cm. Three of garlic experiment. Each garlic sample consisted of 500 g. The analysis of the error of each lobe petal at P-Value was less than α (0.05) and the reliability of data was R – Squared (R-Sq) was 99.23%, R-Sq (adj) was 98.12%. The value of which is more than 80% is reliable. Average yield of garlic weighing 248 kg per day.

Keyword : Lamb small cloves garlic, Experimental Design ,
The quality of the garlic cloves

1. บทนำ

กระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหลักของประเทศไทย สำหรับประกอบอาหารและปรุงสมุนไพรเป็นยารักษาโรค การแยกกลีบกระเทียมเพื่อการบริโภคหรือใช้ประโยชน์ ปัจจุบันใช้แรงงานคนเป็นหลักอัตราการผลิตเฉลี่ย 15 - 20 กิโลกรัมต่อวันต่อคน ทั่วประเทศมีความต้องการกระเทียมกลีบมากกว่า 100 - 300 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งอาศัยแรงงานจำนวนมากเกิดปัญหาการทำงานด้วยท่าซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน นอกจากนี้พบว่ากระเทียมมีสารสกัดบิวทานอล ทำให้เกิดอาการหอบหืดและโพรงจมูกอักเสบเมื่อสูดดมหรือสัมผัสกระเทียมเป็นเวลานานระยะเวลา 3 - 5 ปี และมีบางรายมีอาการแพ้ชนิดรุนแรง [1] ข้อมูลจากชุมชุนเกษตรผู้ปลูกกระเทียมตำบลแสนพัน อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม มีพื้นที่การปลูกกระเทียม 548 ไร่ ประกอบด้วย 2 สายพันธ์คือ กระเทียมผือ และกระเทียมแก้ว มีการจำหน่ายกระเทียมแห้งแบบหัว กิโลกรัมละ 80 บาท กระเทียมกลีบกิโลกรัมละ 100 - 120 บาท ชุมชุนเกษตรนิยมขายแบบแกะกลีบกระเทียม เมื่อแยกขนาดกลีบกระเทียมทำให้มีราคาเพิ่มขึ้น การแยกกลีบกระเทียมด้วยมือไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลิตภัณฑ์ได้ เหตุผลดังกล่าวผนวกกับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม จึงมีการพัฒนาเครื่องแกะกลีบกระเทียมขึ้น [2]

รูปที่ 1 วิธีการแกะกลีบกระเทียมด้วยแรงงานคน

เครื่องแกะกลีบกระเทียมที่วางขายตามท้องตลาดมีราคาระหว่าง 45,000 บาท ด้วยความเร็วระดับเดียวเมื่อกระเทียมต่างสายพันธุ์ที่มีความแตกต่าง เช่น ขนาดกระเทียมหรือแรงยึดเกาะระหว่างกลีบกระเทียม ทำให้อัตราการผลิตลดลงเนื่องจากมีของเสียจากการแตกช้ำของกลีบกระเทียมมากขึ้น หรือมีการแกะกลีบที่ไม่สมบูรณ์ต้องเสียเวลาเพื่อนำมาแยกอีกรอบ ลักษณะโครงสร้างเป็นเครื่องแนวตั้งช่องเทกระเทียมอยู่ด้านบนสุดมีความสูงเฉลี่ย 150 – 180 เซนติเมตร ทำให้การ

ทำงานไม่สะดวกและมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เนื่องจากต้องยกกระสอบกระเทียมที่มีน้ำหนักมากให้สูงถึงช่องเท [3]

รูปที่ 2 เครื่องแกะกลีบกระเทียมตามท้องตลาด

การศึกษาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการปฏิบัติงาน มีแนวคิดการออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก ให้สามารถปรับระดับกลไกที่เหมาะสมกับชนิดของกระเทียม โดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของกลีบกระเทียม และเลือกใช้วัสดุตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหาร GMP (Good Manufacturing Practice) ที่มีความปลอดภัยต่อวัตถุดิบ เช่น การใช้แผ่นเหล็กสแตนเลสแทนแผ่นเหล็กหรือไม้อัดที่จุดลองรับกลีบกระเทียม และเครื่องสามารถปรับระดับลูกนวดตามขนาดของกระเทียม

2.วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของสายพันธ์กระเทียม เช่น ขนาดกลีบ แรงยึดเกาะความแข็งเปลือก ความหนาเปลือก ต่อปริมาณและคุณภาพของกระเทียมจากการพัฒนาเครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก

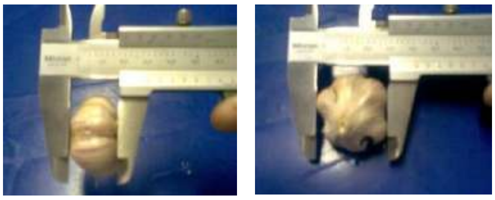
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของกลีบกระเทียมจากเครื่องแกะกลีบกระเทียม และพัฒนาวิธีการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อประโยชน์สำหรับควบคุมการผลิต การลดของเสีย และลดต้นทุน

3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะกลีบกระเทียม ที่มีขนาดเหมาะสมกับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายลดปัญหาการบาดเจ็บจากการทำงาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. สมบัติของกระเทียม

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของกระเทียมแต่ละสายพันธุ์ จึงทำการวัดขนาดและทดสอบแรงกดเพื่อทำให้กระเทียมแตกเป็นกลีบ



รูปที่ 3 การวัดขนาดของกระเทียม

ความแข็งแรงและการยึดเกาะของกระเทียมแต่ละชนิดทดสอบด้วยเครื่องวัดแรงกดสปริง แต่ละสายพันธุ์ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ข้อมูลจากการทดสอบใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับการหมุนลูกนวดเพื่อการแกะกลีบ [4]

รูปที่ 4 การทดสอบแรงกดกระเทียมโดยเครื่องวัดแรงกดสปริงวาล์ว

ผลการทดสอบพบว่ากระเทียมแต่ละชนิด (ตารางที่ 1) มีค่าเฉลี่ยของแรงกดต่างกันเนื่องจากขนาดและจำนวนกลีบของที่กระเทียมแตกต่างกัน กระเทียมจีนมีขนาดที่ใหญ่ที่สุดและจำนวนกลีบกระเทียมน้อยใช้แรงกดน้อยที่สุด [4]

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยแรงกดกระเทียมแต่ละชนิด

ลำดับที่	ชนิดกระเทียม	ขนาดกระเทียมเฉลี่ย กว้าง (mm)	ขนาดกระเทียมเฉลี่ย สูง (mm)	ขนาดแรงกดเฉลี่ย (ปอนด์)
1.	กระเทียมแก้ว	30	24.4	24
2.	กระเทียมผือ	35	22.2	17
3.	กระเทียมจีน	47	32	10

ข้อมูลเพิ่มเติมผู้นำเข้ากระเทียมจีนและชุมชุนเกษตรผู้ปลูกกระเทียมตำบลแสนพัน กระเทียมจีนที่นำเข้ามา ผ่านขั้นตอนการตัดรากและลอกเปลือกออกแล้ว แรงที่ใช้กดกระเทียมให้แตกจึงน้อยกว่ากระเทียมผือ และกระเทียมแก้ว ผลการทดสอบแรงกด คำนวณหาค่าความเร็วรอบด้วยต้นกำลังขนาด ¼ แรงม้า แบบสองเฟส 220 v. 50 Hz สามารถคำนวณหาความเร็วรอบได้ดังนี้ [4]

จากความสัมพันธ์

$$hp = \frac{F.V}{33,000} \quad (lb)\,(rpm) \qquad (1)$$

เมื่อ F = ค่าแรงกดสูงสุด

$$V = \frac{hp\,33,000}{F} \qquad hp = \frac{1}{4}\ \text{แรงม้า} \qquad (2)$$

$$V = \frac{(0.25)\,(33,000)}{24} = 343.75 \approx 344 \ \text{รอบต่อนาที}$$

เมื่อนำความเร็วรอบไปทดสอบ พบว่า กระเทียมช้ำ จึงทำการลดความเร็วรอบลงและจากการทบทวนวรรณกรรมมีการใช้ความเร็วรอบที่ 200 rpm ดังนั้น จึงได้แบ่งระดับความเร็วรอบเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 200 , 250 และ 300 rpm เพื่อหาประสิทธิภาพความเร็วรอบการแกะกลีบกระเทียมแต่ละชนิดที่ดีที่สุด

3.2 พัฒนาปรับปรุงโครงสร้าง โดยมีขนาดความ กว้าง x ยาว x สูง ได้แก่ 50 Cm. x 50 Cm. x 60 Cm. และระดับความสูงที่มีชุดกรวยแกะกลีบกระเทียมตัวนอกมีความสูงทั้งหมด 96 Cm. ซึ่งเหมาะสมกับวิธีการทำงานตามหลักการตรรกยศาสตร์

รูปที่ 5 เครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก

3.3 ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการแกะกลีบกระเทียม

3.3.1 กำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย

3.3.1.1 ชนิดของกระเทียม 3 สายพันธุ์ (กระเทียมผีอ,กระเทียมแก้ว,กระเทียมจีน)

3.3.1.2 ระยะห่างระหว่างลูกนวด 3 ระดับ (ระยะห่าง 1.0 ซม 1.2 ซม 1.5 ซม)

3.3.1.3 ความเร็วรอบของลูกนวด 3 ระดับ (ความเร็ว 200 rpm, 250 rpm, 300 rpm)

จากการคำนวณสมการ ค่าความเร็วรอบจากการคำนวณด้วยสมการ เมื่อทดสอบที่ความเร็วรอบ 350 รอบต่อนาที พบว่ากลีบกระเทียมช้ำ แตก 100% จากการทบทวนวรรณกรรม มีการกำหนดความเร็วรอบที่ระดับเดียวคือ 200 รอบต่อนาที ดังนั้นการทดลองนี้ทดสอบด้วยความเร็วรอบ 3 ระดับคือ 200 250 และ 300 รอบต่อนาที

ตารางที่ 2
ตารางที่ 2 ปัจจัยและระดับที่ใช้ในการทดลอง

ปัจจัย (Factor)	ระดับ (Level)
ชนิดกระเทียม (Garlic)	กระเทียมผีอ
	กระเทียมแก้ว
	กระเทียมจีน
ระยะห่างระหว่างลูกนวดกับกรวยตัวนอก (Cm.) (Interavl)	1.0
	1.2
	1.5
ความเร็วรอบของลูกนวด (rpm) (Speed)	200
	250
	300

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัยได้ออกแบบการทดลอง โดยการทดลองแบบเชิงแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) แบบการทดลองซ้ำ (Replication) 2 ครั้ง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง จำนวนการทดลองทั้งหมด 54 ครั้ง แต่ละครั้งใช้ปริมาณกระเทียมเท่ากัน 500 กรัม วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติและผลกระทบร่วมของปัจจัย

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดลองการแกะกลีบกระเทียมแต่ละชนิด

ลำดับที่	ปัจจัย (Factor)			ผลการปฏิบัติงาน					
	ชนิดกระเทียม	ระยะห่างลูกนวด (ซ.ม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	กระเทียมกลีบสมบูรณ์		กระเทียมกลีบแกะไม่หมด		กระเทียมกลีบแตกช้ำ	
				กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%
1.	กระเทียมผีอ	1.5	250	469	94	3	0.6	1	0.2
2.	กระเทียมแก้ว	1	200	462	92	8	1.6	8	1.6
3.	กระเทียมจีน	1.2	300	160	32	0	0	306	61

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลการแกะกลีบกระเทียม

General Linear Model: กลีบสมบูรณ์ versus Garlic, Interval, Spseed

Factor	Type	Levels	Values
Garlic	fixed	3	กระเท"ยมผ"อ, กระเท"ยมแก"ว, กระเท"ยมจ"น
Interval	fixed	3	1.0, 1.2, 1.5
Spseed	fixed	3	200, 250, 300

Analysis of Variance for กล"บสมบ_รณ', using Adjusted SS for Tests

Source	Model DF	Reduced DF	Seq SS
Garlic	2	2	5391425
Interval	2	2	45348
Spseed	2	2	1013
Garlic*Interval	4	4	150144
Garlic*Spseed	4	3+	43419
Interval*Spseed	4	4	63059
Garlic*Interval*Spseed	8	3+	92440
Error	8	14	45197
Total	34	34	5832044

+ Rank deficiency due to empty cells, unbalanced nesting, collinearity, or an undeclared covariate. No storage of results or further analysis will be done.

S = 56.8185 R-Sq = 99.23% R-Sq(adj) = 98.12%

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (α = 0.05) ซึ่งค่า p – value ของปัจจัยหลักทั้ง 3 มีค่า $< \alpha$ (0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปได้ว่าปัจจัยหลักทั้งสามมีผลต่อการแกะกลีบกระเทียม และมีค่า S = 56.82 , R – Squared (R-Sq) = 99.23 % และค่า R – Sq(adj) = 98.12 % เป็นค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ซึ่งมากกว่าร้อยละ 80 จึงมีความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

5. สรุป

การทดลองด้วยเครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก พบว่า กระเทียมผือมีระยะห่างของลูกนวดที่ 1.5 เซนติเมตรและความเร็วรอบที่ 250 รอบ/นาที ได้กระเทียมกลีบสมบูรณ์ที่ดีที่สุด กระเทียมแก้วมีระยะห่างของลูกนวดที่ 1 เซนติเมตรและความเร็วรอบที่ 200 รอบ/นาที ได้กระเทียมกลีบสมบูรณ์ที่ดีที่สุด และกระเทียมจีนมีระยะห่างของลูกนวดที่ 1.2 เซนติเมตรและความเร็วรอบที่ 300 รอบ/นาที ได้กระเทียมกลีบสมบูรณ์ที่ดีที่สุด การแกะกระเทียม 1 ชั่วโมง ได้ผลผลิตกระเทียมกลีบสมบูรณ์ ประมาณ 31 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยการแกะกลีบกระเทียม 1 วัน ได้ผลผลิตกระเทียมกลีบสมบูรณ์ ประมาณ 248 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าการใช้เครื่องแกะกลีบกระเทียมขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์การเกษตร สามารถประหยัดต้นทุนได้ประมาณ 7,168.49 บาทต่อเดือน และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 3.35 หรือประมาณ 3 - 4 เดือน

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก คณะผู้บริหารวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาส่วนกำกับดูแลก่อนออกสู่ตลาด88/24 ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000โทร. 0-2590-7033 www.fda.moph.go.th

[2] สำนักงานเกษตรอำเภอธาตุพนม ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม. ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม 48110

[3] บริษัท อาคารสินแมชชินเนอรี่ จำกัด ตัวอย่างเครื่องแกะกระเทียมขายในท้องตลาด.ที่อยู่: 2-6 ถ.เมืองสมุทร ต.ช้างม่อย อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

[4] รชต มณีโชติ และจริยาภรณ์ อุ่นวงษ์.การพัฒนาเครื่องแกะและคัดแยกกระเทียม. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,2555 <วิทยานิพนธ์>

[5] สุทธิ ศรีบูรพา.วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด 2540 หน้า 388 – 419

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องคัดขนาดสับปะรดด้วยการประมวลผลภาพ

Pineapple Sizing Machine by Image Processing

วัลภา ภุมมะระ

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 E-mail: wanlapha.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

สับปะรดจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความต้องการในการบริโภค อุปโภค แปรรูปและการส่งออก ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดการค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ ส่งผลให้เกิดการผลิตทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ โดยสับปะรดสามารถบริโภคได้ทั้งแบบสดและแบบแปรรูป ส่งผลให้อุตสาหกรรมการแปรรูปสับปะรดมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การคัดขนาดของลูกสับปะรดจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ทำให้ได้ว่าขนาดไหนจะนำไปทำเป็นผลผลิตอะไรจึงจะเหมาะสม และการคัดเลือกขนาดในปัจจุบันใช้แรงงานคนจำนวนมากในการแยกขนาดสับปะรด เครื่องคัดขนาดสับปะรดเป็นการออกแบบเพื่อช่วยเกษตรกรในการคัดขนาดสับปะรด ซึ่งได้นำเอาระบบการทำงานของการประมวลผลภาพ เข้ามาใช้ในกระบวนการทำงานของการคัดขนาด ลูกสับปะรด เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงนำใช้โหลดเซลล์มาใช้ในการชั่งน้ำหนักของสับปะรดในกระบวนการคัดขนาด ทำให้เกษตรกรไม่ต้องชั่งน้ำหนักภายหลังการคัดแยกขนาด การจัดทำเครื่องคัดขนาดสับปะรดได้ผ่านทดสอบเรื่องความถูกต้องของกระบวนการคัดขนาด 100 เปอร์เซ็นต์ จากการแยกลูกสับปะรดที่คัดขนาดแล้ว และความถูกต้องของการทำงานของตัวชั่งน้ำหนักคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 90 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: คัดขนาดสับปะรด, การประมวลผลภาพ

Abstract

Pineapple is an economy drop with a demand for consumption, processing and export. Thus the need of the market, both domestic and foreign. Resulting in the production of both agricultural and industrial centers of the country. The pineapple processing industry is vital to the economy. The size of a pineapple, it is essential that measures would be taken to yield what is appropriate. And a selection of current labor as many people to split a pineapple. The pineapples sizing machine is designed to help farmers for separate size of pineapple by using system of image processing. For more efficiently, we use load cell to weigh of pineapple while separate size of pineapple. Farmers do not need to weigh the segregation measures. The preparation of the pineapples sizing machine tested the accuracy of the grading process, splitting the size and pineapple is 100%. And the accuracy of the work of the weighing accuracy is 90%.

Keywords: Pineapples Sizing Machine, Image Processing

1. บทนำ

ในปัจจุบันเริ่มมีการปลูกสับปะรดเป็นจำนวนมาก ผลผลิตที่ได้ก็มีจำนวนมากตามไปด้วย การบริโภคสับปะรดก็มีจำนวนมากทั้งการนำมาบริโภคแบบสด ๆ และบริโภคในรูปแบบของการแปรรูป การนำผลิตจากสับปะรดมาแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีมากมาย ผลผลิตที่ได้มานั้นจะต้องมีการแยกขนาดและความสุกดิบของลูกสับปะรดในการจะแยกได้ว่าผลิตไหนจะนำไปทำผลิตภัณฑ์อะไรจึงจะเหมาะสม เพราะราคาในตลาดมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นที่จะต้องคัดขนาดสับปะรด และในปัจจุบันการคัดขนาดสับปะรดยังต้องอาศัยแรงงานของคนเพื่อคัดเกรดสับปะรดเป็นจำนวนมาก ดังนั้นแนวคิดที่ทำเครื่องคัดแยกสับปะรด เพื่อลดกำลังคนในการทำงาน,เพิ่มความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

การออกแบบตัวเครื่องในการคัดขนาดสับปะรดเพื่อให้มีความกะทัดรัดและขนาดของเครื่อง ไม่ใหญ่จนเกินไป ทั้งการนำมาใช้งานคู่กับเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) คือ การนำภาพมาประมวลผลหรือคำนวณด้วยโปรแกรมการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ โดยในขั้นตอนต่างๆ คือ การทำให้ภาพเกิดความคมชัดมากขึ้นและการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ

การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกจากภาพเพื่อนำภาพของวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพ เช่น รูปร่างและขนาด และ นำภาพของวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์และสร้างเป็นระบบเพื่อตรวจสอบถึงขนาดและรูปร่างที่เราต้องการ โดยจะนำกล้องวิดีโอมาช่วยในการจับภาพของวัตถุเพื่อให้เกิดความสะดวกในการคัดเกรดของวัตถุตามระบบที่กำหนดไว้ และการใช้เซนเซอร์เพื่อกำหนดจุดในการรับภาพที่จะประมวลผล

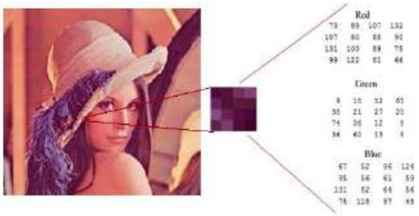
2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 สับปะรด (Pineapple)

สับปะรด[1] เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวเรียงสลับ ซ้อนกันถี่มากรอบต้น ไม่มีก้านใบ ดอกช่อออกจากกลางต้น มีดอกย่อยจำนวนมาก ผลเป็นผลรวม รูปทรงกระบอก มีใบเป็นกระจุกที่ปลายสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้นจะเติบโตเป็นต้นใหม่ ได้อีกพันธุ์สับปะรดที่นิยมปลูกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ เช่น พันธุ์ปัตตาเวีย หรือเรียกว่า สับปะรดศรีราชา นิยมปลูกที่ จ.ประจวบคีรีขันธ์ จ.ชลบุรี จ.เพชรบุรี ผลใหญ่ ฉ่ำน้ำ เนื้อสีเหลืองอ่อน, พันธุ์อินทรชิตและพันธุ์ขาวนิยมปลูกที่ จ.ฉะเชิงเทรา, พันธุ์ภูเก็ต หรือ พันธุ์สวี นิยมปลูกทางภาคใต้ ผลเล็กเปลือกหนาเนื้อสีเหลืองเข้ม หวานกรอบ และพันธุ์นางแล หรือ พันธุ์น้ำผึ้ง นิยมปลูกในจังหวัดเชียงราย ผลกลม ตานูน เปลือกบาง เนื้อสีเหลืองเข้ม รสหวานจัด

2.2 พื้นฐานการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ [2] คือการนำเสนอรายละเอียดของวัตถุโดยการจัดเอาหรือถ่ายรายละเอียดของภาพที่ได้จากวัตถุเพื่อนำรายละเอียดของภาพเหล่านั้นไปทำประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้น ในเริ่มต้นของการประมวลผลภาพต้องทำการนำภาพจากกล้องมาแปลงในอยู่ในรูปของเมตริกซ์ ซึ่งภาพที่ได้ประกอบด้วยจุดต่าง ๆ ซึ่งมีค่าระดับความสว่างของภาพดิจิตอล ซึ่งอยู่ในในรูปแบบเมทริกซ์ 2 มิติขนาด M × N ดังที่แสดงในรูปที่ 1

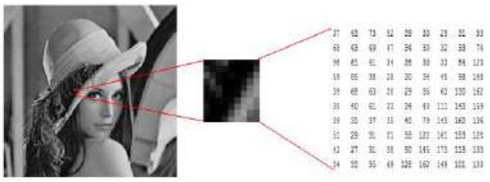


รูปที่ 1 การจัดเก็บค่าสีในรูปของเมทริกซ์

จากนั้นนำพิกเซลในแต่ละระนาบของสีแปลงเป็นภาพระดับสีเทา ด้วยสมการที่ 1

$$\text{Grayscale} = \frac{R+G+B}{3} \quad (1)$$

เนื่องจากภาพระดับสีเทาสามารถนำมาประมวลผลภาพได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นกว่าภาพสี



รูปที่ 2 การจัดเก็บค่าสีในภาพสีเทา

2.2.1 การหาขอบภาพ

การหาขอบภาพเป็นการหาขอบเขตของวัตถุภายในภาพซึ่งขอบเขตวัตถุจะเป็นที่เด่นและมีความสาคัญมากที่สุด เพื่อที่จะนำไปสู่การหาจุดอ้างอิงของวัตถุต่อไป โดยลักษณะเด่นของวัตถุที่พบโดยทั่วไปก็คือส่วนที่เป็นสัน หรือส่วนที่เป็นขอบเขตของวัตถุ

2.2.2 การนับจำนวนพิกเซล [3,4]

โดยทั่วไปเวลาพิจารณารูปที่เราสนใจ พิกเซลที่อยู่เดี่ยวจะไม่ใช่เป้าหมายที่เราพิจารณา ส่วนใหญ่เราจะสนใจกลุ่มของพิกเซลที่อยู่ติดกัน ข้อมูลที่น่าสนใจอย่างหนึ่งก็คือจำนวนพิกเซล การที่จะทราบจำนวนพิกเซลเราต้องสามารถแยกพิกเซลออกเป็นกลุ่มติดกัน การนับพิกเซลจะสแกนนับพิกเซลสีขาวไปทีละแถวจากภาพไบนารีเฉพาะในขอบเขตที่ต้องการนับ ตามสมการที่ 2

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} (x,y)+ & (x,y+1)+ & .. & +(x,y_n) \\ (x+1,y)+ & (x+1,y+1)+ & .. & +(x+1,y_n) \\ ..+ & ..+ & .. & +.. \\ (x_m,y)+ & (x_m,y+1)+ & .. & +(x_m,y_n) \end{bmatrix} \quad (2)$$

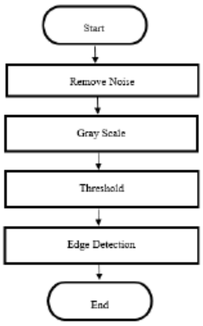
โดยที่ $f(x,y)$ คือ พิกัดพิกเซล x,y ที่กำหนดพิกัดขอบเขต

x คือ พิกัดพิกเซลในแนวแกน x เมื่อ x มีค่าตั้งแต่ x ถึง x_n

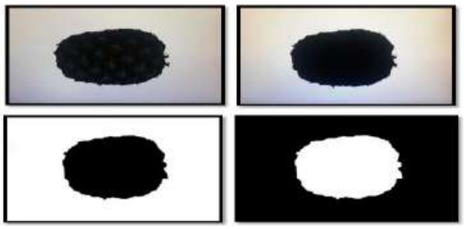
y คือ พิกัดพิกเซลในแนวแกน y เมื่อ y มีค่าตั้งแต่ y ถึง y_n

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยทั่วไป เริ่มต้นด้วยการปรับปรุงภาพด้วยวิธีต่างๆเช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน จากนั้นนำภาพที่ได้แปลงให้เป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale Image) หลังจากนั้นจะทำการแปลงภาพขาวดำ (Binary Image) โดยการทำเทรชโฮลด์จากนั้นใช้อัลกอริทึมหาขอบของผลสับปะรด จากนับใช้อัลกอลิทึมการนับจำนวนพิกเซลเพื่อคัดแยกขนาดของสับปะรดเป็น 3 ขนาดคือ ขนาด S, ขนาด M และ ขนาด L

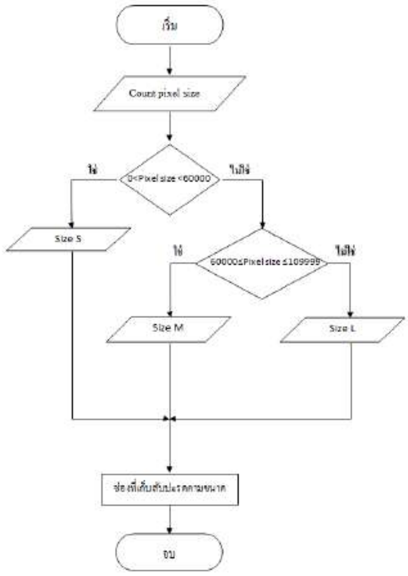


รูปที่ 3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น



รูปที่ 4 ภาพสับปะรดที่ผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น

จากรูปที่ 4 แสดงภาพที่ผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น โดยภาพแรกเป็นที่จับได้จากกล้อง และภาพที่สองเป็นภาพที่มีการกำจัดสัญญาณออก ภาพที่สามเป็นภาพที่แปลงเป็นภาพสีเทาแล้วทำเป็นภาพขาวดำ และภาพสุดท้ายภาพที่สี่เป็นการนำภาพมาทำ threshold เพื่อนำภาพที่ได้นำมาหาขอบของภาพเพื่อเตรียมทำการนับจำนวนพิกเซลสีขาว



รูปที่ 5 แสดงกระบวนการคัดแยกขนาดที่ต้องการ

จากรูปที่ 5ทำการนับจำนวนพิกเซล เพื่อเปรียบเทียบขนาดของสับปะรด โดยขนาดของสับปะรดขนาด S จะมีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 0 ถึง 59999 พิกเซล ขนาดของสับปะรดขนาด M จะมีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 60000 ถึง 109999 พิกเซลและขนาดของสับปะรดขนาด L จะมีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 110000 ขึ้นไป

รูปที่ 6 เครื่องคัดขนาดสับปะรด

การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 เกณฑ์การทดสอบคือ การทำงานของโปรแกรมการแยกขนาด การเก็บลูกสับปะรดหลังการแยก การทำงานของหน้าจอการแสดงผลและความถูกต้องของการทำงานของโหลดเซลล์ การทดสอบนี้จะมีการแบ่งออกเป็น 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก (Size S) มีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 0 ถึง 59999 และน้ำหนักไม่เกิน 0.5 กิโลกรัม ขนาดกลาง (Size M) มีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 60000 ถึง 109999 พิกเซลและน้ำหนัก 0.5 – 1 กิโลกรัม และขนาดใหญ่ (Size L) มีจำนวนพิกเซล ตั้งแต่ 110000 ขึ้นไปและน้ำหนักมากว่า 1 กิโลกรัม ทั้งหมด 3 ตาราง ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดเล็ก

ลำดับครั้งในการทดสอบ	การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดเล็ก				
	โปรแกรมแยกขนาด	การเก็บลูกสับปะรดหลังการแยก	การแสดงผลทางจอภาพ	ความถูกต้องของการทำงานของตัวชั่งน้ำหนัก (Load Cell)	
				น้ำหนักจริง	น้ำหนักที่ชั่งได้
1	/	/	/	0.92	0.92
2	/	/	/	0.7	0.7
3	/	/	/	0.7	0.7
4	/	/	/	0.7	0.7
5	/	/	/	0.7	0.7
6	/	/	/	0.92	0.9
7	/	/	/	0.92	0.9
8	/	/	/	0.92	0.92
9	/	/	/	0.7	0.7
10	/	/	/	0.92	0.92

ตารางที่ 2 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดกลาง

ลำดับครั้งในการทดสอบ	การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดกลาง				
	โปรแกรมแยกขนาด	การเก็บลูกสับปะรดหลังการแยก	การแสดงผลทางจอภาพ	ความถูกต้องของการทำงานของตัวชั่งน้ำหนัก (Load Cell)	
				น้ำหนักจริง	น้ำหนักที่ชั่งได้
1	/	/	/	1.3	1.3
2	/	/	/	1.3	1.3
3	/	/	/	1.3	1.23
4	/	/	/	1.3	1.3
5	/	/	/	1.3	1.3
6	/	/	/	1.3	1.29
7	/	/	/	1.3	1.3
8	/	/	/	1.3	1.3
9	/	/	/	1.3	1.3
10	/	/	/	1.3	1.3

ตารางที่ 3 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดใหญ่

ลำดับครั้งในการทดสอบ	การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดขนาดสับปะรดกับสับปะรดขนาดใหญ่				
	โปรแกรมแยกขนาด	การเก็บลูกสับปะรดหลังการแยก	การแสดงผลทางจอภาพ	ความถูกต้องของการทำงานของตัวชั่งน้ำหนัก (Load Cell)	
				น้ำหนักจริง	น้ำหนักที่ชั่งได้
1	/	/	/	1.65	1.65
2	/	/	/	2.23	2.22
3	/	/	/	2.23	2.23
4	/	/	/	1.65	1.64
5	/	/	/	1.65	1.65
6	/	/	/	2.23	2.23
7	/	/	/	2.23	2.22
8	/	/	/	1.65	1.65
9	/	/	/	1.65	1.65
10	/	/	/	1.65	1.65

4. สรุป

จากการที่ได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาจัดทำเป็นเครื่องคัดขนาดสับปะรด การทดสอบการทำงานของระบบคัดแยกพื้นฐานในการคัดขนาดลูกสับปะรดแบ่งออกเป็น 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก (Size S), ขนาดกลาง (Size M และขนาดใหญ่ (Size L) โดยจะแบ่งการทำงานเป็น 2 กระบวนการทำงานคือ การจับขนาดภาพโดยใช้หลักการอ่านค่าพิกเซล (Pixel) ของรูป โดยจะนำภาพจากที่ถ่ายลูกสับปะรดแปลงเป็นรูปเฉดขาว-ดำ เสร็จเรียบร้อยแล้ว แล้วนับจำนวนพิกเซล (Pixel) ที่เป็นสีขาว หรือค่า 255 ตัวเครื่องสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง 100% และการทำงานของตัวชั่งน้ำหนักโหลดเซลล์ (Load cell) สามารถทำงานได้แต่เกิดความไม่เสถียรในการทำงานเนื่องการฐานในการติดตั้งไม่สมดุลทำให้ค่าของน้ำหนักมีความถูกต้องเพียง 85% พร้อมมีจอแสดงผลผลการคัดขนาดรวมทั้งหมด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายภาณุเบศ วงศ์สุวรรณในการช่วยทดสอบเครื่องวัดขนาดสับปะรด และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอบทความในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] จิราพรรณ คล้ายกิจจา, สับปะรด, พิมพ์ครั้งที่ 1, ข้อมูลบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ, 2548.

[2] อรณัตร จิตต์โสภักตร์, Digital Image Processing/ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร : บริษัทสงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย, 2552

[3] Ruihua Ma, Liyuan Li, Weimin Huang, and Qi Tian, "On Pixel Count Based Crowd Density Estimation for Visual Surveillance," Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, pp. 170 – 173, 2004.

[4] Rute Coimbra, and Federico Olo´riz, "Pixel counting for percentage estimation: Applications to sedimentary petrology," Computers & Geosciences, vol. 42, pp. 212– 216, 2012

[5] วิชิต นางแล, (2543), การสร้างเครื่องมือคัดแยกขนาดสับปะรดโดยวิธีการคัดแยกด้วยภาพกึ่งอัตโนมัติ, สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2557, บทความ

เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างง่าย

Simple Technology for Wastewater Treatment in Aquaculture Ponds

ไพศาล สิทธิโยภาสกุล และสรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: iteproject201x@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ เป็นการออกแบบต้นแบบการบำบัดน้ำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทปลาด้วยเทคโนโลยีอย่างง่าย ที่อาศัยหลักการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างหรือที่เรียกว่าค่า pH ในบ่อเพาะเลี้ยงปลา เพื่อบอกสถานะของน้ำผ่านทางเว็บไซต์ แล้วทำการบำบัดน้ำเสียด้วยการเติมออกซิเจนกับสารเคมีลงในน้ำ โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 (ATmega2560) เป็นตัวประมวลผลหลัก ทำงานร่วมกับโมดูล pH ในการวัดค่า pH ของน้ำในบ่อ และทำการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่าย Wi-Fi ที่ใช้โมดูล NodeMCU รุ่น ESP8266 v.1.0 และในการบำบัดน้ำเสียด้วยการสั่งงานให้มอเตอร์หมุนใบพัดตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ และสั่งวาล์วโซลินอยด์ในการเติมสารจุลินทรีย์ลงในบ่อ จากการทดลองพบว่า งานวิจัยนี้สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงจาก สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง เป็น 2-3 สัปดาห์ต่อการเปลี่ยนน้ำในบ่อ 1 ครั้ง และยังลดความบอบช้ำของปลาจากการเปลี่ยนน้ำอีกด้วย

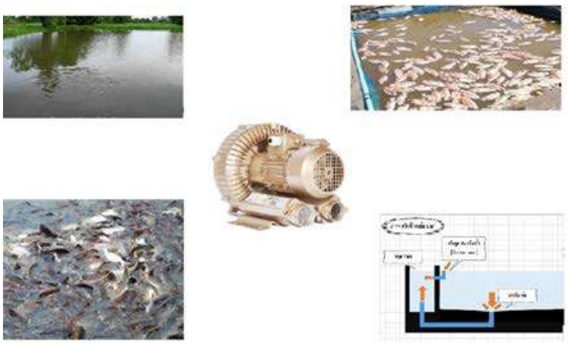
คำสำคัญ: บำบัดน้ำเสีย, บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This research paper aimed to design to wastewater treatment in aquaculture ponds with simple technology. Based on the pH method in ponds, for data of water status via website. With treat the waste water by adding oxygen and chemicals to the ponds. By using the microcontroller arduino mega 2560 to main processing and the pH module to measure the pH of the pond water and communication to the server on Wi-Fi network using the ESP8266 NodeMCU module. And in the treatment by command to increase the oxygen in the water using the rotating propeller of motor, and ordered a valve solenoid to add microorganism to the pond. The experiment results found that this research had reduced the cost of the changing water in aquaculture pond form 1-2 times per week to 2-3 weeks per pond water change and also to reduce fish injury form water change.

Keywords: treatment wastewater, aquaculture ponds, microcontroller

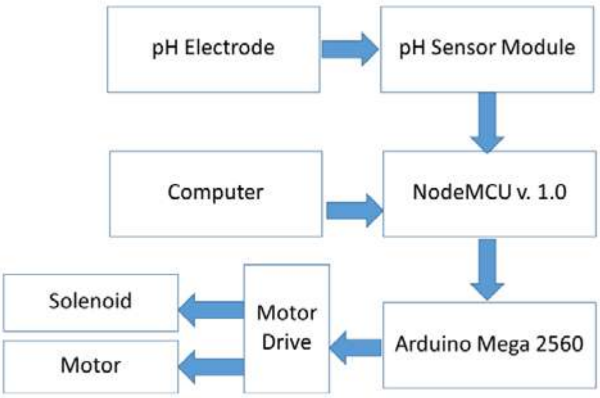
1. บทนำ



รูปที่ 1 ปัญหาในการบำบัดน้ำเสีย

สังคมเกษตรกรรมของไทยในปัจจุบัน มิใช่จะมีแต่เกษตรกรที่ทำแต่ด้านการเพาะปลูกเพียงอย่างเดียว ยังมีเกษตรกรที่ทำด้านเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย แต่ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันประสบปัญหาตั้งแต่การลงทุนเริ่มต้นและการบำบัดน้ำเสียของบ่อเลี้ยงที่มีราคาค่อนข้างสูง รวมไปถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากขึ้นและมีจำนวนมากขึ้น เพื่อให้เกิดผลกำไร ปัจจัยหลักคือคุณภาพของน้ำที่เหมาะสมตามข้อมูลที่ศึกษามานั้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทปลาจะมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5 – 8.3 แต่ในการเพาะเลี้ยงปลาในบ่อนั้นมักประสบกับปัญหาเรื่องน้ำเสีย เป็นหลัก ซึ่งในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีราคาที่สูง ขั้นตอนในการทำที่ซับซ้อน ดังรูปที่ 1 ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีในการเปลี่ยนน้ำในบ่อ อันเป็นการใช้น้ำที่สิ้นเปลืองและ

สัตว์น้ำเกิดความบอบช้ำได้ โดยในการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น [1], [2] มีหลักการที่สำคัญอยู่ 2 อย่างคือ การเติมออกซิเจนในน้ำ และการเติมสารเคมีหรือจุลินทรีย์ลงในน้ำ เพื่อให้น้ำในบ่อมีสถาพเป็นที่ดีสามารถใช้ต่อไปได้ หลักการเบื้องต้นช่วยลดการใช้น้ำในการเปลี่ยนน้ำในบ่อได้บ้าง ทางผู้วิจัยจึงได้นำแนวความคิดนี้มาใช้ในการทำงานวิจัยที่นำเสนอขึ้นมา โดยมีภาพรวมการทำงานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบ

2. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้

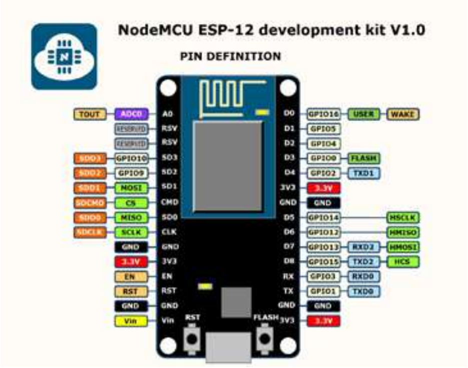
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 [3]

เป็นบอร์ด Arduino [4] ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้พอร์ต I/O จำนวนมาก เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ที่ต้องการรับใช้พอร์ต I/O ในการควบคุมเซ็นเซอร์ และการควบคุมมอเตอร์เซอร์โว จำนวนหลายๆ ตัว และเป็นบอร์ดที่มีหน่วยความจำมาก ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560

2.2 บอร์ด NodeMCU

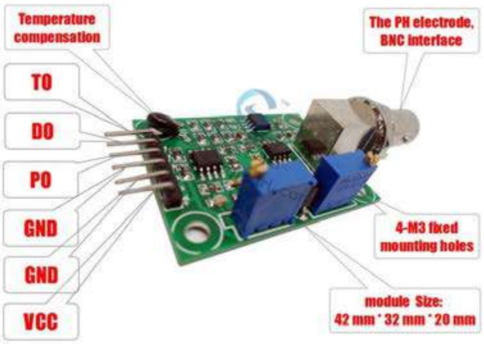
บอร์ด NodeMCU เป็นบอร์ดที่มีแพลตฟอร์มแบบ Open Source นิยมนำมาใช้พัฒนาเป็น IoT (Internet of Things) โดยใช้ภาษา Lua อันเป็นภาษาแบบ Scripting language ตัวบอร์ดใช้โมดูล ESP8266 SDK 1.4 เป็นตัวประมวลผลและสั่งการหลัก [5] มีการสื่อสารผ่านโมลดูล UART ที่เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม มีอัตราการส่งข้อมูล (Baud Rate) ที่สูง และมี Wi-Fi ในตัวทำให้สามารถสื่อสารไร้สายผ่านสายอากาศได้โดยมีโครงสร้างไดอะแกรม ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ไดอะแกรมของ NodeMCU

2.3 โมดูลเซ็นเซอร์ pH

โมดูลเซ็นเซอร์ pH [6] เป็นตัวแปลงค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากหัววัดค่า pH ที่ต่ออยู่ให้กลายเป็นค่า pH และจะส่งไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับโมดูลเซ็นเซอร์ pH โดยมีส่วนประกอบดังรูปที่ 5

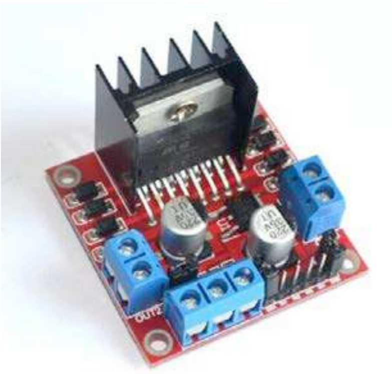


รูปที่ 5 ส่วนประกอบของโมดูลเซ็นเซอร์ pH

2.4 โมดูลขับมอเตอร์ L298 Dual H-Bridge Motor Driver

L298 Dual H-Bridge Motor Driver [7], [8] (ชุดขับมอเตอร์) สามารถขับมอเตอร์ได้ 2 ชุด และขับกระแสได้สูงสุด 4 A ใช้แบบบริดจ์ 2 ช่อง ภายในบอร์ดได้ต่อไดโอดเพื่อกันไฟที่จะเข้ามารบกวนระบบเรียบร้อยแล้ว และยังมีแหล่งจ่ายไฟ 5 V ในตัว ในกรณีท่านจะนำไปต่อแบบแยกกราวด์ ไม่ต้องไปหาแหล่งจ่ายเพิ่ม และยังสามารถควบคุม

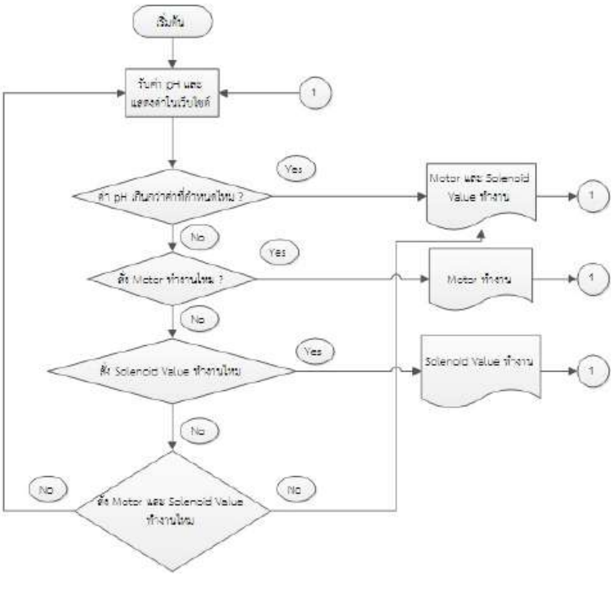
ความเร็วมอเตอร์ได้ ใช้ไฟ 5 V สามารถรับไฟเข้า 7-35 V ได้ มีวงจรแปลงไฟอยู่ในตัว ขับกระแสสูงสุดได้ 2 A



รูปที่ 6 ชุดขับมอเตอร์

3. การออกแบบ

ในการออกแบบจากภาพรวมการทำงานในรูปที่ 2 จะมีหลักการทำงานโฟลต์ชาร์ตดังรูปที่ 7

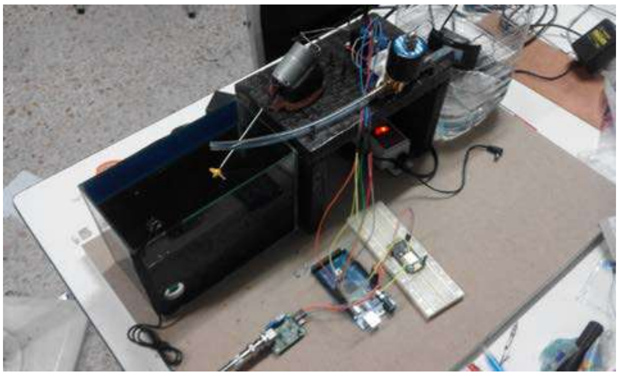


รูปที่ 7 โฟลต์ชาร์ตของระบบ

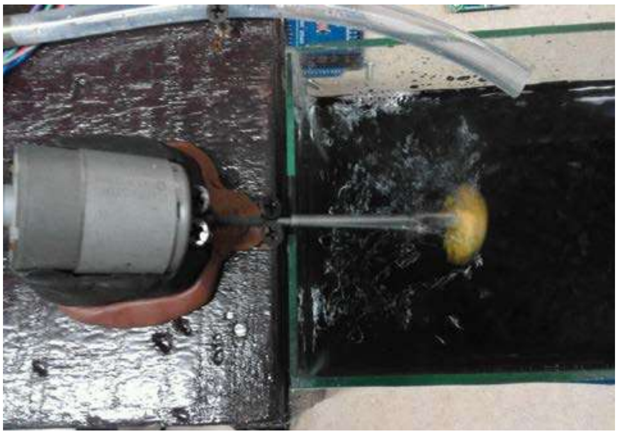
จากรูปที่ 7 สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้ ระบบจะทำการวัดค่า pH ของน้ำในบ่อ แล้วส่งค่าไปยังเซิร์ฟเฟอร์ผ่านเครือข่าย NodeMCU โดยมี Arduino เป็นตัวประมวลผลหลัก เมื่อทางเซิร์ฟเฟอร์ได้รับค่าจะทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่เก็บไว้ หากมีค่ามากกว่าที่กำหนดจะมีการสั่งให้มอเตอร์ติดใบพัดให้หมุนตีผิวน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ พร้อมกับสั่งให้โซลินอยต์ทำงานเพื่อปล่อยสารเคมีเพื่อช่วยในการบำบัดนำเสียในบ่อจนกระทั่งค่า pH ของน้ำในบ่อมีค่าลดลงจนต่ำกว่ามาตรฐาน จึงหยุดการทำงาน ในขั้นตอนการบำบัดสามารถแยกสั่งให้มอเตอร์หมุน หรือเติมสารจุลินทรีย์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ผ่านทางเซิร์ฟเฟอร์

4. ผลการทดลอง

รูปผลการทดลองที่ผู้วิจัยขอนำเสนอในบทความนี้ เป็นรูปที่ได้จากการทดลองบนต้นแบบของบ่อบำบัด ควบคู่ข้อมูลตารางที่ได้ทำการทดลองในบ่อเลี้ยงปลาจริง แต่ไม่สามารถนำรูปที่ได้จากการทดลองกับบ่อจริงมานำเสนอเนื่องจากเจ้าของบ่อไม่อนุญาติให้เผยแพร่รูปใดๆ ที่เกี่ยวกับบ่อปลา



รูปที่ 8 ต้นแบบการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลา



รูปที่ 9 การสั่งให้มอเตอร์ติดใบพัดตีผิวน้ำ

จากการติดตั้งระบบการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาของจริงที่มีลักษณะเป็นแบบบ่อดินขนาด 50 ตารางเมตร และมีความลึกที่ 120 เซนติเมตร มีปลานิลขนาด 400 กรัมต่อตัว จำนวน 200 ตัว ซึ่งมีการติดตั้งระบบ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ติดตั้งตัววัดค่า pH ทุก 10 เมตร เป็นจำนวน 5 ตัว กับแบบที่ 2 ติดตั้งตัววัดค่า pH ทุก 5 เมตร โดยมีการติดตั้งมอเตอร์ติดใบพัดสำหรับตีผิวน้ำ 5 เครื่อง และจุดการเติมสารจุลินทรีย์ 4 จุดรอบบ่อแล้วทำการทดลองเป็นเวลา 21 วัน ให้วัดค่า pH ทุก 3 วัน และทำการบำบัดเป็นเวลา 15 นาที ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกับบ่อเลี้ยงปลาจริง

	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ค่า pH เฉลี่ยครั้งที่ 1 เวลากลางวัน	8.6	8.8
ค่า pH เฉลี่ยเมื่อผ่านการบำบัดครั้งที่ 1	8.0	7.2
ค่า pH เฉลี่ยครั้งที่ 2 เวลากลางคืน	5.0	4.2
ค่า pH เฉลี่ยเมื่อผ่านการบำบัดครั้งที่ 2	5.5	5.2

จากตารางที่ 1 พบว่า ยิ่งมีการติดตั้งตัววัด pH ให้มีระยะห่างระหว่างกันน้อยจะให้ค่าความถูกต้องในการวัดมากกว่า และในเวลากลางวันจะมีค่า pH ที่สูงกว่าเวลากลางคืนเสมอ

5. สรุป

บทความวิจัยได้เสนอ เทคโนโลยีการบำบัดนำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างง่าย โดยอาศัยการวัดค่า pH ของน้ำในบ่อปลาแล้วทำการบำบัดด้วยการหมุนมอเตอร์ติดใบพัดตีบนผิวน้ำ และทำการเติมสารจุลินทรีย์ลงในน้ำ พบว่าบทความที่นำเสนอ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงจาก สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง เป็น 2-3 สัปดาห์ต่อการเปลี่ยนน้ำในบ่อ 1 ครั้ง และยังลดความบอบช้ำของปลาจากการเปลี่ยนน้ำได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] Sally Gutierrez, "Principles od Design and Operations of Wastwater Treatment Pond Systems for Plant Operators, Engineers, and Managers," National Risk Management Research Laboratory, U.S., 2011.

[2] Peter Aderemi Adeoye, John Jiya Musa and Banjo Ayobami Akinyemi, "Design of Aerated Lagoon for Fish Pond Wastewater Treatment," Assumption University of Thailand, pp. 188-192, Jan., 2009.

[3] Alan Trevennor, "Practical ABR Microcontrollers Games, Gadgets and Home Automation with Microcontorller Used in the Arduino," Friendsof Apress.

[4] Sourabh Sankule, "Embedded Systems & Robitics," 2009.

[5] ข้อมูลออนไลน์ของห้องปฏิบัติการระบบสมองกลฝังตัว ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, “การใช้งานบอร์ด NodeMCU v2,” [ออนไลน์]; http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=nodemcu_v2

[6] David L. Harris and Daniel C. Harris, "A low-cost pH meter for the classroom," Journal of Chemical Education, p. 563, July, 1992.

[7] Kimmo Karvinen, Tero Karvinen, and Ville Valtokari, “Make: Sensors – Projects and Experiments to Measure the World with Arduino and Raspberry Pi, 2014.

[8] Sabrie Soloman, “Sensors Handbook,” The McGrawHill, 2010.

[9] Jian Lee, “Advanced Electrical and Electronics Engineering,” Springer, 2011.

การประยุกต์ใช้สมาร์ทโพนสำหรับระบบควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิด

An Application of Smartphone for Ground Humidity Control System by On-Off Control Algorithm

กฤษฎา กันทะวงศ์[1] และชนม์รัตน์ ตติยะวรนันท์[2]
ภาควิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์: 02-9883655 E-mail: gkritsad@mut.ac.th [1], chonrat@mut.ac.th [2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้สมาร์ทโพนสำหรับระบบควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดที่มีฮิสเทอรีซีส ซึ่งระบบมีส่วนประกอบได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดที่มีฮิสเทอรีซีสสามารถแสดงผลผ่านทางสมาร์ทโฟนได้ ปั๊มน้ำ โซลินอยด์วาล์ว พัดลมไฟฟ้า เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และกระบะดิน โดยระบบนำเสนอการควบคุมความชื้นในดินอัตโนมัติอยู่ระหว่าง 50% ถึง 70% สุดท้ายได้ผลการทดสอบได้ค่าความผิดพลาดของการควบคุมความชื้นในดินอัตโนมัติน้อยกว่า ± 5% สำหรับโหมดควบคุมอัตโนมัติ

คำสำคัญ: สมาร์ทโฟน ขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิด การควบคุมความชื้นในดิน

Abstract

This paper presents an application of smartphone for ground humidity control system by using on-off control with hysteresis algorithm. The system comprises of the microcontroller containing with on-off control with hysteresis algorithm can be displayed via the smart phone, the water pump, the solenoid valves, the electric fans, the ground humidity sensors, and the soil bin. The system presents the automatic ground humidity control is between 50% and 70%. Finally, the experiment results featured in the error of automatic ground humidity control less than ± 5% for the automatic control mode.

Keywords: smartphone, on-off control algorithm, ground humidity control.

1. บทนำ

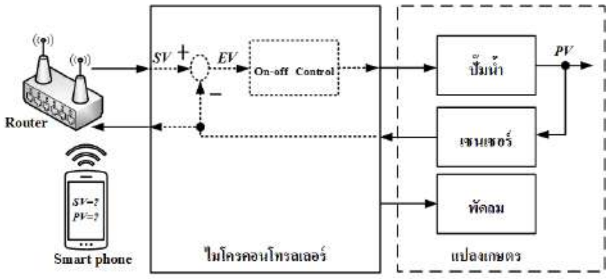
ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนในด้านต่างๆ อาทิเช่น การประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมแสงไฟชนิดแอลอีดีบนเวที โดยมีจุดเด่นสามารถเพิ่มต่อส่วนขยายของโครงสร้างระบบได้ง่าย [1] หรือการแสดงอัตราการเต้นของหัวใจจากระบบคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางสมาร์ทโฟน [2] ยังมีการเรียนการสอนในชั้นเรียนบรรยายโดยสร้างแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน [3] หรือการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนแทนบัตรเติมเงินสำหรับระบบขนส่งสาธารณะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการบริการด้านการขนส่งสาธารณะ [4] อีกทั้งนำสมาร์ทโฟนไปใช้กับรถเข็นคนพิการและระบบบ้านอัตโนมัติสำหรับคนพิการโดยการสั่งงานด้วยเสียงมนุษย์ได้ [5] หรือการตรวจค้นข้อมูลของภาพป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ [6] และการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนในการควบคุมหุ่นยต์ด้วยวิธีการเอียงหรือการสั่งงานด้วยเสียงผ่านทางสมาร์ทโฟน [7] ส่วนงานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนทางด้านการเกษตรเพื่อควบคุมความชื้นในดินเหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืชตระกูลเฟิร์นเช่น ผักกูด เป็นต้น

2. การทำงานของระบบที่นำเสนอ

ระบบควบคุมความชื้นในดินที่นำเสนอนี้มีตัวควบคุมหลักคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560 โดยมีขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดมีฮิสเทอรีซีสซึ่งรับค่าความผิดพลาด (EV) ดังสมการที่ 1 เพื่อประมวลผลสำหรับควบคุมความชื้นในดิน

$$EV = SV - PV \tag{1}$$

โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เชื่อมต่อกับมอดูลอีเทอร์เน็ตรุ่น Ethernet shield w5100 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เราเตอร์ (Router) สามารถรับค่าเป้าหมายความชื้นในดิน (SV) และแสดงผลการวัดค่าความชื้นในดิน (PV) จากสมาร์ทโพนผ่านเครือข่ายอีเทอร์เน็ตได้ โดยระบบมีเซนเซอร์วัดความชื้น Grove-Moisture รุ่น SKU101020008 ในดินจำนวน 4 ตัว ซึ่งการควบคุมจะทำการควบคุมปั๊มน้ำและควบคุมวาล์วโซเลนอยด์ (Solenoid valve) สำหรับควบคุมหัวน้ำหยด และสามารถสั่งงานให้พัดลมทำงานเพื่อระบายอากาศให้ความชื้นในดินลดลงได้แสดงดังรูปที่ 1

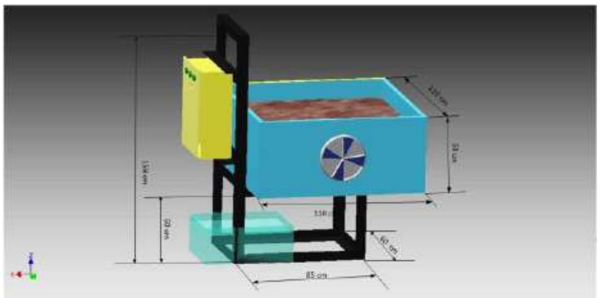


รูปที่ 1 การทำงานของระบบที่มีขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิด

3. การออกแบบ

3.1 การออกแบบโครงสร้างแปลงเกษตรสาธิต

การออกแบบขนาดของแปลงเกษตรสาธิตมีขนาดความกว้าง 1.10 เมตร ยาว 1.10 เมตร สูง 0.5 เมตร บรรจุดินปริมาณ ¾ ส่วนของแปลงเกษตรมีจุดปล่อยน้ำแบบหัวน้ำหยดจำนวน 4 จุดพร้อมเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน มีพัดลมระบายอากาศสำหรับกรณีความชื้นสูงจำนวน 2 ตัว มีกระบะพลาสติกเพื่อรองรับน้ำหมุนเวียน พร้อมตู้ไฟฟ้าและปุ่มกดติดปล่อยดับควบคุมด้วยมือ (Manual) ดังรูปที่ 2 แบบจำลองแปลงเกษตรสาธิต และรูปที่ 3 แปลงเกษตรสาธิต



รูปที่ 2 แบบจำลองโครงสร้างแปลงเกษตรสาธิต

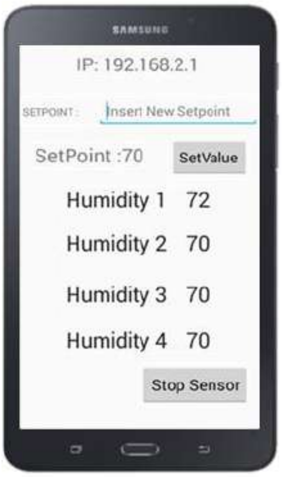
รูปที่ 3 แปลงเกษตรสาธิต

3.2 การออกแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

การออกแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน Samsung รุ่น Galaxy Tab A7 ใช้โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอโดยกำหนดเลขที่อยู่ไอพีคือ 192.168.2.1 (IP address) ตามค่ากำหนดของป้ายประจำเครื่องของเราเตอร์ Tenda ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ป้ายประจำเครื่องของเราเตอร์

(ก)



(ข)

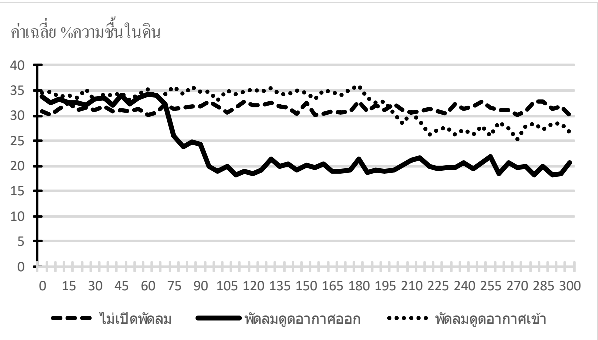
รูปที่ 5 การออกแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

โดยการออกแบบแบ่งออกเป็น 2 โหมดได้แก่ โหมดแรกคือ โหมดควบคุมด้วยมือ (Manual mode) ประกอบด้วยปุ่ม Valve สำหรับควบคุมวาล์วโซเลนอยด์จำนวน 4 ปุ่ม ปุ่ม FAN สำหรับควบคุมพัดลมระบายอากาศเพื่อลดความชื้นจำนวน 2 ปุ่ม ปุ่ม PUMP สำหรับควบคุมปั๊มน้ำ และปุ่ม Sensor Value เพื่อมอนิเตอร์ค่าจากการวัดความชื้นในดินพร้อมแสดงโหมดควบคุมอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 5 (ก) และโหมดถัดมาเป็นโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic mode) ประกอบด้วยช่องกำหนดค่า SETPOINT เป็นการกำหนดค่าเป้าหมายการควบคุมความชื้นในดิน ปุ่ม SetValue สำหรับยืนยันค่าเป้าหมายที่ผู้ใช้กำหนด ข้อความแสดงผล SetPoint : แสดงตัวเลขค่าเป้าหมายก่อนหน้า ข้อความแสดงผล Humidity 1-4 แสดงค่าการวัดความชื้นในดินด้วยเซนเซอร์จำนวน 4 ตัว จากแปลงเกษตรสาธิต ปุ่ม Stop Sensor สำหรับหยุดการทำงานโหมดควบคุมอัตโนมัติและกลับไปสู่โหมดควบคุมด้วยมือแสดงดังรูปที่ 5 (ข)

4. การทดสอบ และผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบลดความชื้นในดินโดยการใช้พัดลม

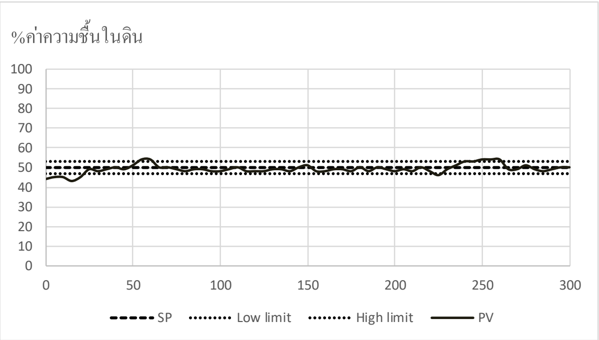
การทดสอบนี้ทำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยเริ่มจากการนำดินตากแสงแดดนาน 2 ชั่วโมงเพื่อลดความชื้นในดินจากนั้นนำไปใส่ในแปลงเกษตรสาธิตโดยใช้น้ำจำนวน 7 ลิตรแล้วรดน้ำลงในดินด้วยฝักบัวรดน้ำ โดยตั้งเงื่อนไขในการทดสอบ 3 แบบคือ แบบที่ 1 ไม่เปิดพัดลมระบายอากาศ แบบที่ 2 เปิดพัดลมดูดอากาศออกจากแปลงเกษตรสาธิต และแบบที่ 3 เปิดพัดลมดูดอากาศเข้าไปยังแปลงเกษตรสาธิต ซึ่งผลการทดสอบทำการสุ่มเวลาทุกๆ 5 นาทีเป็นจำนวน 61 ข้อมูลรวมเวลาเป็น 0-300 นาที โดยข้อมูลที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดินจำนวน 4 ตัวแสดงดังรูปที่ 6



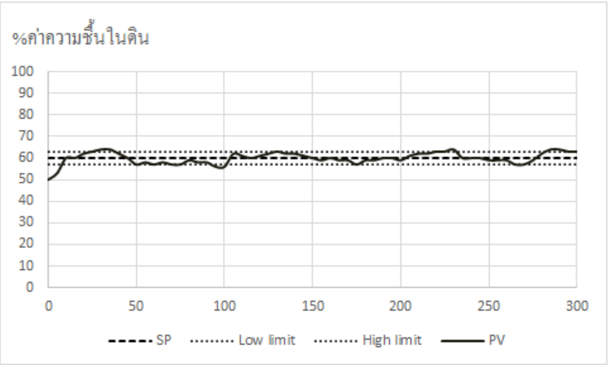
รูปที่ 6 ผลการทดสอบลดความชื้นในดินโดยการใช้พัดลม

4.2 การทดสอบการควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีแบบเปิด-ปิด

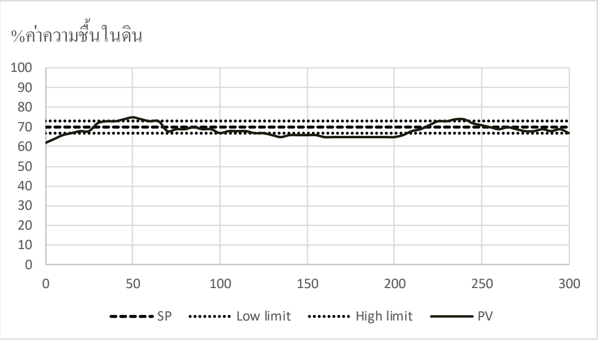
จากการทดสอบหัวข้อที่ 4.1 การทดสอบการควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดมีฮิสเทอรีซีส ±3% โดยใช้เทคนิค Trial and Error นี้เลือกใช้การทำงานของพัดลมแบบดูดอากาศออกจากแปลงเกษตรสาธิต โดยค่า SP เป็นอินพุตที่ต้องการควบคุมค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินผ่านทางสมาร์ทโฟน ค่า PV เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเฉลี่ยจากเซนเซอร์ 4 จุดที่วัดได้ ค่า Low limit คือค่าขีดจำกัดล่าง ค่า High limit เป็นค่าขีดจำกัดบน ซึ่งขั้นตอนวิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดนี้ ถ้าค่า PV ต่ำกว่าค่า Low limit แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลให้ปั๊มน้ำทำงานและ วาล์วโซเลนอยด์ทำงานเพื่อให้หัวน้ำหยดทำงานแบบสัญญาณพัลส์เปิด 1 นาที ปิด 4 นาที พัดลมดูดอากาศออกจากแปลงเกษตรสาธิตไม่ทำงาน แต่ถ้าค่า PV มากกว่าค่า High limit แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน วาล์วโซเลนอยด์หยุดทำงานเพื่อให้หัวน้ำหยดไม่ทำงาน พัดลมดูดอากาศออกจากแปลงเกษตรสาธิตทำงานเพื่อลดความชื้นในแปลงเกษตรสาธิตแบบสัญญาณพัลส์เปิด 10 นาทีปิด 10 นาทีได้ผลการทดสอบที่ค่า SP เท่ากับ 50% 60% 70% ตามลำดับ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมให้กับคอมพิวเตอร์ด้วยเวลาสุ่มทุกๆ 5 นาทีเป็นจำนวน 61 ข้อมูลรวมเวลาเป็น 0-300 นาทีแสดงดังรูปที่ 7-9



รูปที่ 7 ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นในดินด้วยค่า SP เท่ากับ 50%



รูปที่ 8 ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นในดินด้วยค่า SP เท่ากับ 60%



รูปที่ 9 ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นในดินด้วยค่า SP เท่ากับ 70%

5. สรุป

การควบคุมความชื้นในดินด้วยขั้นตอนวิธีเปิด-ปิดมีฮิสเทอรีซีส ±3% โดยตั้งค่าอินพุตผ่านทางสามาร์ทโฟนสามารถควบคุมความชื้นในดินได้อย่างมีเสถียรภาพ โดยมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน ±5% ใช้เทคนิคการลดความชื้นในดินด้วยการเปิดพัดลมดูดอากาศออกจากแปลงเกษตรสาธิต ซึ่งการควบคุมความชื้นในดินที่ค่า SP เท่ากับ 70% การลดความชื้นในดินจะใช้เวลานานกว่าการควบคุมความชื้นในดินที่มีค่า SP น้อย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายวิษณุพงศ์ รัตนปัญญา นักศึกษาช่วยงานวิจัยที่ช่วยประกอบอุปกรณ์และเก็บผลทดสอบสำหรับงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] C. Lv, Y. Hao, and M Xie, "Intelligent stage LED light control system based on Android smart phone", in *Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), International Congress on IEEE*, 15-17 Oct. 2016, pp. 1201-1205.

[2] J. Park, *et al.*, "An ECG monitoring system using android smart phone", in *Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia), International Conference on IEEE*, 6-28 Oct. 2016, pp. 1-4.

[3] G. Mahesh, K. R. Jayahari, K. Bijilani, "A Smart Phone Integrated Smart Classroom", in *Next Generation Mobile Applications, Security and Technologies (NGMAST), 10th International Conference on IEEE*, 24-26 Aug. 2016, pp. 88-93.

[4] H. Feng, Y. Huang and M. Xu, "Public Transport Recharge System Based on Smart Phone", in *Instrumentation & Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC), 6th International Conference on. IEEE*, 21-23 July 2016, pp. 884-887.

[5] A. K. Dalsaniya and D. H. Gawali, "Smart phone based wheelchair navigation and home automation for disabled", in *Intelligent Systems and Control (ISCO), 2016 10th International Conference on IEEE*, 7-8 Jan. 2016, pp. 1-5.

[6] W. Pei, *et al.*, "A vehicle retrieval and recognition system based on smart phones", in *Image and Signal Processing (CISP), 8th International Congress on IEEE*, 14-16 Oct. 2015, pp. 527-532.

[7] P. Makula, et al., "Smart phone tilt and voice controlled personal robotic assistant", in *Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT), International Conference on IEEE*, 10-11 July 2015, pp. 1-6.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ

A Construction Development for Sterilization System with Microwave

เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1] ธเนศ คณะดี[2] เสกสรร วงค์สม[2] กมล บุญล้อม[2] ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์[2]

อธิคม ศิริ[2] ประเวช อนันเอื้อ[1] วัชรพงษ์ เรือนคำ[3] พัชรินทร์ วินยางค์กูล[3] และ อนุสรา พงษ์จันตา[3]

[1]วิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com

[2]วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

[3]สาธารณสุขศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776526 ต่อ 16 E-mail: Watcharapong_r@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนาสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาออกแบบ และสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟที่สามารถควบคุมความเข้มของคลื่นไมโครเวฟได้ และหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ ผลการวิจัยการออกแบบ และสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟซึ่งห้องที่ได้ทำการออกแบบมีขนาด 30x30x20 cm. ที่ความถี่คลื่นไมโครเวฟ 2.45 GHz โดยมีหัวจ่ายกำเนิดคลื่นแมกนีตรอน 3 หัว การออกแบบโดยพิจารณากำลังงานที่ได้ออกแบบไว้ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งอยู่ในช่วงกำลังงานที่ 100 – 2,400 W และออกแบบเพิ่มสารทำงานที่ใช้เป็นตัวดูดซับพลังงานที่มีจุดเดือดต่างกันอีก 4 ชนิด ได้แก่จุดเดือดที่ 150, 170, 175 และ 180 °C และทำการออกแบบการทดลองในส่วนของระดับความเข้มของคลื่นไมโครเวฟในระดับต่างๆ, เวลา, อุณหภูมิ, ปริมาณของเชื้อ โดยแบ่งเป็น ระดับเวลาที่ 5 ระดับ ได้แก่ 1, 2, 3, 5 และ 8 นาที ในการทดสอบการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยใช้สปอร์ของเชื้อ Bacillus stearothermophilus ชนิด ATCC 7953 เป็นตัวทดสอบ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปร ได้แก่ กำลังงานที่ใช้ อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ และความสามารถในการฆ่าเชื้อ ได้ผลของอุณหภูมิกับความสามารถในการฆ่าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกำลังงานกับความสามารถในการฆ่าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วน เวลา กับความสามารถในการฆ่าเชื้อนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากค่าของ กำลังงานที่ใช้ต่ำสุด อุณหภูมิที่ใช้ต่ำสุด และเวลาที่ใช้ต่ำสุด $(P,T,t)_{min}$ ซึ่งจะได้ค่าที่ กำลังงานที่ใช้ 600 W อุณหภูมิที่ใช้ 150 °C และเวลาที่ใช้ 1 นาที ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งเครื่องให้ทำงานในการฆ่าเชื้อ

คำสำคัญ: คลื่นไมโครเวฟ, การทำให้ปราศจากเชื้อ, ระบบการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ, การออกแบบการทดลอง, การหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

Abstract

This research study to construction development for sterilization system with microwave, objective is to study, design and construction of microwave sterilization to control the intensity of the microwave and optimization for sterilization by microwave the research design and construction of sterilization by microwave, which chamber has designed measures 30x30x20 cm., At microwave frequencies 2.45 MHz, with a wave generator magnetron 3 heads designed have a 3 level, which is under the 100 - 2,400 Watt and a working fluid that is designed to increase the energy absorption at boiling point for another four different types boiling point at 150, 170, 175 and 180 °C and design experimental in terms of the intensity of the microwave radiation at various levels, time, temperature, amount of infection were divided into 5 levels: level at 1, 2, 3, 5 and 8 minutes, A Performance of microwave sterilization using spores of bacteria Bacillus stearothermophilus type ATCC 7953 as a kind of test, Considering the relationship of the four variables Including power, temperature, time, and the ability to disinfect, the effect of temperature with the ability to disinfect the difference is statistically significant at the 0.05, and power with the ability to sterilize the difference is statistically significant at the 0.01, but time to sterilize the difference was not significant. Results of the analysis when considering to selection of optimization by their value the lowest power, temperature was lowered and the lowest $(P, T, t)_{min}$, which is the value. Power used 600 W, value of temperature at 150

°C and time of 1 minute, which is the most optimization work to disinfection

Keywords: Microwave, Sterilization, Microwave Heating System, Design of Experiments, Optimization.

1. บทนำ

ในงานวิจัยนี้ได้นำการให้ความร้อนแบบไดอิเลคตริกโดยคลื่นไมโครเวฟมาพัฒนาสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยมี ข้อดีคือ การให้ ความร้อนซึ่งเกิดขึ้นโดยตรงภายในวัสดุ (Inside Out) ทำให้การกระจายความร้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงภายในเนื้อวัสดุพร้อมๆกัน และมีประสิทธิภาพของการถ่ายเทพลังงานที่ดีกว่า อยู่ที่ประมาณ 50% - 70% และเหมาะสมอย่างยิ่งกับการให้ความร้อนแก่วัสดุซึ่งเป็นฉนวนความร้อน และสามารถออกแบบติดตั้งได้ทั้งในลักษณะการให้ความร้อนแบบวัตถุอยู่กับที่ (Batch) และการให้ความร้อนแบบลำเลียงต่อเนื่อง และไม่มีการปล่อยก๊าซไอเสียซึ่งเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนการรั่วไหลของคลื่นจากเตาให้ความร้อนแบบไดอิเลคตริกโดยคลื่นไมโครเวฟ ปัจจุบันมีมาตรฐานการตรวจสอบความปลอดภัยของอุปกรณ์และเตาให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่สูงจึงทำให้มีความปลอดภัยในใช้ จากหลักการและเหตุผลที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้นแล้ว ทางคณะผู้เสนอโครงการนี้เห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาและนำเอาความรู้และเทคโนโลยีในการออกแบบ และสร้างเครื่องปราศจากเชื้อด้วยการให้ความร้อนแบบไดอิเลคตริกโดยคลื่นไมโครเวฟ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ออกแบบ และสร้างเครื่องปราศจากเชื้อ และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ เพื่อที่จะได้นวัตกรรมในการทำให้ปราศจากเชื้อที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ เช่น การทำความสะอาดหลอดแก้วทดลอง ภาชนะที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อ เป็นต้น

วัตถุประสงค์

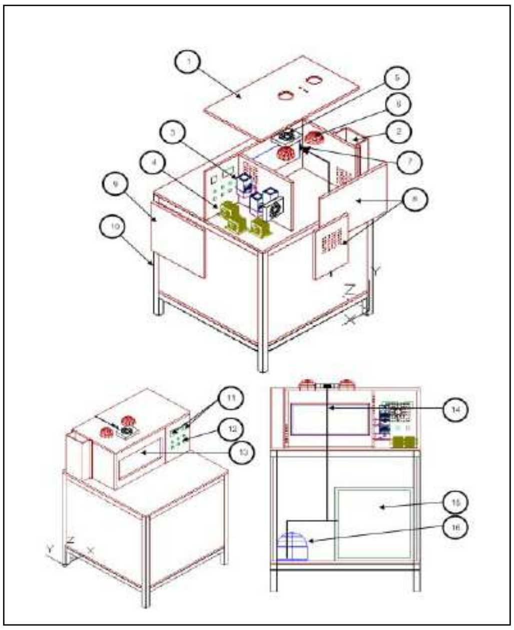
1.เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ควบคุมความเข้มของคลื่นไมโครเวฟได้

2.เพื่อทำการออกแบบการทดลองของการการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ และหาความสัมพันธ์ของการลดลงของเชื้อที่เป็นผลมาจาก ความเข้มของคลื่นไมโครเวฟในระดับต่างๆ, เวลา, อุณหภูมิ, ปริมาณของเชื้อ และลักษณะของเชื้อที่แตกต่างกัน

3.เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ

การออกแบบโครงสร้าง และส่วนประกอบ

ในการออกแบบในส่วนโครงสร้าง และส่วนประกอบทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบทางการภาพ และการใช้งานที่เหมาะสมโดยได้เลือกวัสดุ อุปกรณ์ของการพัฒนาสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ ที่มีมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดแต่ละชิ้นดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ได้ทำการออกแบบ

อุปกรณ์ของเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ

1.ฝาครอบด้านบน 2.ช่องระบายอากาศ 3.ส่วนกำเนิดคลื่น แมกนีตรอน 4.หม้อแปลงไฟฟ้า 5.พัดลมระบายอากาศที่ติดด้านบน 6.ชุดหลอดไฟส่องสว่างภายในห้อง 7.หัววัดอุณหภูมิ ความชื้น และหัวฉีดสเปรย์น้ำ 8.ฝาครอบด้านหลัง 9.ฝาครอบด้านข้าง 10.โครงสร้างของเครื่อง 11.หน้าจอแสดง ความชื้น และอุณหภูมิ 12.สวิตช์เปิด ปิด หัวจ่ายแมกนีตรอน 13.ฝาครอบด้านหน้า 14.สายไฟสัญญาณ และสายส่งน้ำ 15.กล่องควบคุม และ16.ชุดถังเก็บน้ำ

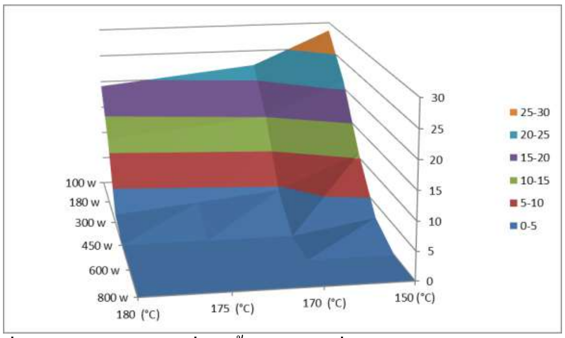
ผลการศึกษา

ค่าของกำลังงาน อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสม และสามารถนำไปกำหนดการทำงานของเครื่องได้ โดยที่ค่าความเหมาะสมที่ได้จากสมการของ กำลังงานที่จ่าย อุณหภูมิในการทำงาน จะได้เวลาที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 1 และสามารถเขียนกราฟเป็นลักษณะของผิวการตอบสนองที่เกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 2

กรณีที่ต้องกำหนดเวลาสูงสุดที่เครื่องทำงาน โดยปรกติแล้วการทำงานของเครื่องไม่ควรเกิน 8 นาที ตามมาตรฐาน ซึ่งถ้าเกินจะส่งผลเสียต่อเครื่องดังที่ได้กล่าวมาดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของเวลาให้ใช้เวลาสูงสุดที่ไม่เกิน 8 นาที หรือ t_{max} = 8 min และมีข้อกำหนดว่า t 8 นาที ซึ่งถ้าชุดคำตอบใดที่มีค่าของเวลาที่เกิดจะไม่เหมาะสม และไม่ทำการเลือกใช้ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เวลาเหมาะสมจากการหาค่าที่ได้จากสมการเป้าหมาย (นาที)

พลังงาน (W)	150 °C	170 °C	175 °C	180 °C
800 w	t < 1	t < 1	t < 1	t < 1
600 w	t <1	t < 1	t < 1	t < 1
450 w	2.53	t < 1	t < 1	t < 1
300 w	10.71	4.53	2.98	1.44
180 w	21.30	15.12	13.58	12.03
100 w	28.49	22.19	20.64	19.10



รูปที่ 2 ผิวการตอบสนองที่เกิดขึ้นของเวลาที่เหมาะสม

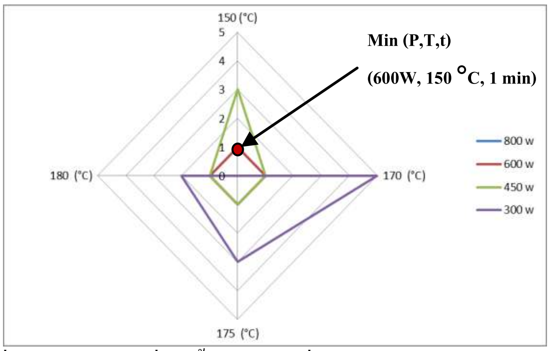
ตารางที่ 2 เวลาเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับเครื่องจริง (นาที) พิจารณาข้อกำหนดเวลาสูงสุด

พลังงาน (W)	150 °C	170 °C	175 °C	180 °C
800 w	1	1	1	1
600 w	1 (min,min)	1	1	1
450 w	3	1	1	1
300 w	inapplicable	5	3	2
180 w	inapplicable	inapplicable	inapplicable	inapplicable
100 w	inapplicable	inapplicable	inapplicable	inapplicable

ซึ่งเมื่อพิจารณาการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากค่าของกำลังงานที่ใช้ต่ำสุด อุณหภูมิที่ใช้ต่ำสุด และเวลาที่ใช้ต่ำสุด $(P,T,t)_{min}$ โดยพิจารณาจากรูปที่ 3 จะเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้จุดต่ำสุดของกราฟ เช่นเดียวกับภาพที่ 53 โดยจะเป็นความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของตัวแปร ซึ่งจะได้ค่าที่ กำลังงานที่ใช้ 600 W อุณหภูมิที่ใช้ 150 °C และเวลาที่ใช้ 1 นาที ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งเครื่องให้ทำงานในการฆ่าเชื้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการทดสอบการทำให้ปราศจากเชื้อ โดยการเลือกเชื้อที่เหมาะสม โดยเลือกใช้ Biological Indicator ชนิด เอนโดสปอร์ของ Geobacillus Stearothermophilus (ATCC 7953) ผลการทดสอบของเครื่องจะได้ที่ระดับพลังงาน เวลา และอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการตายของ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้จุดต่ำสุดของกราฟ

เชื้อเกิดขึ้นโดยสามารถแบ่งการทดลองออกได้ทั้งหมด 360 การทดลอง ซึ่งเกิดจาก การทดลองออกเป็นช่วงอุณหภูมิ ทั้งหมด 4 ช่วง ได้แก่ 150 °C, 170 °C, 175 °C และ 180 °C และแบ่งช่วงกำลังงานออกเป็น 6 ช่วง ได้แก่ 100 W, 180 W, 300 W, 450 W, 600 W และ 800 W และแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่ 1, 2, 3, 5 และ 8 นาที โดยแต่ละข้อกำหนดทำซ้ำกัน 3 ครั้ง ซึ่งจะได้ตัวอย่างการทดลองทั้งหมด 360 การทดลอง ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของระดับพลังงาน เวลา และอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการตายของเชื้อ

ระดับกำลังงาน	เชื้อไม่ตาย	เชื้อตาย
800 Watt 150 °C 170 ˚C 175 ˚C 180 °C	(ที่100 ˚C เชื้อจะไม่ตายที่ช่วงเวลา 8 นาที)	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
600 Watt 150 °C 170 ˚C 175 ˚C 180 ˚C	(ที่100 ˚C เชื้อจะไม่ตายที่ช่วงเวลา 8 นาที)	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
450 Watt	(ที่100 °C เชื้อจะไม่ตายที่ช่วงเวลา 8 นาที)	
150 °C	1 และ 2 นาที	3, 5 และ 8 นาที
170 °C	-	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
175 °C	-	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
180 °C	-	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
300 Watt	(ที่100 °C เชื้อจะไม่ตายที่ช่วงเวลา 8 นาที)	
150 °C	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที	-
170 °C	1, 2 และ 3 นาที	5 และ 8 นาที
175 °C	1 และ 2 นาที	3, 5 และ 8 นาที
180 °C	-	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที
180 Watt ทุกช่วงอุณหภูมิ	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที	-
100 Watt ทุกช่วงอุณหภูมิ	1, 2, 3, 5 และ 8 นาที	-

ในส่วนการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการฆ่าเชื้อที่เกิดขึ้นกับตัวแปรที่ใช้ในการทดลองซึ่งประกอบด้วย พลังงาน อุณหภูมิ และเวลา ซึ่งสัมประสิทธิ์ที่ได้หน้าตัวแปรทั้ง 3 ตัวมีค่าเป็นบวกทั้งหมดหมายความว่าทั้ง กำลังงาน อุณหภูมิ และเวลา ที่ส่งผลต่อการฆ่าเชื้อ โดยที่ตัวแปร กำลังงาน อุณหภูมิ มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ และ เวลาจะมีค่า t = 1.899 ซึ่งถ้าใช้นัยสำคัญที่ $\alpha = 0.10$ ก็จะมีผลอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน เมื่อพิจาณาถึงผลของตัวแปรตามที่มีผลมากที่สุดได้แก่ เวลาที่ 0.020 คือถ้าระดับของเวลาเพิ่มขึ้น (ลดลง) 1 หน่วย ก็จะส่งผลต่อการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น (ลดลง) 0.020 รองลงมาได้แก่ ค่าของ อุณหภูมิถ้าระดับของอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ลดลง) 1 หน่วย ก็จะส่งผลต่อการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น (ลดลง) 0.007 สุดท้ายเป็นผลของกำลังงานถ้าระดับของกำลังงานเพิ่มขึ้น (ลดลง) 1 หน่วย ก็จะส่งผลต่อการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น (ลดลง) 0.002 จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากค่าของ กำลังงานที่ใช้ต่ำสุด อุณหภูมิที่ใช้ต่ำสุด และเวลาที่ใช้ต่ำสุด $(P,T,t)_{min}$ ซึ่งจะได้ค่าที่ กำลังงานที่ใช้ 600 W อุณหภูมิที่ใช้ 150 °C และเวลาที่ใช้ 1 นาที ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งเครื่องให้ทำงานในการฆ่าเชื้อ

วิจารณ์และสรุปผล

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟที่จะใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่าในระดับเวลาที่ไม่เกิน 8 นาที ในการออกแบบสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ สิ่งสำคัญคือการปรับเปลี่ยนกำลังงานที่จ่าย เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของวัตถุที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อซึ่งระดับที่ได้ออกแบบไว้มีช่วงของกำลังงานอยู่ ระหว่าง 100 – 2,400 Watt ซึ่ง ในการสร้างเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟทางผู้วิจัยได้เลือกออกแบบ และสร้างโดยใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายและสามารถเปลี่ยนได้ง่าย ซึ่งเหมาะสมในการนำมาสร้าง สามารถใช้กับไฟฟ้าที่จ่ายได้ สามารถควบคุมได้ง่ายต่อการนำไปใช้ การเก็บรักษา รวมถึงการตรวจเช็ค ซ่อมบำรุง ผลของความเข้มของคลื่นไมโครเวฟในระดับต่างๆ มีผลต่อการตายของเชื้อจากการทดลองว่าที่ระดับพลังงานที่สูงกว่า เช่นที่ 800 หรือ 600 Watt จะทำให้เกิดการตายของเชื้อทั้งหมดที่เวลาน้อยกว่า 1 นาที ส่วนในระดับของพลังงานที่จ่ายออกมา 100 หรือ 180 Watt จะไม่ทำให้เกิดการตายขิงเชื้อภายในเวลา 8 นาที ผลของอุณหภูมิในระดับต่างๆ นั้นเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิที่สูงเชื้อมีแนวโน้มที่จะตายเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ โดยจากการทดสอบจะเห็นได้อุณหภูมิที่ใช้ 180 °C เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ใช้ 150 °C จะเห็นว่าผลการตายของเชื้อที่อุณหภูมิสูงนั้นจะใช้กำลังงานที่จ่ายและเวลาที่น้อยกว่า

ในการหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ได้ทำการออกแบบ และสร้างขึ้น ได้พิจารณาถึงค่าที่ต่ำสุดของกำลัง และอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งทั้ง 2 ตัวแปรนี้ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยถ้าพิจารณาถึงค่าต่ำสุดจะสามารถทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านของพลังงานได้ เมื่อเทียบกับระดับที่สูงกว่ารวมไปถึงอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยถ้าใช้กำลัง และอุณหภูมิที่สูงจะส่งผลต่ออายุการทำงาน และผลที่ได้ เช่นเกิดความคลาดเคลื่อนของการทำงาน หรืออุปกรณ์เสียหายได้ง่าย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการออกแบบต้องพิจารณาการวิเคราะห์ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในคาวิตี้ การวิเคราะห์ ความร้อนภายในโหลด รวมถึงการกระจายตัวของคลื่นแม่ เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในห้องที่ออกแบบไว้ (ทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์)
2. ในรูปแบบของการใช้คลื่นไมโครเวฟทำให้ปราศจากเชื้อโดยทางอ้อมจะต้องออกแบบภาชนะในการบรรจุสารตัวกลางให้เหมาะสมกับรูปแบบของชิ้นงานที่ต้องการนำมาทำให้ปราศจากเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากเงินทุนของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และความพร้อมในด้านสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ห้องปฏิบัติศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ซึ่งทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] Fellows, P. J. 2000. Dielectric, ohmicand infrared heating. pp. 365 – 384. In “Food Processing Technology : Principles and Practice”. 2nd ed. P.J. Fellows (ed.).

[2] Linn High Therm. New Energy-Saving Process for Fast Cooking Rice Production, Food Marketing & Technology, pp.26-27 June 2005.

[3] Decareau R. V. and R. A. Peterson. 1986. Microwave Processing and Engineering. VCH Publishing, Florida.

[4] U.S.FDA. 2002. Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies : Microwave and Radio Frequency Processing.

[5] Banik, S., S. Bandyyopadhya and S. Ganguly.2003.Bioeffects ofmicrowave - a brief review, Bioresource Technology 87 : 155 – 159.

[7] ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช. 2551.พื้นฐานการทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ.

แอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

Applications for Patients with Alzheimer's Disease

นุชนาถ สัตย์วินิจ[1] สุรศักดิ์ หาญลำยวง[2] และ อนรรฆพล ประธานราษฎร์[5]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: nutchanart.saj@dpu.ac.th
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: surasak.hanl@gmail.com
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: fahn.anakpon@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาดังนี้ 1) เพื่อติดตามพิกัดปัจจุบันของผู้ป่วย และแจ้งเตือนในกรณีที่ผู้ป่วยออกห่างจากระยะทางที่กำหนดไว้ 2) เพื่อพัฒนาเกมทายภาพสำหรับทบทวนความจำของผู้ป่วย 3) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับคัดกรองบุคคลที่มีความเสี่ยงเป็นโรคอัลไซเมอร์ โดยมีฟังก์ชันการทำงาน ดังนี้ 1) สามารถสร้างเกมทายภาพให้ผู้ป่วยเล่นเพื่อฝึกความจำ 2) มีการแจ้งเตือนทันทีเมื่อผู้ป่วยออกห่างจากระยะทางที่กำหนด 3) มีเมนูแจ้งคนหายเพื่อให้ผู้ดูแลสามารถติดต่อสถานีตำรวจที่อยู่ใกล้ผู้ป่วยมากที่สุดได้ ซึ่งระบบนี้รองรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ที่มีระยะความรุนแรงของโรค ระยะที่ 1 ถึง 3 โดยแอปพลิเคชัน จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ให้ผู้ป่วยสวมใส่ จากการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน ด้วยการทดลองใช้งานจริงกับครอบครัวที่มีผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ ภายในเวลา 72 ชั่วโมง ผลการทดสอบการทำงานพบว่า สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ครบทุกฟังก์ชัน สำหรับอุปกรณ์ที่ให้ผู้ป่วยสวมใส่ ขนาดความจุแบตเตอร์รี่ 450 มิลลิแอมป์ สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา ในพื้นที่ที่ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์มือถือ 3G หรือภายในบริเวณที่พักอาศัยที่มีสัญญาณ Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลที่ใช้ในการระบุตำแหน่งไปยัง Server ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 10 นาที

คำสำคัญ: ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

Abstract

This article describes about Applications for Patients with Alzheimer's Disease project, with the objective of developing including 1) to track the coordinates of the patient, and alert in case of the patient away from a defined distance. 2) to develop the guessing picture game to refresh the patient's memory. 3) to develop the application for screening people at risk for Alzheimer's disease, with the following functionalities 1) creating the guessing picture game for patient's memory training. 2) notify immediately when the patient away from a defined distance. 3) there is a menu called report a missing person, that can contact the police station nearest the patient's location. The system supports patients with Alzheimer's disease stage of 1 to 3. Applications for Patients with Alzheimer's Disease in both platforms work together with the wearable device. From functional testing of the application with the real patient's family within 72 hours, the test run showed that able to use all functions properly. The wearable device for the patient with 450 mAh battery capacity, that able to access to the Internet at any times within the areas of 3G signal's mobile service provider or Wi-Fi residential area, to send the information to identify the patient's location to the Server, the device can work continuously for about 2 hours and ten minutes.

Keywords: Patients with Alzheimer's Disease

1. บทนำ

โรคในกลุ่มระบบประสาทจิตเวช เช่น โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's Disease) มีการเจ็บป่วยที่พบบ่อยในกลุ่มผู้สูงอายุของประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้ป่วยส่วนหนึ่งอยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ซึ่งโรคอัลไซเมอร์ เกิดขึ้นจากภาวะสมองเสื่อม โดยผู้ป่วยจะไม่สามารถควบคุมอารมณ์ตัวเอง ไม่สามารถแยกถูกผิด มีปัญหาในการ

ใช้ภาษา การประสานงานของกล้ามเนื้อเสียไป ความจำเสื่อม ในระยะสุดท้ายของโรคจะสูญเสียความจำทั้งหมด ส่งผลให้กระทบกระเทือนต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วยและผู้ดูแล หากผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ขาดการดูแลรักษาที่ดี และถูกปล่อยให้อยู่เพียงลำพัง ไม่มีการเฝ้าติดตามผู้ป่วยอาจเป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยเดินออกจากบ้าน และหลงทางไปในที่สุด ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ เช่น ประสบอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากความขาดสติ หรืออาจไปก่อเหตุอาชญากรรม ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ไม่สามารถควบคุมอารมณ์ตัวเองได้

การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างแพทย์ ผู้ป่วย และบุคคลภายในครอบครัว เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถใช้ชีวิตร่วมกับคนในครอบครัวได้มากขึ้น สามารถปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละวันได้ด้วยตัวเอง ลดการพึ่งพาความช่วยเหลือจากคนรอบข้าง จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นมูลเหตุให้ผู้พัฒนามีความต้องการที่จะสร้างแอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ โดยให้ผู้ป่วยได้มีโอกาสทำกิจกรรมร่วมกับคนในครอบครัว ฝึกทำกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาสมองและความทรงจำ อีกทั้งช่วยให้คนในครอบครัวสามารถติดตามผู้ป่วยได้อย่างใกล้ชิดผ่านแอปพลิเคชัน ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินใด ๆ ก็ตาม

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคอัลไซเมอร์

โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's Disease) [1] ค้นพบเมื่อ พ.ศ. 2449 (ค.ศ. 1906) โดยจิตแพทย์ชาวเยอรมันชื่อว่า อาลอยส์ อัลซไฮเมอร์ (Alois Alzheimer) และถูกตั้งชื่อตามผู้ค้นพบโรคอัลไซเมอร์ Alzheimer's disease หรือ AD เป็นภาวะสมองเสื่อมที่พบได้บ่อยที่สุดโดยจะมีการเสื่อมของเซลล์สมองทุกส่วนเป็นแล้วไม่มีวันหาย ผู้ป่วยจะไม่สามารถควบคุมอารมณ์ตัวเอง ไม่สามารถแยกถูกผิด มีปัญหาในการใช้ภาษา การประสานงานของกล้ามเนื้อเสียไป ความจำเสื่อม ในระยะสุดท้ายของโรคจะสูญเสียความจำทั้งหมด

ระยะความรุนแรงของโรคอัลไซเมอร์ แบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 7 ระยะ ดังนี้ [2] ระยะที่ 1 ระยะนี้ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์จะเหมือนคนปกติทั่วไป ไม่มีปัญหาเรื่องการสูญเสียความจำ หรืออาการของโรคอัลไซเมอร์อย่างเด่นชัด ระยะที่ 2 ระยะก่อนสมองเสื่อม ความบกพร่องที่สามารถพบได้ก่อนอาการอื่น ระยะที่ 3 ระยะนี้คนใกล้ชิดเริ่มสังเกตว่าผู้ป่วยเริ่มมีปัญหาหลายประการ ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์จะมีความบกพร่องของความจำ และการเรียนรู้จนสามารถวินิจฉัยอย่างแน่นอนได้ ผู้ป่วยบางรายมีปัญหาการใช้ภาษา การบริหารที่ซับซ้อน ระยะที่ 4 ระยะนี้เป็นระยะที่ ผู้ป่วยเริ่มเป็นโรคอัลไซเมอร์ในระยะเริ่มต้น ระยะที่ 5 ระยะนี้ผู้ป่วยเป็นโรคที่มีความรุนแรงปานกลาง จะพบความเสื่อมของสมองจนไม่สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ในระยะนี้จะต้องพึ่งพาญาติในการดูแลกิจวัตรประจำวัน ระยะที่ 6 ระยะนี้ผู้ป่วยจะมีอาการรุนแรงมากขึ้น สูญเสียความจำมากขึ้น อาการที่แสดงออกมาและพบบ่อยที่สุดคือการหนีออกจากบ้าน ความรู้สึกผิดปกติ สับสนหรือเห็นภาพหลอนในเวลากลางคืน หงุดหงิดโมโหง่าย และอารมณ์แปรปรวน ระยะที่ 7 ระยะนี้เป็นระยะสุดท้ายของโรคอัลไซเมอร์ ผู้ป่วยจะไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม และไม่สามารถสื่อสารกับคนอื่น ระยะสุดท้ายนี้จำเป็นจะต้องมีญาติหรือผู้ดูแล คอยดูแลช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง

2.2 ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการหนีออกจากบ้าน และหลงทาง ผลกระทบที่ตามมานั้นน่ากลัวเกินกว่าจะประเมินเป็นมูลค่าความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อผู้ป่วยได้รับอันตรายจากอุบัติเหตุ หรือเสียชีวิตจากเหตุอาชญากรรม ผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมข่าวที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ เช่น 1) นางสาวเอ (นามสมมติ) เผย คุณแม่ที่เป็นอัลไซเมอร์มากว่า 6-7 ปีอาการแย่ จำชื่อตนไม่ได้แล้ว หมอบอกให้ทำใจ แต่ตนกังวลสิ่งที่น่ากลัวคือการใช้ชีวิตมากกว่า ถ้าท่านเริ่มไม่เคี้ยวข้าว ลืมว่าต้องกินยังไง มันจะเริ่มยากแล้ว เราจะต้องคิดแล้วว่าจะต้องดูแลท่านยังไงเพื่อให้ได้กิน แล้วต่อจากนี้ไปไม่รู้นานแค่ไหน อาจลืมถึงการใช้ชีวิต การหายใจ ถึงวันนั้นค่อยว่ากันอีกที 2) พบศพนายบี (นามสมมติ) อายุ 76 ปี เมื่อเวลา 18.00 น. วันที่ 26 พ.ย. 2558 หลังเดินออกจากบ้านหายไปนาน 6 วัน เสียชีวิตอยู่ในป่าหญ้ารกร้างริมถนน นักเรียน ม.5 เป็นคนชี้จุดหลังเจอกองเสื้อผ้า ญาติบอกป่วยเป็นอัลไซเมอร์

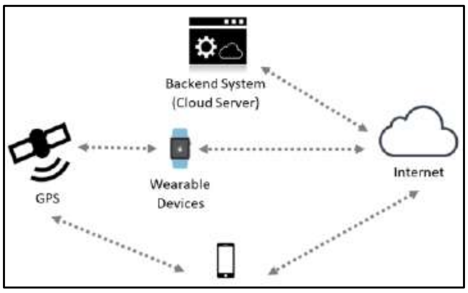
2.3 แอปพลิเคชันสำหรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้อุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือสามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีทางการแพทย์ได้ หนึ่งในบริการที่เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบันคือ การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับให้ความรู้ ตลอดจนช่วยเหลือดูแลและประเมินอาการของผู้ป่วยในระยะต่าง ๆ ได้แก่ 1) แอปพลิเคชันติดตามและช่วยเหลือผู้ป่วยอัลไซเมอร์ ผ่านโทรศัพท์มือถือ พัฒนาโดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ [3] 2) แอปพลิเคชัน Alzheimer Disease พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโรคอัลไซเมอร์แห่งประเทศไทย และศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (TCELS) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [4] แอปพลิเคชันแบบคัดกรองผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อมอัลไซเมอร์ พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโรคอัลไซเมอร์แห่งประเทศไทย และศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (TCELS) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [5]

2.4 เว็บเซอร์วิส

หมายถึงแอปพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์ที่มีการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง สามารถเข้าถึงได้จากเทคโนโลยีเว็บที่เป็นมาตรฐาน อาทิเช่น HTTP และ XML-based messaging เว็บเซอร์วิสถูกออกแบบมาให้รองรับการเข้าถึงจากแอปพลิเคชันต่าง ๆ ซึ่งมีความสลับซับซ้อน ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนามาตรฐานเปิด (Open Standard) เช่น HTTP และ XML-based protocol ที่รวม SOAP และ WSDL เข้าไว้ด้วยกัน [6]

3. ภาพรวมของระบบ

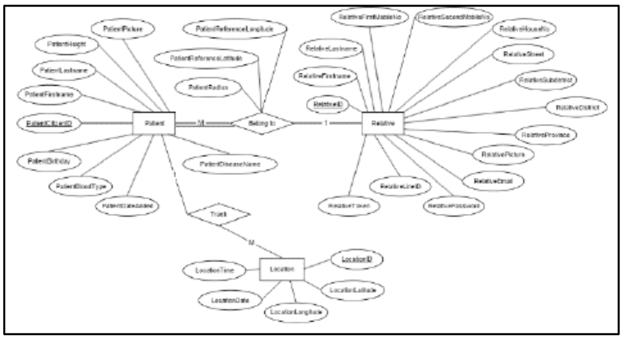


รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

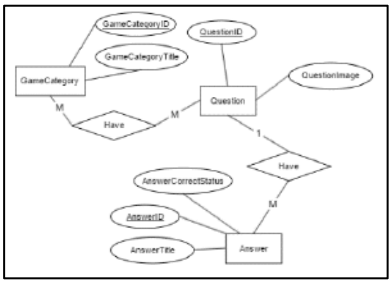
ระบบแบ่งผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบน Smart Phone ระบบปฏิบัติการ Android และ iOS เป็น 2 ประเภท คือบุคคลทั่วไป และผู้ดูแลผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ ซึ่งบุคคลทั่วไปจะใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อทำแบบสอบถามคัดกรองผู้ป่วยที่สงสัยว่าจะเข้าข่ายภาวะสมองเสื่อม สำหรับผู้ดูแลผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์จะใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อเรียกดูพิกัดปัจจุบันของผู้ป่วย และสามารถติดตามผู้ป่วยได้ ในกรณีที่ผู้ป่วยออกห่างจากรัศมีของจุดอ้างอิง ซึ่งพิกัดดังกล่าวจะถูกส่งเข้าไปยังฐานข้อมูล ทุกๆ 30 วินาที ซึ่งจะมีระบบหลังบ้าน (Backend System) นำพิกัดดังกล่าวมาปักหมุดลงแผนที่บน Google Map แล้วส่งข้อมูลไปแสดงบนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแล

3.1 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลของระบบดังแสดงในรูปที่ 2 ใช้ MySQL บน Microsoft Azure Cloud Server จัดเก็บข้อมูลแบบ utf8_general_ci และฐานข้อมูลของระบบดังแสดงในรูปที่ 3 เป็นโครงสร้างฐานข้อมูลภายในโทรศัพท์มือถือ (สำหรับเกมทายภาพ) บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android และ iOS



รูปที่ 2 แผนภาพอีอาร์ของฐานข้อมูลบน Server



รูปที่ 3 แผนภาพอีอาร์ของฐานข้อมูลภายในโทรศัพท์มือถือ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การทำแบบคัดกรองผู้มีความเสี่ยงเป็นโรคอัลไซเมอร์

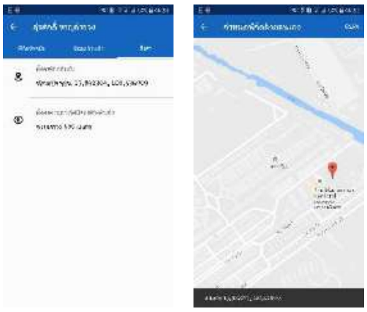
แบบสอบถามที่ผู้จัดทำเลือกใช้ เป็นแบบสอบถามที่พัฒนาโดย ศ.พญ.นันทิกา ทวิชาชาติ ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยศึกษาพัฒนามาจากเกณฑ์มาตรฐานของผู้สูงอายุไทยโดยเฉพาะ มีคำถาม 11 ข้อ

รูปที่ 3 หน้าจอแบบคัดกรองความเสี่ยงโรคอัลไซเมอร์

ผู้ทำแบบคัดกรอง เลือกว่ามีอาการในข้อต่าง ๆ หรือไม่ จากนั้น กดปุ่มดำเนินการต่อ เพื่อดูผลการคัดกรอง หากผลการประเมินออกมา มีค่า

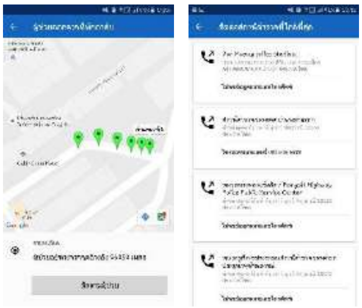
มากกว่า 4 เป็นต้นไป แสดงว่าผู้ทำแบบคัดกรองมีความเสี่ยงเป็นโรคอัลไซเมอร์

4.2 การกำหนดพิกัดอ้างอิงและระยะห่างจากจุดอ้างอิง



รูปที่ 4 หน้าจอการกำหนดพิกัดอ้างอิงและระยะห่างจากจุดอ้างอิง

4.3 การแจ้งเตือนและการติดตามผู้ป่วย



รูปที่ 5 หน้าจอการแจ้งเตือนและการติดตามผู้ป่วย

เมื่อผู้ป่วยอยู่ห่างจากบริเวณที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนไปที่โทรศัพท์มือถือของผู้ดูแล เมื่อผู้ดูแลเปิดดูข้อความแจ้งเตือน จะเข้าสู่หน้าแอปพลิเคชันที่มีการปักหมุดไว้บนแผนที่ ซึ่งการปักหมุดบนแผนที่ มีวิธีการคำนวณระยะทางในการปักหมุด ดังนี้ 1) คำนวณระยะทาง โดยใช้ Google Maps Distance Matrix API 2) ทุก ๆ 1 นาที Web Service จะดึงข้อมูลจากข้อ 1 มาปักหมุดบนแผนที่ ถ้าหากระบบพบข้อมูลพิกัดซ้ำ ๆ อันเนื่องมาจากผู้ป่วยหยุดเคลื่อนที่ หรือระยะห่างจากจุดเดิมที่เคยปักหมุดไปแล้ว กับตำแหน่งล่าสุดของผู้ป่วย ห่างกันไม่เกิน 50 เมตร ระบบจะไม่ปักหมุดซ้ำ จนกว่าผู้ป่วยจะเคลื่อนที่ออกจากจุดเดิมเกิน 50 เมตร

ทั้งนี้ ผู้ดูแลสามารถเลือกที่จะติดตามผู้ป่วย จากหมุดใด ๆ ก็ได้บนแผนที่ โดยระบบจะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันนำทางบนโทรศัพท์มือถือ เช่น Google Maps หรือ Apple Maps

นอกจากนั้นแล้ว หากผู้ดูแลต้องการติดต่อสถานีตำรวจที่อยู่ใกล้ผู้ป่วย สามารถกดปุ่ม “แจ้งคนหาย” เพื่อเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้ทันที

5. สรุป

ระบบนี้แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ ผู้ดูแลของผู้ป่วย และบุคคลทั่วไป ซึ่งระบบนี้รองรับผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ที่มีระยะความรุนแรงของโรค ระยะที่ 1 ถึง 3 ผลการทดสอบพบว่าบนระบบปฏิบัติการ Android 4.4 และ iOS 7.0 เป็นต้นไป สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ครบทุกฟังก์ชัน สำหรับอุปกรณ์ที่ให้ผู้ป่วยสวมใส่ ขนาดความจุแบตเตอร์รี่ 450 มิลลิแอมป์ สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา ในพื้นที่ที่ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์มือถือ 3G หรือภายในบริเวณที่พักอาศัยที่มีสัญญาณ Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลที่ใช้ในการระบุตำแหน่งไปยัง Server ทุก ๆ 30 วินาที ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 10 นาที

เอกสารอ้างอิง

[1] วิทยาลัยประชากรศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2552). สารพันความรู้ประชากร: ผู้สูงอายุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.cps.chula.ac.th/cps/pop_info/tha/Newsletter-2552/news/news_th_72-176.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2559.

[2] การแบ่งระยะของโรคอัลไซเมอร์. (2558). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www.siamhealth.net/public_html/Disease/neuro/alzheimer/7stage.html#.VmRZM_mLTIVr. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2558.

[3] มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2557). ม.อ.คิดแอปฯติดตามและช่วยเหลือผู้ป่วยอัลไซเมอร์ ผ่านโทรศัพท์มือถือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.psu.ac.th/th/node/6832. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559.

[4] สำนักข่าวไทย. (2558). แอพพลิเคชั่นป้องกันโรคอัลไซเมอร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.tnamcot.com/content/253261. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559.

[5] มูลนิธิอัลไซเมอร์. (2556). Application คัดกรองอัลไซเมอร์: Android. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.alz.or.th/news_detail.php?id=4. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559.

[6] Erin Cavanaugh. (2006). Web services: Benefits, challenges, and a unique, visual development solution. United States of America: Altova, Inc.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เทรนเนอร์ส่วนบุคคล
Personal Trainer

ธวัชชัย กลิ่นหอม อภิชาติ และดัม และ พิชญา ตัณฑัยย์[1]
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ตู้ป.ณ. 2 ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112[1] โทรศัพท์ 074-287352[1] E-mail: pichaya@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ
งานชิ้นนี้เป็นการออกแบบและการสร้างโปรแกรมวางแผนตารางการออกกำลังกายและคำนวณแคลอรีรวมถึงแสดงสถิติต่างๆให้แก่ผู้ใช้งานด้วยเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับท่าการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสรีระหรือเพาะกายและการคำนวณปริมาณแคลอรีที่ควรได้รับต่อวัน โดยในบทความจะเสนอหลักการในการดำเนินการสร้างโปรแกรม แนวคิดในการออกแบบระบบทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ระบบการทำงานแบบกระบวนการคิดของเว็บแอปพลิเคชันและฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งโปรแกรมจะประกอบไปด้วย ส่วนการรับข้อมูล ส่วนการแสดงผล และส่วนการประมวลผล โปรแกรมนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถบริหารจัดเวลาในการทำกิจกรรมการออกกำลังกายและการรับประทานอาหารต่างๆได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: โปรแกรมวางแผนออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสรีระ, การเพาะกาย , การคำนวณแคลอรีต่อวัน, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract
This paper presents the design and implementation of a web application for planning body workout schedules, calculating calories intakes, and representing related statistics. The contents include various body workouts and related video footages. The workouts and calories calculation can be done daily. The system includes input, output and processing parts. The program helps the users to manage their time to do activities (exercise and food intake) better.

Keywords: body workout schedule planning, workouts and calories calculation, web application

1. บทนำ
คนส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีความตื่นตัวในการดูแลรักษาสุขภาพกันมากขึ้น โดยหันมาใส่ใจในการเลือกรับประทานอาหารแต่ละมื้อ และการเล่นเวท คาร์ดิโอ ซึ่งมีทั้งเล่นถูกวิธีและผิดวิธี หลายคนจ้างเทรนเนอร์ส่วนตัวในการดูแลรักษาสุขภาพ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ทำให้สิ้นเปลืองเงินเกินกว่าความจำเป็น ผู้เขียนจึงมีแนวคิดที่จะสร้างแอปพลิเคชันเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ที่ต้องการเทรนเนอร์ส่วนตัวสำหรับออกกำลังกายในสถานฟิตเนส (Fitness) ที่สามารถเข้าถึงได้ทั้งบนเว็บและมือถือ ทำให้สะดวกในการดูแลรักษาสุขภาพที่ถูกวิธีและสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์หลักของงานนี้คือการพัฒนาโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันที่เสนอแนะวิธีและจัดตารางการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสรีระหรือเพาะกาย [1] ร่วมกับการใช้เครื่องมือให้แก่ผู้ใช้ตามความจำเป็นในวันเวลาที่ว่าง และพร้อมจะออกกำลังกาย พร้อมทั้งแนะนำอาหารที่มีปริมาณแคลอรี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้ในแต่ละวัน โดยผู้ใช้สามารถบันทึกและเรียกดูปริมาณแคลอรีอาหารที่คำนวณไว้ให้ในแต่ละวันทั้งในวันนั้น ๆ และเรียกดูย้อนหลังได้ และสามารถบันทึกและเรียกดูสถิติพัฒนาการน้ำหนักตัวของผู้ใช้ได้

2. เครื่องมือที่ใช้
2.1 MongoDB
MongoDB [2] เป็นฐานข้อมูลชนิดโอเพนซอร์ส (open-source) แบบ NoSQL หรือ Non-relational database คือไม่มีความสัมพันธ์ของตารางแบบฐานข้อมูลแบบ Relational Database ดังที่พบใน SQL (Structured Query Language) ทั่วๆไป แต่จะเก็บข้อมูลเป็นแบบ JSON (JavaScript Object Notation) ซึ่งจะเก็บ key และ value แทนการบันทึกข้อมูลเป็นแบบ record ใน SQL

2.2 JavaScript
จาวาสคริปต์ (JavaScript) เป็นภาษาสคริปต์ที่มีลักษณะการเขียนโปรแกรมต้นแบบ (Prototyped-based Programming) ซึ่งนิยมใช้ในการพัฒนาหน้าเว็บเพื่อประมวลผลข้อมูลที่ฝั่งของผู้ใช้งาน (Client) และใช้เพื่อเพิ่มเติมความสามารถในการเขียนสคริปต์โดยฝังอยู่ในโปรแกรมอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังใช้ในการตรวจสอบข้อมูลเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบว่ามีข้อผิดพลาดใด ๆ หรือไม่ และนำเสนอการแสดงผลที่ทำให้เว็บไซต์สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ทันที

2.3 HTML 5
HTML5 [3] คือ ภาษาที่ใช้สำหรับเขียนเว็บไซต์ ซึ่งพัฒนาต่อจาก HTML (Hyper Text Markup Language) โดยเพิ่มเติมคุณลักษณะที่ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น และสามารถแสดงผลได้บนทุกเว็บเบราเซอร์

2.4 AJAX

AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) [4] เป็นเทคนิคในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งนำหลายเทคโนโลยีมาทำงานร่วมกันบนเว็บแอปพลิเคชันเดียวกัน และควบคุมการแสดงผลของเว็บเพจให้รวดเร็วขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงการแสดงข้อมูลเฉพาะในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น

2.5 PHP

PHP (Personal Home Page Tools) [5] เป็นภาษาสคริปต์ที่ฝังไว้ในเว็บไซต์บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่สร้างด้วยภาษา HTML โดย PHP สนับสนุนทุกระบบปฏิบัติการ รับข้อมูลจากแบบฟอร์ม สร้างหน้าจอที่ไม่หยุดอยู่กับที่ รับส่ง Cookies เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยผู้ใช้สามารถแทรกส่วนที่เป็นเครื่องหมายพิเศษเข้าไประหว่างส่วนที่เป็นภาษา HTML ได้โดยง่าย PHP มีฟังก์ชันเกี่ยวกับการจัดการข้อความอักขระและ pattern matching รองรับตัวแปรพื้นฐานและยังสามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น MongoDB, MySQL, Oracle

3. ความรู้พื้นฐาน

3.1 พลังงานที่ต้องการขณะพัก

ในงานนี้ ใช้สูตรของสมการ Mifflin St. Jeor Equation [6] ในการคำนวณหาค่าพลังงานที่ต้องการขณะพักหรือ REE (Resting Energy Expenditure) หรือพลังงานพื้นฐานที่ร่างกายต้องการขณะพัก ดังแสดงในสมการที่ 1 (เพศชาย) และ 2 (เพศหญิง)

REE (เพศชาย) = (10 x น้ำหนัก (กิโลกรัม)) + (6.25 x ส่วนสูง (เซนติเมตร)) - (5 x อายุ) + 5 (1)

REE (เพศหญิง) = (10 x น้ำหนัก (กิโลกรัม)) + (6.25 x ส่วนสูง (เซนติเมตร)) - (5 x อายุ) – 161 (2)

ยกตัวอย่าง เช่น คุณ A เป็นผู้หญิง อายุ 30 ปี ส่วนสูง 165 ซม. น้ำหนัก 60 กก. ค่าที่ได้ก็จะเท่ากับ (10 x 60) + (6.25 x 165) - (5 x 30) - 161 = 1,329.25 กิโลแคลอรี

ตารางที่ 1 พลังงานที่สามารถใช้ได้หมดในแต่ละวัน

กิจกรรม	ตัวคูณ
นั่งทำงานอยู่กับที่ และไม่ได้ออกกำลังกายเลย หรือน้อยมาก	1.2
ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเล็กน้อย เดินบ้างเล็กน้อย ทำงานออฟฟิศ	1.375
ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาปานกลาง เคลื่อนที่ตลอดเวลา	1.55
ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาอย่างหนัก	1.725
ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาอย่างหนัก เป็นนักกีฬา ทำงานใช้แรงงานมาก	1.9

3.2 พลังงานที่สามารถใช้ได้หมดในแต่ละวัน

เมื่อคำนวณได้ค่า REE เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือคำนวณหาค่าพลังงานที่สามารถใช้ได้หมดในแต่ละวันจากสูตรการหา TDEE หรือ Total Daily Energy Expenditure ซึ่งจะพิจารณาจากในแต่ละวันเราทำกิจกรรมอะไรบ้าง และนำเอาค่า REE ที่ได้มาคูณตัวคูณตามกิจกรรมต่าง ๆ ดังในตารางที่ 1 ตัวอย่างเช่น หากคุณ A เป็นคนที่แทบไม่ได้ออกกำลังกายเลย ต้องนำค่า REE ไปคูณกับ 1.2 ก็จะได้ปริมาณแคลอรีที่ต้องการในหนึ่งวันเป็น 1,329.25x1.2 = 1,595.1

3.4 แนวทางการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสรีระ

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญหรือเทรนเนอร์ทางด้านการเพาะกาย ได้กำหนดให้ใช้ท่าออกกำลังกายจำนวน 8 ท่าต่อวัน เพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้เวลาที่เหมาะสมเพียงพอต่อการออกกำลังกายในแต่ละวันและไม่เหนื่อยล้าเกินไป นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถกำหนดระดับการออกกำลังกายที่ต้องการได้ 3 ระดับ คือ Beginner (ระดับเริ่มต้น) Intermediate (ระดับกลาง) และ Advance (ระดับสูง)

3.3 หลักการคำนวณหาค่าพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน

ในการคำนวณหาค่าพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน หากต้องการเพิ่มน้ำหนักให้เพิ่มจำนวนแคลอรีขึ้นอีก 500 กิโลแคลอรี หากต้องการลดน้ำหนักให้ลดจำนวนแคลอรีลงอีก 500 กิโลแคลอรี ดังสมการที่ 3

ดังนั้น ถ้าคุณ A ต้องการเพิ่มน้ำหนัก ก็ควรทานอาหารวันละ 1,595.1 + 500 = 2095.1 กิโลแคลอรี ถ้าต้องการควบคุมน้ำหนัก ก็ไม่ควรทานอาหารมากเกินกว่า 1,595.1 กิโลแคลอรี ถ้าต้องการลดน้ำหนัก ก็ควรทานอาหาร 1,595.1 - 500 = 1095.1 กิโลแคลอรี

แคลอรีที่ได้รับวันนี้ (หน่วย กิโลแคลอรี) = แคลอรีแนะนำ – อาหาร + คาร์ดิโอ
แคลอรีแนะนำ (หน่วย กิโลแคลอรี) = (((10 * W) + (6.25 * H) – (5 * A) + S) * ตัวคูณน้ำหนักกิจกรรม) + ความต้องการลดหรือเพิ่มน้ำหนัก (3)

โดย W (หน่วย กิโลกรัม) = น้ำหนักปัจจุบัน, โดย H (หน่วย เซนติเมตร) = ความสูง, A (หน่วย ปี) = อายุ, S (เพศ) ชาย = 5 หญิง = -161

ต้องการเพิ่มน้ำหนัก = 500 ต้องการลดน้ำหนัก = -500

4. การดำเนินงาน

4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบโดยรวมของแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 1 คือ

1. ส่วนของการทำงานตอบสนองและติดต่อกับผู้ใช้งาน เว็บเบราเซอร์จากฝั่งของผู้ใช้งาน จะติดต่อกับ Apache PHP ของฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ในรูปแบบของ HTTP request/response เพื่อร้องขอและแสดงผลข้อมูล PHP ใช้ในการเขียนและพัฒนาระบบในส่วนของการกำหนดการทำงานของระบบในส่วนต่าง ๆ เช่น การทำแบบฟอร์ม การตัดสินใจทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

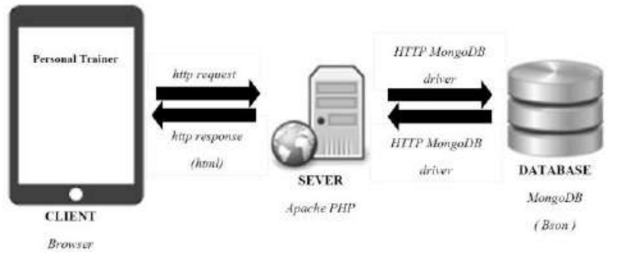
2. ส่วนของการเก็บข้อมูล เซิร์ฟเวอร์จะติดต่อกับฐานข้อมูล MongoDB ในรูปแบบของ HTTP โดยผ่านทาง MongoDB driver เพื่อเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล หรือดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาคำนวณในเซิร์ฟเวอร์ และส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ฝั่งผู้ใช้งานต่อไป โดยฐานข้อมูลจะเขียนเก็บอยู่ในรูปแบบของ Bson MongoDB

ในการเก็บข้อมูล Client จะส่งข้อมูลไปคำนวณและเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ แล้วเรียกข้อมูลที่คำนวณได้ตรงกับตารางใน

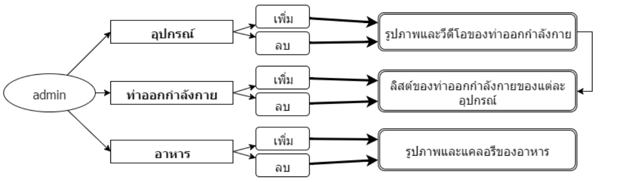
การออกกำลังกาย แล้วดึงข้อมูลชุดการออกกำลังกายที่สัมพันธ์กันส่งให้ Client ทุกครั้งที่ Client เชื่อมต่อกับระบบ นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกสถิติต่าง ๆ ไว้บนฐานข้อมูลด้วย ผู้พัฒนาได้ออกแบบฐานข้อมูล 7 ชุด ดังแสดงในตารางที่ 2 รูปที่ 2 และ 3 แสดงแผนภาพ Use Caseของผู้ดูแลระบบและผู้ใช้

ตารางที่ 2 ฐานข้อมูลชุดต่างๆ

รายการข้อมูล	ชื่อชุด
_ID (primary key), ที่อยู่อีเมล์, รหัสผ่าน, รูปแบบการสมัคร, วันที่สมัคร ชื่อ, เพศ, วันเกิด, ส่วนสูง, น้ำหนัก, กิจกรรรมประจำวัน, image path และ random string	users
_ID, userID (foreign key), รูปแบบการออกกำลังกาย, วันที่ต้องออกกำลังกาย, วันที่ออกกำลังกายไปแล้ว, วันเวลาที่สร้างตาราง	schedule
_ID, ชื่ออาหาร, ข้อมูลอาหาร, แคลอรี, image path	foodList
_ID, userID, foodID, ชื่ออาหาร, แคลอรี	foodHistory
_ID, userID, รูปแบบการออกกำลังกาย, คาดิโอ, timestamp	cadio
_ID, ชื่อ, รายการอุปกรณ์ (ชื่อท่า, คำอธิบาย, วิดีโอ, รูป, ชื่อรูป), timestamp	equipment
_ID, ประเภท (แบ่งตามระยะเวลาออกกำลังกาย), ข้อมูลท่า (Barbell, Dumbbell, machine), วันที่ทำ, รายละเอียดท่า, ชื่อท่า, ระดับท่า	posture



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

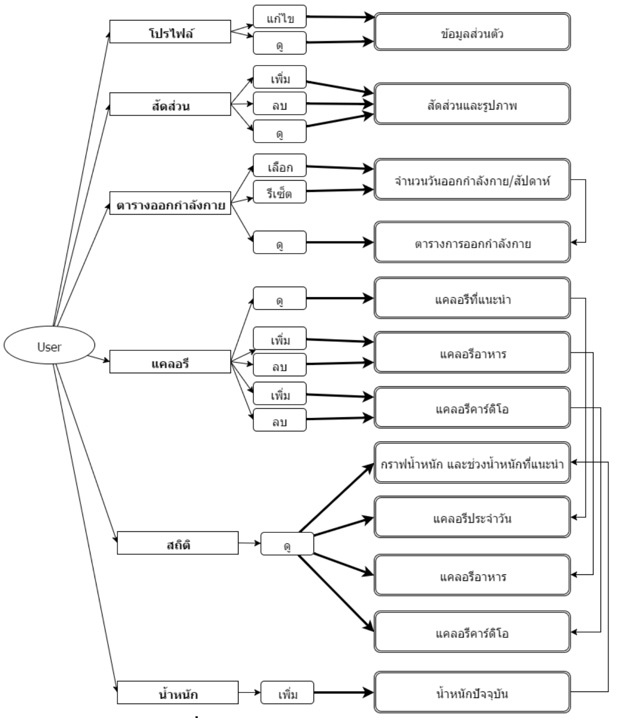


รูปที่ 2 แผนภาพ Use Case ของผู้ดูแลระบบ

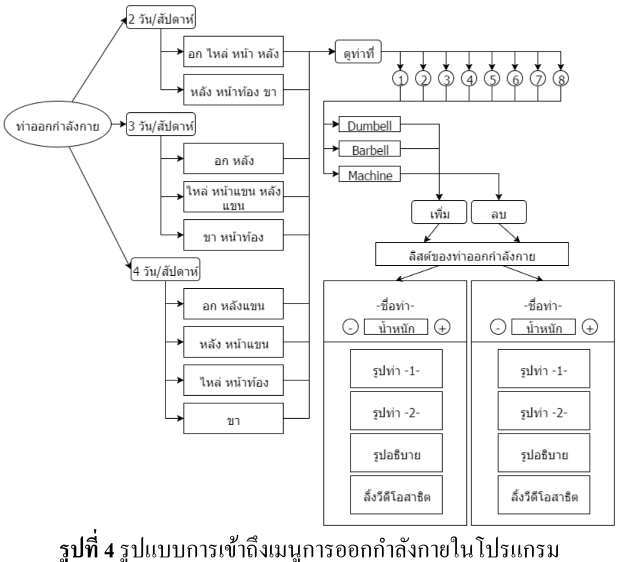
รูปที่ 4 แสดงรูปแบบการเข้าถึงเมนูการออกกำลังกายในโปรแกรม ในการเข้าถึงของเมนูตารางออกกำลังกาย โดยได้ออกแบบให้ผู้ใช้ต้องเข้าไปทีละขั้นตอน เริ่มจากกำหนดจำนวนวันต่อสัปดาห์ (2 วัน/สัปดาห์, 3 วัน/สัปดาห์, 4 วัน/สัปดาห์) และกำหนดวันที่ออกกำลังกายที่เน้นส่วนต่าง ๆ (อก ไหล่ หลัง หน้า หลัง, หลัง หน้าแขน, ขา,...) และสุ่มหมุนเวียนหมายเลขท่าต่าง ๆ (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) ที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ (Dumbbell, Barbell, Machine) ผู้ใช้สามารถดูรูปภาพของท่าออกกำลังกายและเชื่อมต่อไปยังลิงค์วิดีโอสาธิตเพื่อดูวิดีโอเพิ่มเติมได้

4.2 การแสดงผล

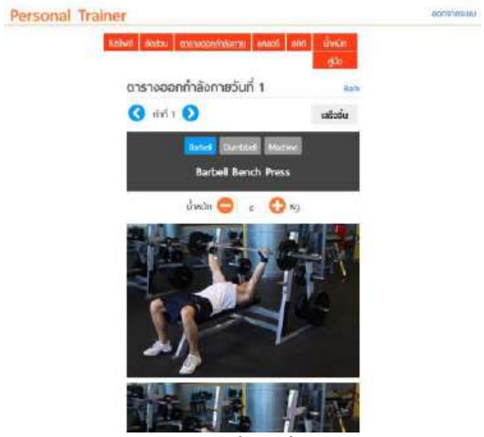
การแสดงผลเว็บแอปพลิเคชัน ได้จัดรูปแบบบนเดสก์ทอปหรือบนสมาร์ทโฟนโดยใช้ HTML และ CSS ผ่านการเขียนโค้ดในรูปแบบ responsive รูปที่ 5 เป็นส่วนแสดงการผลของระบบในการจัดการตารางการออกกำลังกายให้ผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถเลือกชนิดเครื่องเล่นในแต่ละท่าได้ เพื่อความหลากหลายในการเล่น รูปที่ 6 เป็นตัวอย่างการออกกำลังกายที่กำหนดโดยระบบ รูปที่ 7 แสดงข้อมูลแนะนำการเผาผลาญและการบริโภคแคลอรีของผู้ใช้ และสถิติข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักในแต่ละวันเทียบกับเกณฑ์ปกติของ BMI (Body Mass Index) รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการป้อนและเก็บข้อมูลการรับประทานอาหารของผู้ใช้ จากตารางแคลอรีอาหาร [7] นอกจากนี้ แอปพลิเคชันยังมีแท็ป (Tab) สำหรับข้อมูลสถิติของผู้ใช้งาน ได้แก่ แคลอรี อาหาร และคาดิโอ



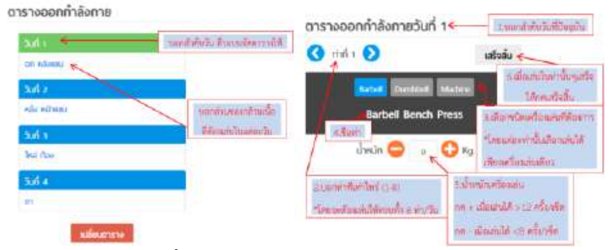
รูปที่ 3 แผนภาพ Use Case ของผู้ใช้



รูปที่ 4 รูปแบบการเข้าถึงเมนูการออกกำลังกายในโปรแกรม

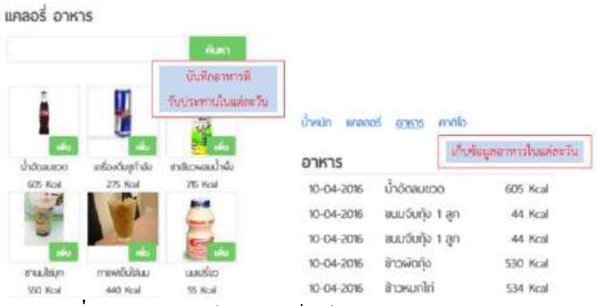


รูปที่ 5 ตัวอย่างภาพการออกกำลังกายที่ใช้เครื่องมือและส่วนป้อนข้อมูล



รูปที่ 6 ตัวอย่างตารางการออกกำลังกาย

รูปที่ 7 ตัวอย่างการแนะนำการบริโภคและใช้พลังงานและสถิติน้ำหนัก



รูปที่ 8 ตัวอย่างการป้อนและเก็บข้อมูลการรับประทานอาหาร

5. สรุป

เว็บแอปพลิเคชันเทรนเนอร์ส่วนตัว สามารถทำงานได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเดสก์ทอป และสมาร์ทโฟนทุกรุ่นที่สามารถใช้งานเว็บเบราเซอร์ (web browser) ได้ โดยผู้เขียนได้ออกแบบและปรับแต่งการแสดงผลให้สะดวกทั้งการใช้งานบนเดสก์ทอป และสมาร์ทโฟนที่ขนาดหน้าจอการแสดงผลต่างกัน (responsive)

โปรแกรมจะรับข้อมูลเฉพาะเบื้องต้นจากผู้ใช้เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณแคลอรีที่ผู้ใช้ควรได้รับในแต่ละวัน และสามารถบันทึกแคลอรีที่ผู้ใช้รับประทานไปในแต่ละวัน และสามารถดูย้อนหลังได้ และจะแนะนำเพื่อพัฒนาสรีระแบบในร่ม (indoor) ท่าพื้นฐานที่จำเป็น ควบคู่ไปกับการนำเสนอตารางการออกกำลังกายให้ผู้ใช้โดยอัตโนมัติ และบันทึกน้ำหนักประจำวันเพื่อให้สามารถดูย้อนหลังได้

โปรแกรมมีองค์ประกอบสองส่วนคือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ และส่วนของผู้ใช้งาน ซึ่งแยกออกจากกัน ในส่วนของผู้ดูแลระบบได้ออกแบบเพื่อให้สามารถเพิ่ม/แก้ไข/ลบท่าตารางการออกกำลังกาย เพิ่ม/ลบข้อมูลของอาหาร และในส่วนของและผู้ใช้ สามารถดูประวัติส่วนตัว ตารางและท่าการออกกำลังกาย ปริมาณแคลอรีที่รับประทานต่อวัน พัฒนาการของน้ำหนัก สถิติย้อนหลัง นอกจากนี้ ระบบยังมีคู่มือการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถเป็นผู้ช่วยที่ดีให้กับผู้ที่ต้องการใส่ใจสุขภาพ ทดแทนการจ้างเทรนเนอร์ส่วนตัวและช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างเทรนเนอร์มืออาชีพราคาแพง จากผลการประเมินโดยผู้ใช้พบว่าระบบมีความสะดวกในการใช้งานและประมวลผลรวดเร็วสามารถช่วยเหลือการออกกำลังกายในฟิตเนสเซ็นเตอร์ได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] ข้อมูลทางด้านการออกกำลังกาย, http://tuvayanon.net/index1.html

[2] MongoDB, http://meewebfree.com/site/general-web-technic/ 378-what-ismongodb-database.

[3] Softmelt. (2011). HTML5 คืออะไร, http://www.softmelt.com/article.php?id=404

[4] วิชา ศิริธรรมจักร์ (2549). Web Programming ด้วย AJAX และ PHP

[5] วรรณิกา เนตรงาม (2554). พื้นฐานการเขียนสคริปต์และสร้าง Web Application ด้วย PHP

[6] สูตรคำนวณพลังงาน, http://health.kapook.com/view103730.html

[7] ตารางแคลอรีในอาหาร, http://kcal.memo8.com/food-calorie-table/

ระบบควบคุมการเลื่อนตัวรับภาพรังสีเอกซ์เรย์อวัยวะทรวงอกอัติโนมัติโดยใช้การประมวลผลภาพ

Automatic Control System for Moving X-ray Wall Stand Detector Chest PA Based on Image Processing

สุวิชา นาคสังข์[1] และ พินิจ กำหอม[2]
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ เขตบางมด แขวงทุ่งครุ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10140
[1] E-mail: naksangsuwicha@gmail.com [2] E-mail: pinit.kum@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในกระบวนการถ่ายเอ็กซ์เรย์ทรวงอก ผู้ทำการเอ็กซ์เรย์จะต้องคอยเลื่อนตัวรับภาพ ให้เลื่อนมาในตำแหน่งที่เหมาะสม บทความนี้นำเสนอระบบเลื่อนตัวรับภาพ x-ray ทรวงอกแบบอัติโนมัติ โดยการใช้การประมวลผลภาพ ระบบที่นำเสนอจะช่วยลดเวลาในกระบวนการการถ่ายภาพ x-ray ทรวงอก โดยภาพจากกล้องที่จับด้านหลังของคนไข้ จะถูกนำมาประมวลเพื่อ (1) หาพื้นที่บริเวณเสื้อโดยการตรวจจับสี (2) หากรอบส่วนหัวของคนผู้รับบริการ (3) คำนวณหากรอบบริเวณทรวงอก ตัวรับภาพโดยการใช้ golden ratio ของร่างกายมนุษย์ และกรอบส่วนหัวที่คำนวณได้ วิธีที่นำเสนอได้รับการทดสอบด้วยการทดลองกับคน 12 คน โดยการเลื่อนตัวรับของเครื่องเอ็กซ์เรย์ Wall Stand Detector Chest Posteroanterior ผลการหากรอบบริเวณทรวงอกถูกต้องทุกกรณีของข้อมูลที่มี และเวลาเฉลี่ยสำหรับการบริการแต่ละคนนับตั้งแต่การเข้าไปยืนอยู่ที่ 19 วินาที

คำสำคัญ: ชุดรับภาพเอกซ์เรย์ดิจิตอล, ชุดถ่ายภาพเอกซ์เรย์ทรวงอกท่ายืน, การประมวลผลภาพ, ท่าเอกซ์เรย์ทรวงอก, สัดส่วนธรรมชาติ

Abstract

In chest x-ray process, normally, the x-ray operator needs to move the x-ray detector to its proper position. This paper presents an image processing based system for automatically moving an x-ray detector in the chest x-ray process so that the detector is in the proper position before taking an x-ray. The proposed system can help reduce operating time of the x-ray process using the general-purpose x-ray machine. Based on sequence of images from a camera looking at the back of a patient, the position of detector is computed from (1) finding shirt area using the color detection, (2) finding the patient's head, and (3) calculating chest box based on the golden ratio of a human body. The experiments were carried out using the Wall Stand Detector Chest Posteroanterior with 12 persons. The finding of chest box is perfect for the given dataset error of the position comparing with the human while the average adjusting time is about 19 seconds per person.

Keywords: digital radiography DR, wall stand detector, image processing, chest posteroanterior : PA, golden ratio

1. บทนำ

การถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์ทรวงอก (Chest X-Ray Radiography : CXR) เป็นส่วนที่สำคัญของการตรวจสุขภาพพื้นฐานและการตรวจโรคทั่วไป เนื่องจากภายในช่องทรวงอกมีอวัยวะที่สำคัญ เช่น หัวใจ ปอด เส้นเลือดขนาดใหญ่ที่จะไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นระบบของร่างกายที่มีการติดเชื้อได้ง่าย ในปัจจุบันการถ่ายภาพรังสีทรวงอกเพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคให้ได้ถูกต้องและแม่นยำและมีประสิทธิภาพ ได้ใช้เทคโนโลยี (Digital Radiography : DR) โดยนักรังสีวิทยาผู้ทำการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์จะต้องคอยเลื่อนตัวรับภาพ ให้ไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้เห็นภาพเอ็กซ์เรย์ของทรางอกที่ชัดเจน กระบวนการนี้ยังต้องใช้เวลาต่อการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์หนึ่ง สูงเมื่อเทียบกับจำนวนคนไข้ ซึ่งมีจำนวนมากในบางกรณี เช่นการตรวจสุขภาพทั่วไปของบุคลากรของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง บทความนี้จึงนำเสนอวิธีการควบคุมชุดรับภาพเอกซ์เรย์ทรวงอก (Wall Stand Detector) อัติโนมัติ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing)

(ก)

รูปที่ 8 (ก) ระยะห่างของไหล่และขอบชุดรับภาพ Wall Stand Detector (ข) ภาพเอกซ์เรย์ทรวงอกที่ดีจะเห็นครอบคลุมปอด

2. การถ่ายภาพเอกซ์เรย์ทรวงอก

ท่าพื้นฐานในการถ่ายภาพเอกซ์เรย์อวัยวะทรวงอก ให้ยืนหันหน้าตั้งฉากเข้าหา Wall Stand Detector DR แยกเท้าออกจากกันเล็กน้อยเพื่อให้ยืนได้มั่นคง ลำตัวอยู่กึ่งกลางแนบชิดระนาบคางวางกึ่งกลางขอบบน วางหลังมือแตะบนสะโพกทั้งสองข้าง โน้มไหล่และต้นแขนแนบชิดลำตัวตรงไม่เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง จุดกึ่งกลางแนวลำแสงรังสีตั้งฉากกับ Wall Stand Detector ระดับกระดูกสันหลังช่วงอกท่อนที่หก ไม่ควรให้สูงกว่าท่อนที่สี่เพราะจะทำให้ส่วนที่ไม่จำเป็นได้รับรังสี หรือจัดขอบบนของอุปกรณ์รับภาพอยู่เหนือหัวไหล่ประมาณ 1 นิ้วครึ่งดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) และจากนั้นให้หายใจเข้าเต็มที่แล้วกลั้นใจนิ่ง จึงสามารถถ่ายภาพเอกซ์เรย์

ได้ หายใจเข้าให้เต็มที่และกลั้นใจขณะเอกซ์เรย์ ภาพถ่ายที่ได้ต้องเห็นครอบคลุมตั้งแต่ Lung Apex จนถึง Costophrenic angle ถ้าผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มที่จะเห็น Posterior rib อยู่เหนือ Diaphragm 10 คู่ Spinous process อยู่กึ่งกลางภาพห่างจาก Sternoclavicular joint ทั้งสองข้างเท่าๆกันภาพสามารถใช้ประเมินขนาดของหัวใจได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 (ข)

จากมาตรฐานของการเอ็กซ์เรย์ดังกล่าวนี้ เรานำไปกำหนดวิธีการที่จะควบคุมเลื่อนตัวรับภาพ ให้มาอยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุด โดยเราจะหากรอบส่วนหัวและส่วนทรวงอกของผู้ให้บริการ โดยถ้าเลื่อนขอบบนของตัวรับภาพให้มาตรงกับขอบบนของกรอบทรวงอก จะทำให้เราได้ภาพเอ็กซ์เรย์ตามมาตรฐานดังกล่าว

3.ขั้นตอนการทำงานรวมของระบบ

ระบบที่นำเสนอมีส่วนประกอบคือ (1) คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลภาพ (2) กล้องเพื่อถ่ายภาพด้านหลังของผู้รับการเอ็กซ์เรย์ (3) ตัวรับภาพเอ็กซ์เรย์ (x-ray detector) (4) มอเตอร์เพื่อเลื่อนตัวรับภาพขึ้นลง และ (5) บอร์ดควบคุมมอเตอร์ ระบบดังกล่าวนี้ทำงานร่วมกันในการะบวนการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์ดังนี้

1. ผู้รับการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์เข้าไปยืนในตำแหน่ง โดยนักรังสีวิทยาที่ทำการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์จะผู้สั่งให้หยุด
2. กล้องจะทำการถ่ายภาพ เมื่อผู้รับบริการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์หยุดนิ่ง 5 วินาที
3. กระบวนการประมวลผลภาพทำการคำนวณหาระยะความสูงของตัวรับภาพ แล้วส่งให้บอร์ดควบคุมมอเตอร์
4. บอร์ดควบคุมมอเตอร์สั่งให้มอเตอร์เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

การประมวลผลภาพในขั้นตอนที่ 3 ของระบบ ประกอบไปด้วย (1) การตรวจจับบริเวณเสื้อ (2) การตรวจจับบริเวรศีรษะ และ (3) การคำนวณหาบริเวณทรวงอกและความสูงของตัวรับภาพเอ็กซ์เรย์

3.1 การตรวจจับบริเวณเสื้อ

เมื่อมีผู้ใช้บริการเข้ามายืนตรงตำแหน่ง โดยผู้ทำการถ่ายภาพเป็นผู้สั่งให้นิ่ง ระบบจะสั่งให้จับภาพตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ภาพที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูป ระบบสีแบบ RGB จะถูกแปลงให้เป็นแบบ HSV ตามดังสมการ (3.1) -(3.3) [2],[3]

$$H = \begin{cases} \left(6 + \frac{B-R}{MAX-MIN}\right) \times 60^\circ, \text{ เมื่อ } R = MAX \\ \left(2 + \frac{B-R}{MAX-MIN}\right) \times 60^\circ, \text{ เมื่อ } G = MAX \\ \left(4 + \frac{B-R}{MAX-MIN}\right) \times 60^\circ, \text{ เมื่อ } B = MAX \end{cases} \quad (3.1)$$

$$S = \left(\frac{MAX-MIN}{MAX}\right) \times 100 \quad (3.2)$$

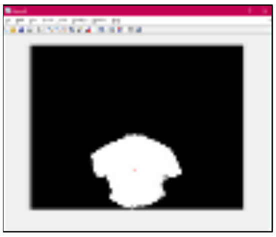
$$V = MAX \times 100 \quad (3.3)$$

โดยที่

RGB คือค่าของสีในระบบ RGB มีค่าระหว่าง 0.0-1.0
HSV คือค่าของสีในระบบ HSV
MAX คือค่าสูงสุดใน (R, G, B)
MIN คือค่าต่ำสุดใน (R, G, B)

บริเวณเสื้อจะถูกตรวจจับโดยการเทียบระดับ Hue (H) ของภาพกับระดับเทรชโฮล ซึ่งหาได้จากการเทรนด้วยภาพเสื้อที่ใช้ในการถ่ายเอ็กซ์เรย์ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพไบนารีที่มีสีดำและสีขาวดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นใช้วิธีการมอร์โฟลอจี (Morphology) เพื่อช่วยในการขจัดจุดดำเล็ก ๆ ภายในพื้นที่เสื้อ รวมทั้งตัวหนังสือที่เขียนที่เสื้อ จะได้ภาพพื้นที่เสื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 2 แสดงผลลัพธ์จากการตรวจจับเสื้อ



รูปที่ 3 พื้นที่เสื้อพร้อมตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง (centroid)

ภาพพื้นที่เสื้อที่ได้จะถูกนำไปหาจุดศูนย์ถ่วง ตามสมการที่ 3.4

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{M-1} jB[i,j]}{A} \qquad \bar{y} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{M-1} iB[i,j]}{A} \quad (3.4)$$

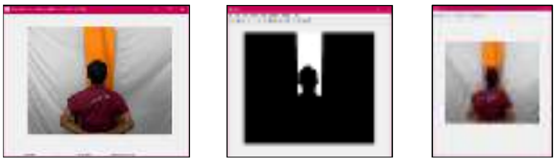
โดยที่

x คือจุดศูนย์กลางของภาพตามแนว x
y คือจุดศูนย์กลางของภาพตามแนว y
A คือขนาดพื้นที่ของภาพ
$jB[i,j]$ คือจำนวนของจุดวัตถุสีขาวของภาพนับตามแกน y
$iB[i,j]$ คือ จำนวนของจุดวัตถุสีขาวของภาพนับตามแกน x

3.2 การหาพื้นที่ส่วนหัวและความสูง

พื้นที่ส่วนหัวของผู้รับบริการสามารถหาได้โดย (1) ขอบเขตด้านล่างของส่วนหัว คือด้านบนสุดของพื้นที่เสื้อ (2) ขอบเขตบนสุดของหัวสามารถหาได้จากการเปลี่ยนภาพเป็นภาพที่ตัดพื้นที่ส่วนเสื้อออกเป็นภาพไบนารี ดังแดสงในภาพกลางของรูปที่ 4 สังเกตว่าเราได้ใช้ฉากด้าน (สีส้ม) ซึ่งมีไว้ เพื่อช่วยให้ผู้รับบริการเข้ายืนในตำแหน่งได้ง่าย เป็นส่วนช่วยเหลือในการสร้างภาพไบนารีของส่วนหัว

จากภาพไบนารีของส่วนหัวเราสามารถหาตำแหน่งสูงสุดของพื้นที่หัวและกรอบพื้นที่ส่วนหัวได้ ดังแสดงในรูปที่ 3

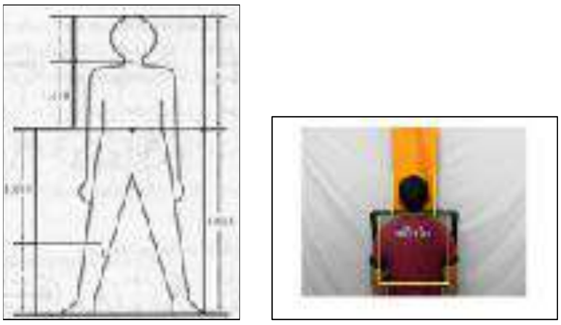


รูปที่ 4 การหาพื้นที่ส่วนหัวและความสูงของผู้รับบริการ

3.3 การหากรอบของบริเวณทรวงอก

จากข้อสังเกตและการศึกษาเกี่ยวกับ Golden number ซึ่งเป็นตัวเลขที่บ่งบอกคุณลักษณะของลำดับเลขไฟโบนาชี (Fibonacci numbers) พบว่าสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ตามที่แสดงในรูปที่ 5 (ก) มีค่าเป็นเลข Golden number ซึ่งมีค่าประมาณ 1.618

ในบทความนี้ เราได้นำสถิติของสัดส่วนร่างกายมนุษย์ดังกล่าวนี้มาใช้ โดยถ้าเราทราบความสูงของส่วนหัวจากหัวข้อ 3.2 เราสามารถจะหาความยาวของพื้นที่ทรวงอกได้ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1.618 เท่าของความยาวส่วนหัว ดังนั้นเราจะสามารถกำหนดพื้นที่ของทรวงอกได้ รูปที่ 5 (ข) แสดงตัวอย่างของกรอบพื้นที่ส่วนหัวและกรอบพื้นที่ส่วนทรวงอกที่ได้จากวิธีที่นำเสนอ



(ก) (ข)

รูปที่ 5 (ก) ธรรมชาติของร่างกายมนุษย์ที่เป็นไปตาม Golden Ratio (ข) ภาพผลลัพธ์ของพื้นที่ส่วนหัวและส่วนทรวงอก

รูปที่ 6 หาความสูงของชุดรับภาพเพื่อสั่งมอเตอร์หมุนให้พอดีกับสัดส่วนทรวงอก Golden ratio

2.4 การหาขอบบนของตัวรับภาพและการเลื่อนตัวรับภาพ

ภายใต้สมมุติฐานว่าตัวรับภาพจะถูกเลื่อนให้ไปอยู่ที่จุดต่ำสุดก่อนการเข้าไปยืนของผู้รับบริการแต่ละคน ระบบจะทำการเลื่อนตัวรับภาพขึ้นมา เมื่อให้ส่วนบนของขอบตัวรับภาพตรงกับส่วนบนของกรอบบริเวณทรวงอกที่ได้จากขั้นตอนในหัวข้อ 3.3

การหาส่วนบนขอบตัวรับภาพ ให้หลักการการทำเป็นภาพขาวดำ โดยใช้ความเข้มของขอบตัวรับภาพซึ่งมีสีเข้มที่สุดเป็นส่วนหน้า (foreground) ส่วนที่มีสีจางกว่าเป็นส่วนหลัง (background) รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างภาพขอบบนของตัวรับภาพ และภาพจริงเมื่อเลื่อนตัวรับภาพไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

4. การทดลองและการวิจารณ์

ระบบที่นำเสนอได้รับการทดสอบโดยการทดลองกับตัวรับภาพของเครื่องถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์แบบ Wall Stand Detector ที่มีการติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง พร้อมควบคุมการเคลื่อนที่บนแพลตฟอร์มอาร์ดูโน (Aurduno motor control) คอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คความสามารถปานกลาง

เราใช้คนจำนวน 12 คนเป็นผู้ชาย 11 คนและ ผู้หญิง 1 คน โดยแต่ละคนจำลองการเข้ารับการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถกรอบบริเวณทรวงอกได้ถูกต้องทุกครั้งเทียบกับการใช้สายตาคนดู

สำหรับผลการทดลองเพื่อวัดการเคลื่อนย้ายตัวรับภาพเพื่อให้ไปตรงกับกรอบพื้นที่ทรวงอก แสดงในตารางที่ 1 โดยการเคลื่อนย้ายยังเป็นแบบไม่มีการป้อนกลับระยะ นอกจากระยะคลาดเคลื่อนแล้วตารางที่ 1 ยังแสดงผลของเวลาที่ใช้ในการบริการต่อคน

จากผลการทดลองพบว่า วิธีการสร้างกรอบพื้นที่ทรวงอกที่นำเสนอนั้นเป็นวิธีที่ง่าย แต่ได้ผลถูกต้องสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากภาพที่ใช้ในกระบวนการนั้นเป็นภาพที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมได้ นอกจากนี้เสื้อที่ผู้เข้าบริการสวมใส่ในการทดลองเป็นตัวเดียวกัน จึงสามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามในการใช้งานจริงเสื้อที่ใช้การถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์ก็มักจะเป็นเสื้อที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน จึงไม่น่าจะสร้างปัญหาในการตรวจจับ

สำหรับการเคลื่อนย้ายตัวรับภาพเอ็กซ์เรย์ ที่พบว่ายังมีการคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่ต้องการนั้น เป็นผลมาจากระบบที่ใช้ทดบองเป็นระบบที่ไม่มีการป้อนกลับ และมีการหน่วงคำส่งไป จึงทำให้ระยะที่หยุดมีการคลาดเคลื่อนสูงกว่าที่ควรจะเป็น ปัญหานี้แก้ไขได้โดยการใช้ระบบควบคุมมอเตอร์ที่มีการป้อนกลับระยะทาง ซึ่งการป้อนกลับ

สามารถทำได้จากการเช็คว่าภาพของกรอบทรวงอกกับกรอบตัวรับภาพตรงกันหรือยัง

ตารางที่ 1 เวลาในการให้บริการและค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งตัวรับภาพ

คนที่	ความสูง (ซม.)	เวลา(วินาที)	ค่าคลาดเคลื่อน (ซม.)
1	168.90	18.82	-7.79
2	170.05	19.36	1.28
3	179.53	23.21	-0.95
4	165.64	17.57	-4.83
5	169.93	19.30	1.30
6	167.87	18.29	-11.93
7	169.82	19.25	-6.97
8	166.4	17.65	-7.35
9	174.49	21.44	-2.10
10	176.31	22.30	-6.41
11	167.43	18.22	-2.94
12	154.01	11.82	-3.82
เฉลี่ย		18.94	

ประเด็นสุดท้ายคือเวลาที่ใช้ในการให้บริการต่อคน ซึ่งพบว่าระบบที่นำเสนอสามารถให้บริการต่อคนโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 19 วินาที ซึ่งดีกว่าระบบที่ใช้คนเป็นผู้เลื่อนตัวรับภาพ แม้ว่าเราไม่ได้เก็บข้อมูลทางสถิติของวิธีการที่ใช้คนเป็นผู้เลื่อน แต่โดยทั่วไปแล้ววิธีการเดิมจะใช้เวลามากกว่า 1 นาทีต่อคน เพราะผู้ให้บริการจะต้องเดินไปเลื่อนตัวรับภาพเอ็กซ์เรย์

5. สรุป

ในบทความนี้ เราได้นำเสนอระบบเลื่อนตัวรับภาพเอ็กซ์เรย์ทรวงอกให้มาอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม แบบอัติโนมัติ โดยการใช้การประมวลผลภาพ และหลักธรรมชาติของสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ในการสร้างกรอบพื้นที่ทรวงอก การประมวลผลภาพที่ใช้เป็นแบบง่าย เพราะเสื้อที่ใช้ในการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์เป็นแบบเดียวกัน นอกจากนี้ฉากด้านหลังยังสามารถกำหนดได้ ระบบที่นำเสนอได้รับการทดสอบโดยการทดลองกับคน 12 คนที่มีความสูงแตกต่างกัน พบว่าการสร้างกรอบบริเวณทรวงอกมีความถูกต้องทั้งหมดเทียบกับสายตามนุษย์ แต่ระบบการเลื่อนตัวรับภาพยังเป็นแบบไม่มีการป้อนกลับ จึงทำให้ตำแหน่งของการหยุดจริง ๆ มีการคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งสามารถพัฒนาแก้ไขปัญหานี้ได้ไม่ยาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท เจ.เอฟ. แอดวาน เมดจำกัด ที่สนับสนุนอุปกรณ์ระบบชุดรับภาพเอกซ์เรย์ Wall Stand Detector เพื่อทำการทดลองระบบวัดตำแหน่งเครื่องรับภาพเอกซ์เรย์อัติโนมัติจนบรรลุผลสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. อำพลพรต วงค์เปี่ยม. “คู่มือการถ่ายภาพเอกซ์เรย์สำหรับนักรังสีเทคนิคใหม่”. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรังสิต, 2559.
2. บุญธรรม ภัทราจารุกุล. “การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น”. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.
3. ผศ.ดร.ปริญา สงวนสัตย์. “คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์”. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2556.

การปกปิดความผิดพลาดสำหรับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง

Error Concealment for High Efficiency Video Coding

จันทนา ปัญญาวราภรณ์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 E-mail: Jantanap@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการรับ/ส่งวีดิทัศน์ผ่านช่องสัญญาณไร้สายมีบทบาทสำคัญต่อการติดต่อสื่อสารของมนุษย์ แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไร้สาย จึงจำเป็นที่จะต้องเข้ารหัสสัญญาณวีดิทัศน์รูปแบบการเข้ารหัสวีดิทัศน์ ยกตัวอย่างเช่น H.263, H.264/AVC และ HEVC เป็นต้น บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอการปกปิดความผิดพลาดที่ตัวถอดรหัสสำหรับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพ และทดสอบการเทคนิคการปกปิดความผิดพลาดที่ตัวถอดรหัส ที่อัตราการสูญเสียเฉลี่ย 1%, 5% และ 10% ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่า PSNR ลดลงที่อัตราการสูญเสียเฉลี่ยสูง

คำสำคัญ: HEVC, การปกปิดความผิดพลาด, ตัวถอดรหัส

Abstract

Nowadays, the send/receive video through the wireless channel is necessary for human communication. The bandwidth of wireless channel is limited, so the use of coding scheme to compress the video signal is necessary. The coding schemes to compress the video signal, such as H.263, H.264/AVC and HEVC are needed. This paper proposed an error concealment at decoder of High Efficiency Video Coding (HEVC) and tested the use of an error concealment technique at the decoder under NAL unit loss with average loss rate 1%, 5% and 10%. The experimental result shows the PSNR drop with high average loss rate.

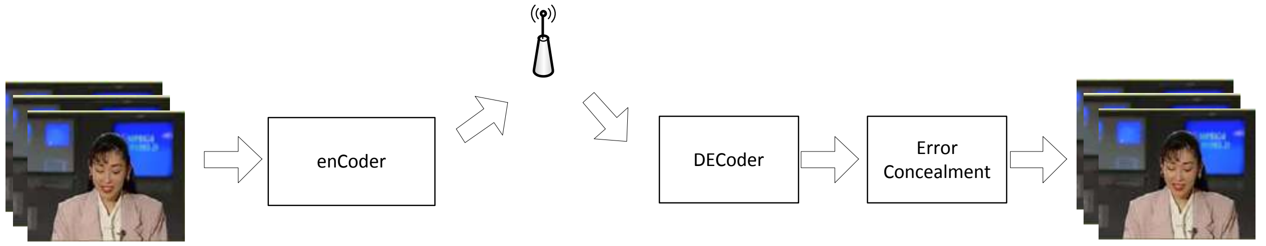
Keywords: HEVC, Error Concealment, Decoder

1. บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายมีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันมีการนำระบบสื่อสารไร้สายไปใช้รับ/ส่งข้อมูลสื่อประสม (Multimedia) เช่น ภาพนิ่ง เสียง และวีดิทัศน์ เป็นต้น ทั้งนี้ยังใช้การบีบอัดวีดิทัศน์ร่วมกับงานทางด้านสื่อสารไร้สายด้วย ยกตัวอย่างเช่น การประชุมทางวีดิทัศน์ (Video Conference) การกระจายวีดิทัศน์ตามคำขอ (Video Broadcasting) ระบบวีดิทัศน์ตรวจการณ์ (Video Surveillance) เป็นต้น เนื่องจากไฟล์วีดิทัศน์มีขนาดใหญ่และข้อจำกัดทางด้านแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไร้สาย ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การบีบอัดสัญญาณวีดิทัศน์เข้ามาช่วยในการรับ/ส่งผ่านช่องสัญญาณไร้สาย ข้อดีของการบีบอัดสัญญาณวีดิทัศน์หรือการเข้ารหัสวีดิทัศน์ (Video Coding) คือไฟล์วีดิทัศน์ที่ได้มีขนาดเล็กลง

มาตรฐานการเข้ารหัสวีดิทัศน์ ยกตัวอย่างเช่น H.263, H.264/AVC, H.265 หรือ HEVC เป็นต้น High Efficiency Video Coding (HEVC) เป็นมาตรฐานการเข้ารหัสวีดิทัศน์ใหม่ล่าสุด [1] ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง เหมาะกับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ที่มีความละเอียดสูง (High-Definition Video) และยังเหมาะสำหรับการนำไปใช้ร่วมกับระบบสื่อสารแบบไร้สาย ข้อดีของมาตรฐาน HEVC คือประสิทธิภาพในการบีบอัดดีกว่ามาตรฐานตัวอื่นๆ มาตรฐาน HEVCแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเข้ารหัส (Encoder) และการถอดรหัส (Decoder) อธิบายขั้นตอนในรูปที่ 1 ดังนี้

1) วีดิทัศน์ผ่านตัวเข้ารหัสวีดิทัศน์ จะได้ไฟล์วีดิทัศน์ที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งจะช่วยให้เวลาในการส่งข้อมูลน้อยลงด้วย
2) ส่งไฟล์วีดิทัศน์ที่ได้จากข้อ 1 ผ่านทางช่องสัญญาณ (Channel) อาจจะเป็นสื่อนำข้อมูลแบบมีสาย (Wired Media) หรือช่องสัญญาณไร้สาย (Wireless Channel) ก็ได้
3) รับไฟล์วีดิทัศน์จากช่องสัญญาณ ส่งเข้าต่อไปที่ตัวถอดรหัสวีดิทัศน์ ในกรณีที่เป็นการส่งสัญญาณผ่านช่องสัญญาณไร้สาย สัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับจะมีความผิดพลาด (Error) เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนการปกปิดความผิดพลาด (Error Concealment) เข้าไปช่วย



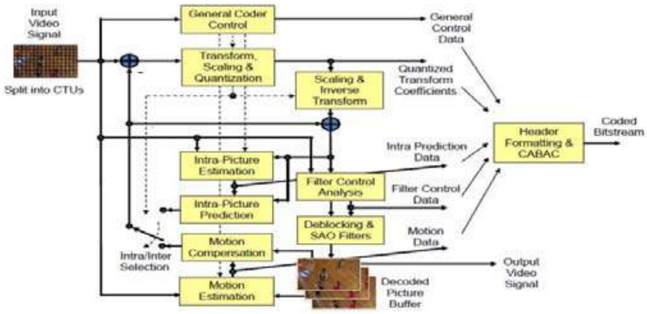
รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบการเข้ารหัสและถอดรหัสวีดิทัศน์

บทความวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ ส่วนแรกคือบทนำ จะกล่าวถึงที่มาและปัญหาที่ทำให้เกิดงานวิจัยนี้ ส่วนที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับมาตรฐานการเข้ารหัสประสิทธิภาพสูง (HEVC) และเทคนิคการปกปิดความผิดพลาด (Error Concealment) พร้อมทั้งสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) ส่วนที่ 3 กล่าวถึงเทคนิคการเข้ารหัสและถอดรหัสวีดิทัศน์ พร้อมทั้งผลการทดสอบระบบฯ และส่วนสุดท้ายคือบทสรุป

2. การเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Video Coding: HEVC)

2.1 มาตรฐานการเข้ารหัสประสิทธิภาพสูง

การเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง (HEVC) [1] เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า H.265 พัฒนาขึ้นโดยได้รับความร่วมมือระหว่าง ISO/IEC และ ITU-T Video Coding Experts Group การเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง (HEVC) เป็นมาตรฐานการบีบอัดไฟล์วีดิทัศน์ใหม่ล่าสุด ซึ่งมีอัตราการบีบอัดดีกว่ามาตรฐาน H.264/AVC ถึงสองเท่า แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของวีดิทัศน์ดีขึ้นและสามารถรองรับโทรทัศน์ความละเอียดสูง (High-Definition) วัตถุประสงค์หลักของการเข้ารหัสวีดิทัศน์ คืออัตราการบีบอัดข้อมูลสูงและใช้อัตราบิต (Bit Rate) น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ในขณะเดียวกัน ยังคงรักษาคุณภาพของวีดิทัศน์ไว้ที่ระดับเดิมได้ วิธีการวัดประสิทธิภาพการเข้ารหัสวีดิทัศน์มีอยู่สองวิธี คือ Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) และประเมินจากคุณภาพของวีดิทัศน์



รูปที่ 2 HEVC video encoder [2]

ขั้นตอนการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง ประกอบด้วย coder control, transform, scaling, quantization, intra/inter-prediction, motion estimation และ motion compensation ดังแสดงในรูปที่ 2

2.2 การปกปิดความผิดพลาด (Error Concealment)

เทคนิคการปกปิดความผิดพลาด แบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) การปกปิดความผิดพลาดเชิงพื้นที่ (Spatial Error Concealment) จะใช้ข้อมูลจากบล็อครอบข้างของเฟรมปัจจุบัน
2) การปกปิดความผิดพลาดเชิงเวลา (Temporal Error Concealment) จะใช้ข้อมูลจากเฟรมก่อนหน้า
3) การปกปิดความผิดพลาดแบบไฮบริด (Hybrid Error Concealment) เป็นวิธีที่ผสมผสาน ซึ่งจะใช้ข้อมูลจากเฟรมปัจจุบันและเฟรมก่อนหน้า

งานวิจัยที่ [3] นำเสนอวิธีการปกปิดความผิดพลาดแบบ Weighted Boundary Matching ซึ่งพิจารณา Block Partition Decision ของเฟรมก่อนหน้า งานวิจัยที่ [4] ใช้วิธีการปกปิดความผิดพลาด โดยพิจารณาจากค่า Motion-Compensated ส่วนงานวิจัย [5] นำเสนอเทคนิคการปกปิดความผิดพลาดแบบไฮบริด เมื่อ NAL unit แรก เกิดความเสียหาย ก็จะคัดลอกทั้งรูปภาพจากเฟรมก่อนหน้า ถ้าเป็น NAL unit อื่นๆ จะใช้ข้อมูลจากบล็อครอบข้างของเฟรมปัจจุบัน

3. การปกปิดความผิดพลาดสำหรับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง

3.1 เทคนิคการปกปิดความผิดพลาด

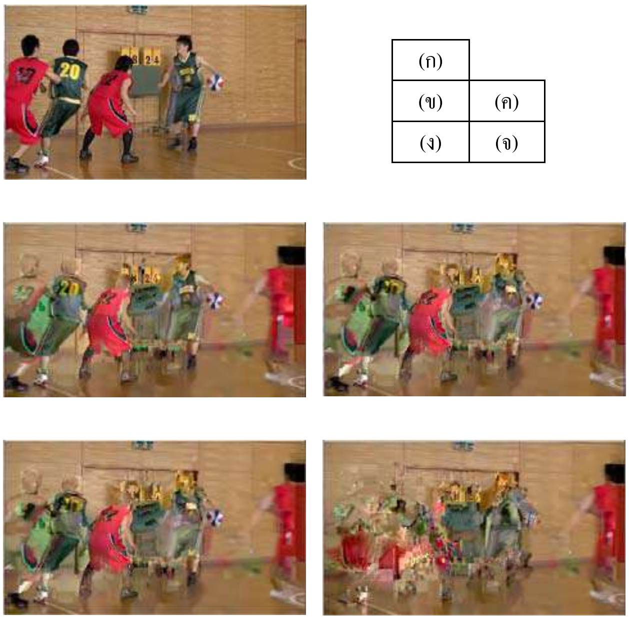
ขั้นตอนการเข้ารหัสและถอดรหัสวีดิทัศน์ ดังนี้

1) เข้ารหัสวีดิทัศน์โดยใช้ HEVC Test Model (HM15) สามารถ download ได้ฟรีจาก https://hevc.hhi.fraunhofer.de/
2) NAL Unit Loss Software [6] ใช้สำหรับจำลองช่องสัญญาณ
3) ขั้นตอนการถอดรหัสวีดิทัศน์ จะพบว่าข้อมูลบางส่วนเกิดสูญ-หายไป ในกรณีที่เป็นเฟรมแรกจะใช้วิธี weight averaging จาก

บล็อครอบๆ ข้าง ซึ่งเป็นการพิจารณาจากเฟรมปัจจุบัน แต่ถ้าเป็นเฟรมอื่นๆ เลือกใช้วิธีคัดลอกจากบล็อคที่เป็น co-located กัน ซึ่งเป็นการคัดลอกจากเฟรมก่อนหน้า

3.2 ผลการทดสอบ

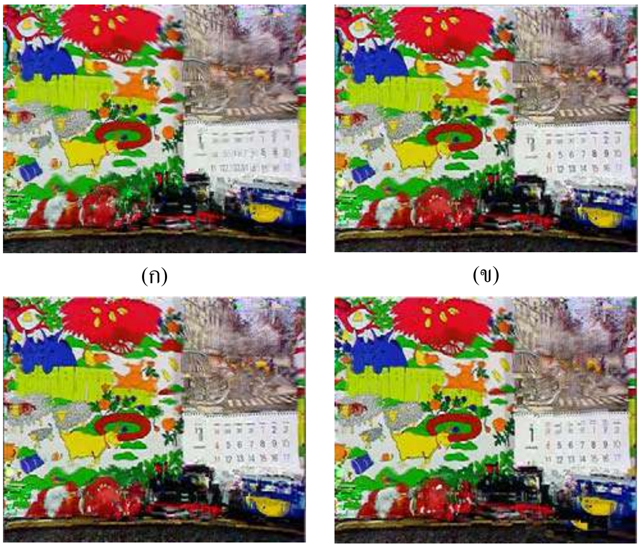
เลือกใช้ไฟล์วีดิทัศน์ BassketBallPass.yuv และ Mobile.yuv ในการทดสอบ โดยที่ BassketBallPass.yuv มีขนาด 416x240 พิกเซล ทำการเข้ารหัสทั้งหมด 300 เฟรม ส่วน Mobile.yuv มีขนาด 352x288 พิก-เซล ทำการเข้ารหัสทั้งหมด 200 เฟรม เข้ารหัสวีดิทัศน์ตามมาตรฐาน HEVC Test Model Version 15 และจำลองช่องสัญญาณโดยใช้ NAL Unit Loss Software [6]



รูปที่ 3 เฟรมที่ 180 ของ BasketballPass (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) - (จ) NAL unit loss 1%, 3%, 5% และ 10% ตามลำดับ

(ก) (ข)

รูปที่ 4 เฟรมที่ 156 ของ Mobile (ก) - (ข) NAL unit loss 1% และ 5% ตามลำดับ



(ค) (ง)

รูปที่ 5 เฟรมที่ 165 ของ Mobile (ก) - (ง) NAL unit loss 1%, 3%, 5% และ 10% ตามลำดับ

ตารางที่ 1 PSNR เฉลี่ยที่ NAL unit loss 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ

NAL unit loss	1%	5%	10%
BassketBallPass	26.26	25.79	24.97
Mobile	24.35	24.18	24.18

จากรูปที่ 3 แสดงเฉพาะเฟรมที่ 180 ของ BasketballPass เมื่อผ่านขั้นตอนการปกปิดความผิดพลาดแล้ว ส่วนรูปที่ 3 (ก) เป็นภาพต้นแบบก่อนการเข้ารหัส จากการมองภาพด้วยสายตา (Human Visual System) เห็นว่าเมื่ออัตราการสูญเสียสูง นั่นคือ เปอร์เซ็นต์ของ NAL unit loss สูง จะส่งผลให้คุณภาพของวีดิทัศน์ที่ได้ลดลง ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 3(จ) พบว่าไม่สามารถนับจำนวนนักบาสเกตบอลทางด้านซ้าย ซึ่งต่างจากรูปที่ 3(ข)-(ง) ที่เห็นว่ามีนักบาสเกตบอล 3 คนทางด้านซ้าย

รูปที่ 4 และรูปที่ 5 ทดสอบไฟล์วีดิทัศน์ Mobile เข้ารหัสจำนวน 200 เฟรม ทำการเปรียบเทียบเฟรมที่ 156 ที่ NAL unit loss 1% กับ 5% พบว่าที่ NAL unit loss 1% ภาพเกิดข้อผิดพลาด (error) เล็กน้อย นั่นคือบางส่วนของภาพเบลอ (Blur) แต่ที่ NAL unit loss 5% ภาพเกิดข้อผิดพลาด (error) สูง จึงเห็นว่าเทคนิคการปกปิดความผิดพลาดที่นำเสนอสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แนวทางพัฒนาต่อในอนาคต คือปรับปรุงเทคนิคการปกปิดความผิดพลาดแบบไฮบริด ที่สามารถเพิ่มคุณภาพของวีดิทัศน์ให้ดีขึ้น

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปผลได้ว่าค่า PSNR จะแปรผกผันกับเปอร์เซ็นต์ NAL unit loss เนื่องจากค่า PSNR สูงสุดที่ NAL unit loss 1% และที่ NAL unit loss 10% ค่า PSNR จะลดลง

4. สรุปผล

บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอเทคนิคการปกปิดความผิดพลาดแบบไฮบริดที่ตัวถอดรหัสสำหรับการเข้ารหัสวีดิทัศน์ประสิทธิภาพสูง และทดสอบที่อัตราการสูญเสียเฉลี่ย 1%, 3%, 5% และ 10% ผลการทดสอบเห็นว่า PSNR แปรผกผันกับอัตราการสูญเสีย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยและพัฒนาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ วจพ. 4/2558

เอกสารอ้างอิง

[1] J. R. Ohm and et. al., “Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards—Including High Efficiency Video Coding (HEVC),” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 22, No. 12, December 2012.

[2] H.Touzani and et. al., “Implementation analysis of HEVC encoding on Zynq platform under embedded Linux,” 2017 International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems, May 2017.

[3] Y. T. Peng and P. C. Cosman, “Weighted Boundary Matching Error Concealment for HEVC using Block Partition Decisions,” 48th Asilomar Conference on Signals, System and Computers, November 2014.

[4] Y. L. Chang and et. al., “Motion Compensated Error Concealment for HEVC Based on Block-Merging and Residual Energy,” 20th International Packet Video Workshop, December 2013.

[5] J. Nightingale and et. al., “The Impact of Network Impairment on Quality of Experience (QoE) in H.265/HEVC Video Streaming,” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 60, No. 2, May 2014.

[6] S. Wenger, “NAL Unit Loss Software,” JCT-VC Document, JCTVC-H0072, February 2012.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

A Sterilizers for Silk with Ultraviolet radiation

กมล บุญล้อม[1] ไกรสร แก้วจันทร์เป็ง[1] ธเนศ คณะดี[1] เสกสรร วงค์สม[1] ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์[1] อธิคม ศิริ[1] และ เสกสรรค์ วินยางค์กูล[2]

[1]วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

[2]วิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน โดยตัวเครื่องประกอบด้วยหลอดอัลตราไวโอเลตสำหรับฆ่าเชื้อโรคจำนวนสองชุด คือ ส่วนบนและส่วนล่าง ซึ่งการใช้งานจะวางผ้าไหมทอมือระหว่างส่วนบนและส่วนล่าง ส่วนบนสามารถยกเปิดปิดได้เพื่อง่ายต่อการ วางผ้าไหมทอมือ ตัวเครื่องจะมีส่วนแสดงผลและปุ่มสำหรับควบคุมการทำงาน โดยมีหลักการทำงาน คือ ส่วนควบคุมการทำงานจะควบคุมหลอดอัลตราไวโอเลตตามระดับความเข้มของพลังงานที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรคบนผ้าไหมทอมือ จากผลการเปรียบเทียบระยะเวลา และระดับความเข้มของรังสีในการฆ่าเชื้อโรค ที่ระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^2 พบว่า พบว่าเวลาในการฆ่าเชื้อโรคแต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากัน จำนวนการฆ่าเชื้อโรค 3 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 68.60% และ 73.72 % การฆ่าเชื้อโรค 5 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 74.31% และ 82.48 % และการฆ่าเชื้อโรค 7 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 84.67% และ 93.76 % ตามลำดับ โดยการออกแบบ และสร้างเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต โดยการฉายรังสี UV-C ที่ระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^2 สามารถลดปริมาณเชื้อได้โดยขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ และความเข้มของระดับรังสี UV-C

คำสำคัญ: ผ้าไหมทอมือ, การฆ่าเชื้อโรคผ้า ,รังสีอัลตราไวโอเลต

Abstract

A Sterilizer s for Silk with Ultraviolet radiation, device consists of ultraviolet light for disinfection of two sets of upper and lower parts. The use of Silk will be between the upper and lower parts. The upper part can be lifted off for easy putting Silk. The device will have a display and buttons for control. The working principle is the control unit to control ultraviolet density of lamps to kill germs on silk. The results of the comparison period and the intensity of radiation to kill germs at 1.6 and 3.2 kJ /m^2 .Found time to disinfect each time by 3 minutes is not the same disinfectant average, about 68.60% and 73.72%. Disinfection 5 minutes to kill germs average, approximately 74.31% and 82.48%, and disinfection with 7 minutes to kill germs average, approximately 84.67% and 93.76% respectively. By designing and building a Sterilizer for Silk with Ultraviolet radiation. The UV-C radiation at 1.6 and 3.2 kJ/m^2 can reduce the amount of bacteria, based on time spent and the intensity of the radiation UV-C.

Keywords: Silk, Sterilizers, Ultraviolet radiation

บทนำ

ภูมิปัญญาการทอผ้าไหมด้วยมือของไทยเป็นองค์ความรู้ ความสามารถและทักษะของคนไทยอันเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์มาอย่างยาวนาน ซึ่งการทอผ้าไหมของประเทศไทยในอดีตมีการทำในครัวเรือนเพื่อใช้เองหรือทำขึ้นเพื่อใช้ในงานพิธี โดยปัจจุบันผ้าไหมไทยเป็นสินค้าชุมชนที่ได้รับความนิยมจากคนไทยและชาวต่างชาติเพราะคุณภาพของผ้าไหมและเอกลักษณ์ลวดลายเฉพาะตัวของผ้าไหม

การทอผ้าด้วยมือต้องอาศัยความรู้ความชำนาญของผู้ทอและใช้เวลานานในการทอเนื่องจากการทอผ้ามีขั้นตอนและรายละเอียดมาก จากระยะเวลาการทอที่นานจึงทำให้ผ้าทอต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคก่อนจำหน่ายเพื่อให้ผู้ซื้อมีความมั่นใจในความปลอดภัยของผ้าทอปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตราย โดยทั่วไปชุมชนใช้วิธีการซักหรือตากแดดซึ่งอาจจะทำให้ผ้าไหมเกิดความเสียหายได้ คณะวิจัยจึงเกิดแนวคิดในการนำรังสีอัลตราไวโอเลตมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคของผ้าทอมือและออกแบบเครื่องให้เหมาะสมในการใช้งานในชุมชน

วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชนเป็นการพัฒนาออกแบบสร้างรูปแบบของการฆ่าเชื้อโรคโดยได้รวมเอารูปแบบกลไก และการควบคุมอัตโนมัติในทางวิศวกรรมเข้ามาช่วยในการพัฒนากระบวนการการฆ่าเชื้อโรคของผ้าไหมที่ผลิตภายในพื้นที่จังหวัดเชียงราย โดยมุ่งเน้นขั้นตอนของการของการใช้งานที่สะดวก และเหมาะสมกับผ้าไหมที่ผลิตภายในพื้นที่

การดำเนินงานโครงการวิจัยเรื่องเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ คือ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง, ออกแบบระบบเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต, สร้างระบบเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต, ทดลองการทำงานและปรับปรุงเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต, ทำการเก็บข้อมูลในการทดลองเพื่อให้ค่าที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรคบนผ้าไหมทอมือ, นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทำการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวัดผลเชื้อโรค โดยเน้นเชื้อแบคทีเรียของสิ่งทอได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli และ Staphylococcus auresus (แบคทีเรียที่เกิดขึ้นในผ้าจะมีแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้รวมกันอยู่)โดยจำทำการวัดการเจริญเติบโตของเชื้อจากมาตรฐาน AATCC 147 โดยการตัดผ้าที่ต้องการทดสอบเชื้อขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 20±1 mm. โดยทำการทดสอบจำนวนตัวอย่างจำนวน 100 ตัวอย่าง ซึ่งจะนำผ่านเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดการขยายของเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใส เพื่อตรวจสอบอัตราการฆ่าเชื้อของเครื่องที่เวลา และระดับของการฉายรังสีที่เกิดขึ้น

ผลการศึกษา

ขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยการทำงานของเครื่องเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน มีการทำงานโดยเริ่มจากการตั้งเวลาในการฆ่าเชื้อ แล้วทำการกดเริ่มการทำงาน เครื่องจะฆ่าเชื้อโรคตามเวลาที่เรากำหนด และจะหยุดทำงานสิ้นสุดการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 การทำงานของเครื่องเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

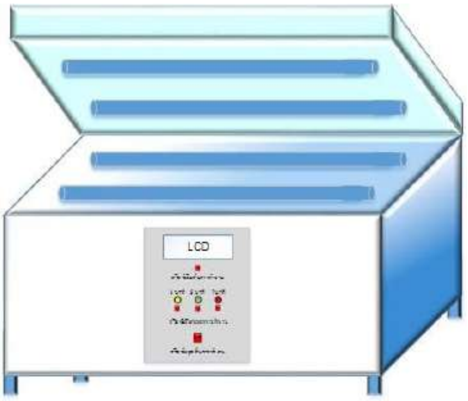
เครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชนที่ได้ทำการออกแบบ และสร้างมีลักษณะดังรูปที่ 2

คุณสมบัติที่ของเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

ในการออกแบบใช้รังสี UV-C ที่ระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^2 โดย ระดับ 1.6 จะทำการเปิดหลอดจำนวน 2 หลอดด้านบนกับด้านล่างในระยะที่ตรงกัน ส่วนที่ระดับ 3.2 จะทำการเปิดหลอดจำนวน 4 หลอด ก่อนใช้เครื่อง ต้องอุ่นเครื่องประมาณ 2 นาที โดยดูที่อุปกรณ์หน่วยเวลาเพื่อใช้ระหว่างเวลาอุ่นเครื่อง และมีระบบควบคุมเวลาในการทำงานของเครื่อง พร้อมทั้งมีระบบสัญญาณเตือนให้รู้ขณะเครื่องทำงาน

รูปที่ 2 เครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน

โดยตัวเครื่องประกอบด้วยหลอดอัลตราไวโอเลตสำหรับฆ่าเชื้อโรคจำนวนสี่ชุด คือ ส่วนบน 2 หลอด และส่วนล่าง 2 หลอด ซึ่งการใช้งานจะวางผ้าไหมทอมือระหว่างส่วนบนและส่วนล่าง ส่วนบนสามารถยกเปิดปิดได้เพื่อง่ายต่อการ วางผ้าไหมทอมือ ตัวเครื่องจะมีส่วนแสดงผลและปุ่มสำหรับควบคุมการทำงาน โดยมีหลักการทำงาน คือ ส่วนควบคุมการทำงานจะควบคุมหลอดอัลตราไวโอเลตตามระดับความเข้มของพลังงานที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรคบนผ้าไหมทอมือ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงระบบเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับชุมชน

วิจารณ์และสรุปผล

จากตารางที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นถึงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรค ของการฉายรังสี UV-C ที่ระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^2 พบว่าเวลาในการฆ่าเชื้อโรคแต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากัน จำนวนการฆ่าเชื้อโรค 3 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 68.60% และ 73.72 % การฆ่าเชื้อโรค 5 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 74.31% และ 82.48 % และการฆ่าเชื้อโรค 7 นาที มีการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ยแล้วประมาณ 84.67% และ 93.76 % ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรคที่ระดับ 1.6 kJ/m^2

ลำดับที่	เวลา (นาที)	จำนวนการฆ่าเชื้อโรค (100%)			จำนวนการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ย (100%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	3	67.28	68.45	70.09	68.60
2	5	73.44	75.21	74.28	74.31
3	7	83.56	85.27	85.19	84.67

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรคที่ระดับ 3.2 kJ/m^2

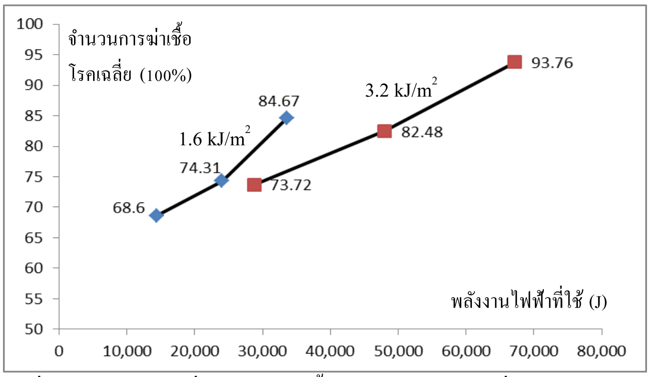
ลำดับที่	เวลา (นาที)	จำนวนการฆ่าเชื้อโรค (100%)			จำนวนการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ย (100%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	3	68.75	75.50	75.90	73.72
2	5	85.20	80.75	82.50	82.48
3	7	90.75	95.55	94.99	93.76

โดยการออกแบบ และสร้างเครื่องฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมทอมือด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต โดยการฉายรังสี UV-C ที่ระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^2 สามารถลดปริมาณเชื้อได้โดยขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ และความเข้มของระดับรังสี UV-C

ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมโดยระดับ 1.6 และ 3.2 kJ/m^{2}ที่เวลาต่างกันสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 4

ตารางที่ 3 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหม

ระดับ	เวลา (วินาที)	จำนวนการฆ่าเชื้อโรคเฉลี่ย (100%)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (J)
1.6	180	68.60	14,400
1.6	300	74.31	24,000
1.6	420	84.67	33,600
3.2	180	73.72	28,800
3.2	300	82.48	48,000
3.2	420	93.76	67,200



รูปที่ 4 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับผ้าไหมที่ระดับ 1.6 แล 3.2 kJ/m^2

ข้อเสนอแนะ

ขนาดของเครื่องจำกัดโดยพื้นที่ในการติดตั้งหลอด และการเคลื่อนที่ของหลอดเคลื่อนตัวได้ค่อนข้างยาก และควรติดอุปกรณ์เตือนเพื่อป้องกันการรั่วออกของรังสีขณะใช้งาน และประสิทธิภาพของการฉายรังสียูวีของเครื่องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ผ้าไหม โดยจะสามารถฆ่าเชื้อที่เกิดขึ้นได้ที่บริเวณผิวของชิ้นงานเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

[1] CIBA Specialty Chemicals, "UV Curing: Technical principle and mechanism", www.cibasc.com, 2004.

[2] Michael Honig, Marie-Luise Bopp, "Ultraviolet Radiation Basics and Technology", Industrial Process Technology, Heraeus Noblelight GmbH, 2003.

[3] Bakowska, A., Kucharska, A.Z. and Oszmianski, The effects of heating.UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin–polyphenol copigment complex. Food Chemistry. 81: 349–355. 2003.

[4] บ. ดีเอ็นเอ เคมีคอล เฮาส์ จำกัด, "ช้อนสะอาดด้วยระบบอัลตร้าไวโอเลต (VIOTECHE)", คำขอจดสิทธิบัตรเลขที่ 1301005924, 2557.

[5] ณัฏฐา รัชตะพาวิน, "ปริมาณแสงที่มนุษย์ได้รับตามธรรมชาติ", โรงพยาบาลศิริราช, 2543.

[6] วิชิต ลีนุตพงษ์, "ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแสงและปฏิกิริยาต่อผิวหนัง". โรงพยาบาลศิริราช, 2543.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบสารสนเทศบนเว็บและแอนดรอยด์สำหรับคลินิกผู้มีบุตรยาก

A Web-based Application and Android Application for Fertility Clinic

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ และ วรรณิศา หมวดชนะ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

การรักษาผู้มีบุตรยากมีขั้นตอนที่ละเอียดอ่อนและ ผู้ป่วยต้องดำเนินการตามคำแนะนำของแพทย์อย่างเคร่งครัด เช่นการบันทึกวันที่มีรอบเดือน การทานยา การเข้ารับการตรวจจากแพทย์ และการเตรียมตัวเข้ารับการรักษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับคลินิกผู้มีบุตรยากขึ้นเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถบันทึกช่วงเวลาการมีประจำเดือน แล้วคำนวณวันตกไข่ แจ้งเตือนการทานยา ค้นหาบทความในระบบที่เกี่ยวข้องกับการมีบุตรยาก นัดวันเวลาพบแพทย์ของคลินิกได้ โดยผู้ป่วยสามารถใช้งานระบบได้ผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษา Java และ XML และเรียกใช้งาน Google Account และ Google Calendar เพื่อเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับปฏิทิน ส่วนข้อมูลบทความจะดึงมาจากเครื่องแม่ข่ายของระบบในรูปแบบของ JSON ผ่าน Web Service ในขณะที่ผู้ดูแลคลินิกสามารถใช้งานผ่านเว็บ โดยสามารถเพิ่ม แก้ไข และลบบทความและดูเวลานัดหมายคนไข้ได้ผ่าน Google Calendar

คำสำคัญ: มีบุตรยาก การแพทย์ คลีนิก แอนดรอยด์ ปฏิทิน

Abstract

People with Fertility problem requires very detailed treatment process. They must follow the doctor directions strictly, for example, recording PMS days, taking medication and preparation before treatment. Therefore, we develop an Information System for Fertility Clinic. The patient can record their PMS days, calculate fertility days, get medication notifications, search for related article in the system, make an appointment with the doctor. The patient can use the system via an Android application, developed with Java and XML with Google Account and Google Calendar API for calendar related data. The article in the Android application are requested via the system's Web Service in form of JSON. On the other hand, the clinic's administrator can use the system via the web. She can add, edit, and delete all articles, and check for all appointments in Google Calendar.

Keywords: Fertility, Clinic, Android, Calendar

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนมากขึ้น โดยเฉพาะสมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในทุกเพศทุกวัย เนื่องจากว่าสมาร์ทโฟนมีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลาย ใช้งานง่ายและอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในหลายๆ ด้าน

ประชากรไทยมีแนวโน้มลดลงตลอดหลายปีที่ผ่านมา และประชากรผู้สูงอายุมีสัดส่วนที่มากขึ้น การมีบุตรยากจึงเป็นปัญหาสำคัญของประเทศในปัจจุบัน เนื่องจากหากผู้ที่มีฐานะดีไม่สามารถมีบุตรได้ ทำให้ประชากรรุ่นใหม่ที่มีคุณภาพมีจำนวนน้อยไปด้วย แต่การรักษาผู้ป่วยที่มีบุตรยาก ต้องใช้การรักษาที่ใกล้ชิด ประกอบกับผู้ป่วยต้องดูแลตนเองอย่างเคร่งครัด ได้แก่ การบันทึกวันเวลาที่มีประจำเดือน การมีเพศสัมพันธ์ในวันที่ไข่ตก การทานยาให้ตรงเวลาและครบถ้วน การพบแพทย์สม่ำเสมอ และทำการรักษาด้วยวิธีอื่น ๆ ตามที่แพทย์เห็นเหมาะสม

ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยในการอำนวยสะดวกให้กับแพทย์ และผู้ป่วยในคลินิกผู้มีบุตรยาก เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการทำการรักษาและให้ข้อมูลกับผู้ป่วย เพื่อคำแนะนำวิธีการรักษา หรือให้ข้อมูลในการรักษาเบื้องต้นอย่างถูกวิธี และการค้นหาวิธีรักษาได้ด้วยตนเอง มีการกรอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการดูแลและรักษาการมีบุตรยาก และมีการแจ้งเตือนการทานยาสำหรับผู้ใช้งาน

ผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ เพื่อให้ใช้งานและเข้าถึงได้ง่าย โดยผู้ป่วยจะต้องทำการสมัครสมาชิกในระบบ Google ก่อน แล้วเข้าสู่ระบบของคลินิก ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมีบุตร สามารถดูปฏิทินและทำเครื่องหมาย วันแรกเริ่มของการมีรอบเดือนและวันสิ้นสุดของรอบเดือนและโปรแกรมจะแสดงวันไข่ตกในปฏิทินให้อัตโนมัติ นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังมีการแจ้งเตือนการทานยา สำหรับเพื่อความสะดวกในการทานยาให้ครบถ้วนอีกด้วย

2. งานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Google Plus API

Google Plus API [1] หรือ Google + เป็นการขอใช้บริการของ Google Plus ผ่าน Google API ซึ่งก็คือ ช่องทางหนึ่งที่จะเชื่อมต่อกับเว็บผู้ให้บริการ ซึ่งจะเป็นการขอใช้การบริการล็อกอินและสมัคร Google Account

2.2 Google calendar API

Google calendar API [2] เป็นการขอใช้บริการของ Google Calendar ผ่าน Google API ซึ่งทำให้สามารถสร้าง application เพื่อเข้าถึงหรือแก้ไขข้อมูล Google Calendar ได้อย่างง่ายมากขึ้น

2.3 ผลงานที่เกี่ยวข้อง

แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์แอนดรอยด์ที่เกี่ยวข้องกับการมีประจำเดือนบ[3] ได้แก่ "ปฏิทินการตกไข่ Ladytimer" เป็นแอปที่ใช้เตรียมพร้อมสำหรับเข้าสู่การมีรอบเดือนในทุกๆเดือน เพื่อคำนวณและคาดคะเนรอบเดือน สำหรับการเพิ่มความถูกต้อง ใส่อุณหภูมิปัจจุบันของร่างกายเพื่อทำให้แอปจับการตกไข่ ใส่และติดตามอาการ อารมณ์ การบันทึก น้ำหนัก การทดสอบการตกไข่ และอื่นๆสำหรับทุกๆวัน และสามารถแชทกับผู้ใช้งานท่านอื่นด้วยโปรแกรม Ladytimer

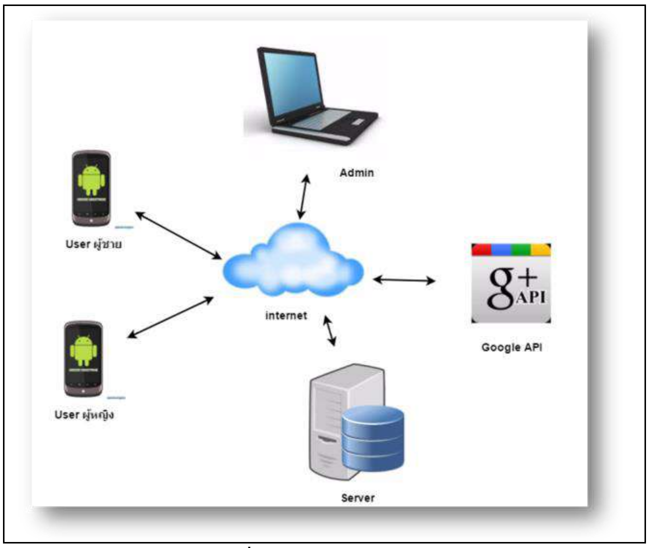
แอปพลิเคชัน "Period Tracker Lite" สามารถคำนวณวันที่จะมีประจำเดือนครั้งต่อไป รวมทั้งวันตกไข่และวันไข่สุกได้

2.4 Bootstrap

Bootstrap[4] เป็น Front-end Framework ที่ช่วยให้สร้างเว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และง่ายต่อการใช้งาน Bootstrap ประกอบไปด้วย CSS, Component และ JavaScript Plugin ซึ่งทำให้ Bootstrap เรียกใช้งานได้อย่างหลากหลาย และ Bootstrap ยังรองรับการทำงานแบบ Responsive Web ซึ่งรองรับการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ทั้งบน มือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ทั่วไป Bootstrap ถูกพัฒนาขึ้นจากกลุ่มนักพัฒนาที่มาจากทั่วโลก ซึ่งมีการพัฒนา แก้ไขปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อทำให้สามารถรองรับการทำงานได้อย่างทันสมัย

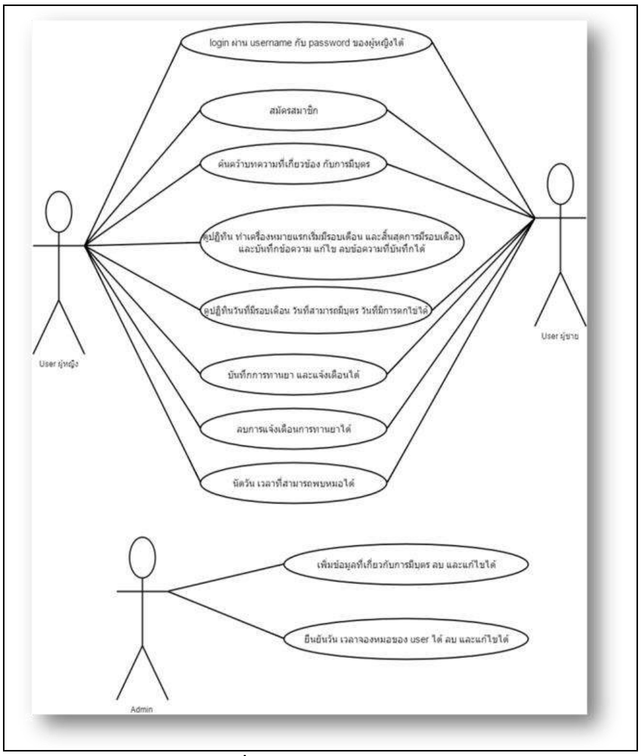
3. การออกแบบและพัฒนา

ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเว็บแอปพลิเคชัน และแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยมีภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1 โดยมีผู้ใช้ที่เป็นผู้ชายและผู้หญิงใช้งานระบบบนแอนดรอยด์ที่ใช้ Google Account เดียวกัน พัฒนาด้วยภาษา Java, XML และเรียกใช้ Google Plus API และ Google Calendar API ส่วนฝั่งเว็บที่พัฒนาขึ้นทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบ 3-tier ด้วย PHP, jQuery, Bootstrap และใช้ฐานข้อมูล MySQL ซึ่งส่งข้อมูลให้ฝั่งแอนดรอยด์เป็น JSON ผ่าน Web Service



รูปที่ 1 แผนรวมของระบบ

รูปที่ 2 แสดงแผนภาพ Use-case ของระบบ ที่มีการแบ่งผู้ใช้งานระบบเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ผู้ใช้งานที่เป็นผู้หญิง ผู้ใช้งานผู้ชายและผู้ดูแลระบบ โดยผู้ใช้งานผู้หญิงและผู้ชายสามารถค้นคว้าบทความ ดูปฏิทินวันที่มีรอบเดือน และวันไข่ตก บันทึกการทานยา และนัดแพทย์ได้ แต่ผู้ใช้ผู้หญิงจะสามารถบันทึกวันที่มีรอบเดือนได้ด้วย ส่วนผู้ดูแลระบบสามารถจัดการบทความเกี่ยวกับการมีบุตรยาก และจัดการปฏิทินนัดแพทย์ได้



รูปที่ 2 แผนภาพ Use-Case

4. ผลการทดสอบระบบ

เราได้ทดสอบการทำงานของระบบแอนดรอย์และเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเปิดแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โปรแกรมจะแสดงหน้าโลโก้ของระบบดังแสดงในรูปที่ 3 ซ้าย และจะให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบด้วย Google Account จากนั้นโปรแกรมจะแสดงเมนูหลักดังรูปที่ 3 ขวา เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูบันทึกการตกไข่ โปรแกรมจะแสดงเมนูให้เลือกบันทึกวันเริ่มมีประจำเดือน หรือวันสิ้นสุดการมีประจำเดือน ดังแสดงในรูปที่ 4 ซ้าย และเมื่อผู้ใช้เลือกบันทึกวันเริ่มมีประจำเดือน โปรแกรมจะแสดงฟอร์มให้กรอกวันที่ที่มีประจำเดือนให้กรอก และกดปุ่มบันทึก ข้อมูลก็จะไปบันทึกในปฏิทิน Google Calendar ของผู้ใช้ ส่วนการกรอกวันสิ้นสุดการมีประจำเดือน ก็จะใช้วิธีการเดียวกัน

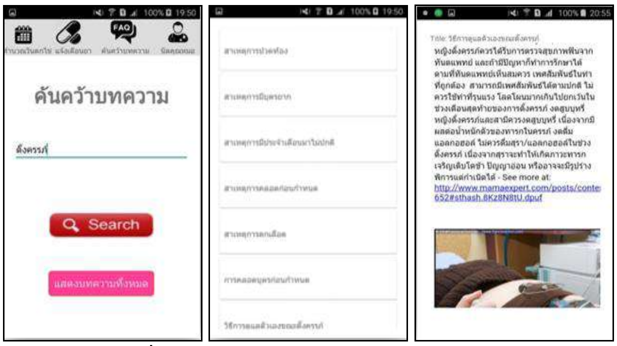
รูปที่ 3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าเมนูหลัก

รูปที่ 4 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าบันทึกวันที่มีรอบเดือน

รูปที่ 5 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าบันทึกเวลาทานยาเพื่อแจ้งเตือน

รูปที่ 5 แสดงหน้าจอส่วนบันทึกเวลาทานยาเพื่อแจ้งเตือน ผู้ใช้สามารถระบุวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดการทานยา และบันทึกเวลาทานยาได้ 4 เวลาต่อวัน ซึ่งไม่จำเป็นต้องบันทึกครบ 4 เวลาก็ได้ตามที่แพทย์สั่งยานั้น เมื่อผู้ใช้กดปุ่มบันทึก เวลาทานยาทั้งหมดก็จะบันทึกลงในทุกวันตั้งแต่วันเริ่มต้นถึงวันสิ้นสุดใน Google Calendar ของผู้ใช้ ทำให้เมื่อถึงเวลาทานยา โทรศัพท์จะแจ้งเตือนโดย Google Calendar อัตโนมัติ

รูปที่ 6 ซ้าย แสดงหน้าจอค้นคว้าบทความ เมื่อผู้ใช้กรอกคำสำคัญ ระบบจะส่งคำสำคัญไปค้นหาในฐานข้อมูล และส่งบทความที่มีคำนั้นมาแสดงในรูปแบบรายการ ดังแสดงในรูปที่ 6 กลาง เมื่อคลิกที่รายการหนึ่ง โปรแกรมจะแสดงบทความทั้งหมดดังรูปที่ 6 ขวา



รูปที่ 6 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าค้นคว้าบทความ

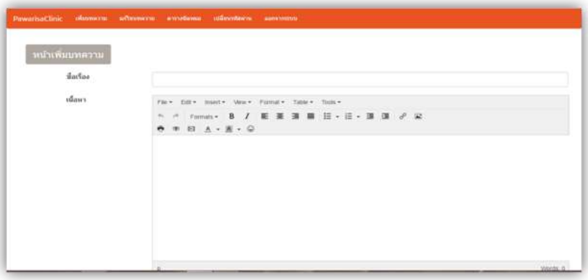
รูปที่ 7 แสดงหน้าจอปฏิทินเพื่อนัดคุณหมอซึ่งเป็นเว็บลิ้งค์ของ Google Calendar ของคุณหมอ ซึ่งเป็น Business Account ที่สามารถกำหนดเวลานัดที่ Calendar Account ได้โดยตรง ให้เป็นช่วงที่คุณหมอสะดวก ช่วงละ 15 นาทีได้ และผู้ป่วยสามารถเข้ามาคลิกเลือกที่ปุ่มสีเทาตามวันเวลาที่ต้องการนัดได้ทันที โดยคุณหมอไม่ต้องตอบกลับ และผู้ป่วยอื่นก็สามารถมองเห็นได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวคุณหมอไม่ว่างแล้ว

รูปที่ 7 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้านัดคุณหมอ

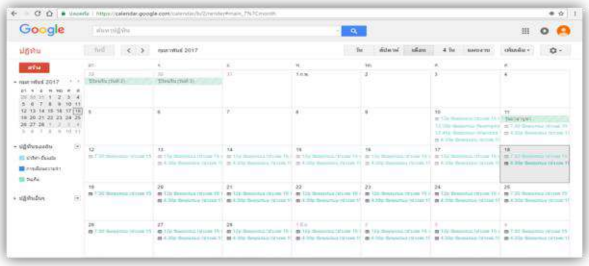
รูปที่ 8 แสดงหน้าจอเว็บหลังจากผู้ใช้ที่เป็นผู้ดูแลระบบล็อกอินเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงเมนูให้เลือก ซึ่งผู้ใช้

สามารถเพิ่มบทความ แก้ไขบทความ ดูข้อมูลการนัดหมอได้ รูปที่ 9 แสดงหน้าจอเว็บในการเพิ่มบทความ ผู้ใช้สามารถใส่เนื้อหาในรูปแบบ HTML ได้ ส่วนรูปที่ 10 แสดงหน้าจอ Google Calendar ของคุณหมอ ซึ่งผู้ดูและระบบสามารถดูการนัดหมายคุณหมอในปฏิทินได้

รูปที่ 8 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าเว็บเมนูหลัก



รูปที่ 9 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าเว็บเพื่อเพิ่มบทความ



รูปที่ 10 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าปฏิทินของคุณหมอ

จากการทดสอบประสิทธิภาพทางเวลาของระบบเว็บที่สร้างขึ้น เวลาเฉลี่ยที่ใช้งานในทุกหน้าเว็บ ใช้เวลาไม่เกิน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ผู้ใช้งานเว็บยอมรับได้ [5]

5. สรุป

บทความนี้กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศบนเว็บและแอนดรอยด์สำหรับคลินิกผู้มีบุตรยาก โดยแอนดรอยด์แอปพลิเคชันถูกพัฒนาด้วย Java, XML, Google Plus API และ Google Calendar API ส่วนระบบเว็บถูกพัฒนาขึ้นด้วย PHP, jQuery, Bootstrap และ ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL จากผลการทดสอบระบบพบว่า แอนดรอยด์แอปพลิเคชันสามารถทำงานตามหน้าที่ได้ถูกต้อง ทั้งการบันทึกวันตกไข่ บันทึกการแจ้งเตือนการทานยา ค้นคว้าบทความ และการนัดคุณหมอ ส่วนระบบเว็บสามารถจัดการบทความ และลิงค์ไปยัง Google Calendar ของคุณหมอได้อย่างถูกต้อง ระบบนี้สามารถใช้งานเพื่อช่วยให้ผู้มีบุตรยากได้รับการรักษาจากแพทย์และปฏิบัติตนได้อย่างเคร่งครัด โดยทุกหน้าเว็บสามารถทำงานได้โดยเฉลี่ยภายใน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาตอบกลับที่ผู้ใช้งานเว็บสามารถยอมรับได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณปวริศาคลินิก จ.สุพรรณบุรี เป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์ความต้องการผู้ใช้ คำแนะนำที่มีค่ายิ่ง และความรู้เกี่ยวกับผู้มีบุตรยากที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] Google Developers. “Google+ API Google+ Platform for Web” [online] Retrieved from: https://developers.google.com/+/web/api/rest/.

[2] Google Developers. “Google Calendar API” [online] Retrieved from: https://developers.google.com/google-apps/calendar/.

[3] Google Play. [online] Retrieved from: June 5, 2015, from: http://play.google.com/.

[4] “Bootstrap: The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework.” [online] Retrieved from: http://getbootstrap.com/

[5] Kissmetrics (2011) How loading time affects your bottom line. Retrieved (27 สิงหาคม 2559), from: https://blog.kissmetrics.com/loading-time/

เครื่องช่วยเดิน

Walking Assist

กรภัทร เฉลิมวงศ์[1] และ กระวี อนนตรี[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา E-mail: hatyai_34@hotmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา E-mail: kravee@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการทำกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยที่ป่วยเป็นอัมพาตครึ่งซีกอันเนื่องมาจากโรคเส้นหลอดเลือดในสมองซึ่งการทำกายบำบัดนั้นจำเป็นจะต้องมีทีมแพทย์หรือนักกายบำบัดคอยดูแลออย่างใกล้ชิดและกระบวนการทำกายภาพบำบัดในปัจจุบันยังมีความเสี่ยงภายในกระบวนการเนื่องจากการกายภาพบำบัดนั้นผู้ทำกายภาพบำบัดจะเดินด้วยตนเองโดยอาศัยราวคู่และมีเพียงทีมแพทย์ผู้เชี่ยวชาญคอยระวังการล้มของผู้ป่วย ทำให้ระหว่างที่ผู้ป่วยทำการเดินกายภาพบำบัดนั้นอาจเกิดความเสี่ยงในการล้มหรือพลาดเป็นสาเหตุทำให้อาการทรุดหนักลงกว่าเดิม การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการออกแบบและการสร้างเครื่องช่วยเดินสำหรับการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำกายภาพบำบัดให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และเพื่อหาความพึงพอใจของผู้ป่วยเมื่อใช้เครื่องช่วยเดินกายภาพบำบัด เมื่อนำเครื่องไปทดสอบใช้งานพบว่ามีการพัฒนาขึ้นในด้าน ความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการทำกายภาพบำบัด โดยผลคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบและการสร้างเครื่อง (ค่าเฉลี่ย = 4.40) และผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องช่วยเดินอยู่ในระดับดีมากในด้านการออกแบบและการสร้างเครื่อง (ค่าเฉลี่ย = 4.25) ส่วนต่อมามีค่าเฉลี่ยรวมด้านคู่มือประกอบการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย = 4.40) และในส่วนสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยรวมความพึงพอใจด้านประโยชน์ของผู้ใช้งานโดยมี (ค่าเฉลี่ย = 3.93) สรุปได้ว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ด้าน เครื่องสามารถที่จะใช้งานได้จริงให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: เครื่องช่วยเดิน, เครื่องช่วยพยุง, โรคหลอดเลือดในสมอง, การทำกายภาพบำบัด

Abstract

Currently physical therapy for patients with hemiplegia due to cerebrovascular disease, which requires physiotherapists or physiotherapists to closely supervise and physiotherapy procedures. At present, there is a risk in the process of physiotherapy that physiotherapists walk on their own in pairs, and only a team of medical specialists watches over the fall of the patient. During the course of physical therapy, the risk of falling or falling causes the patient to fall deeper. This research is aimed at Study design and construction of pedicure for hemiplegic hemiplegic physical therapy to enhance the effectiveness of physical therapy to be more secure. And to find the satisfaction of the patient when using a physiotherapist the machine to test the use has been developed in the field. Safety and comfort in physical therapy by the total average score received from experts in the machine design and construction. (average = 4.40) good walking comfort in the design and construction (average = 4.25) The mean value of the user manual (average = 4.40) and the mean of the satisfaction of the users (average = 3.93) The result reveal user is satisfied with the machine is very level in all three aspects, the machine can be used to provide real user comfort.

Keywords: Walking assist, Suspensory assist, Stroke, Gait training

1. บทนำ

ปัจจุบันมีผู้ป่วยด้านการเคลื่อนไหวเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยมีหลายสาเหตุด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเสื่อมสภาพของร่างกาย รวมถึงโรคต่างๆทางสมอง [1] เช่น โรคหลอดเลือดสมองอันเป็นสาเหตุให้เกิดอาการอัมพาตครึ่งซีก ที่สมองไม่สามารถสั่งการร่างกายได้ด้านใดด้านหนึ่ง ส่วนใหญ่จะเกิดกับผู้มีอายุมากกว่า 45 ปีขึ้นไป [2] โดยในประเทศไทยนั้น มีอัตราการเกิดโรค 690 คนต่อประชากร 1 แสนคน หรือมีผู้ป่วยในประเทศไทยประมาณ 496,800 คน ยังมีประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคมากกว่า 10 ล้านคน และในกรณีผู้สูงอายุการเคลื่อนไหวก็ไม่คล่องตัวเท่าที่ควรจำเป็นจะต้องมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ[3] เช่น เครื่องช่วยเดิน

จากการลงพื้นที่ ณ.ศูนย์สุขภาพ ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาเกี่ยวกับการเดิน เช่น อัมพฤกษ์ อัมพาต ปวดเมื่อย และผู้สูงอายุมีอาการเดินไม่สะดวก จากการสอบถาม

ผู้เข้ารับการรักษาพบว่าหลังจากเข้ารับการรักษาแล้ว แพทย์แผนไทยจะให้ผู้ป่วยหัดเดินกายภาพด้วยตนเองโดยมีเครื่องกายภาพแบบราวคู่

รูปที่ 1 การฝึกเดินของผู้ป่วยแบบราวคู่

ซึ่งจากการสอบถามปัญหาการใช้งานกับผู้ป่วยพบว่า การฝึกเดินค่อนข้างจะลำบากเพราะต้องคอยประคองมือไม่ให้น้ำหนักตัวทิ้งลงที่เท้ามากเกินไป และในกรณีที่เดินสุดขอบแล้วต้องหันกลับตัวในการเดินใหม่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการกายภาพบำบัด ผู้วิจัยจึงพยามค้นหาเครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบันว่ามีเครื่องมือชนิดไหนที่ช่วยให้ผู้ป่วยฝึกเดินได้ง่ายและสะดวก ผลปรากฏว่ามีเครื่องช่วยเดินที่ผลิตในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ยี่ห้อ LOKOMAT [4]ในราคาห้าแสนฟรังค์ 500,000 CHF หรือคิดเป็นเงินไทยประมาณ 17-18 ล้านบาทซึ่งเป็นราคาที่สูง

รูปที่ 2 เครื่องช่วยเดินจากต่างประเทศ

จากปัญหาด้านราคาผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องช่วยเดิน ให้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดินหรือผู้สูงอายุที่ต้องการฝึกเดินหรือออกกำลังกายที่มีราคาที่ไม่สูงมากนักและสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก การทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยส่วนใหญ่จะฟื้นตัวภายใน 3-6 เดือนแรก การฟื้นตัวจะเร็วในช่วง 1-3 เดือนแรก ในระยะแรกผู้ป่วยจะได้รับการนวด และยืดกล้ามเนื้อโดยนักกายภาพบำบัด ก่อนที่จะมาหัดเดิน เริ่มจากการใช้ราวคู่ แต่จะเป็นปัญหาค่อนข้างมากในส่วนของตัวผู้ป่วยเองและนักกายภาพบำบัด เนื่องจากในกรณีที่ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทค่อนข้างหนัก ผู้ป่วยจะทรงตัวไม่ได้ ทำให้ต้องใช้นักกายภาพบำบัดมากกว่าสองคน ในการพยุงตัวผู้ป่วยเพื่อเดิน หรือยืนและขณะหัดเดินบนราวคู่ บางครั้งก็ไม่สามารถทำได้เนื่องจากข้อจำกัดของผู้ป่วย(อาการของโรค) รวมถึงข้อจำกัดของตัวนักกายภาพเอง

งานวิจัยนี้จึงเน้นการออกแบบอุปกรณ์ทำกายภาพบำบัดการเดินที่คนส่วนใหญ่ในประเทศสามารถเข้าถึงได้ง่ายทั้งในด้านราคา การใช้งาน และคุณภาพของเครื่อง โดยการออกแบบมีแนวคิดมาจาก เครื่องออกกำลังกายประเภท ลู่วิ่ง ที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่เสมือนการเดิน มาประยุกต์ใช้ในการจัดท่าทางการเคลื่อนไหว

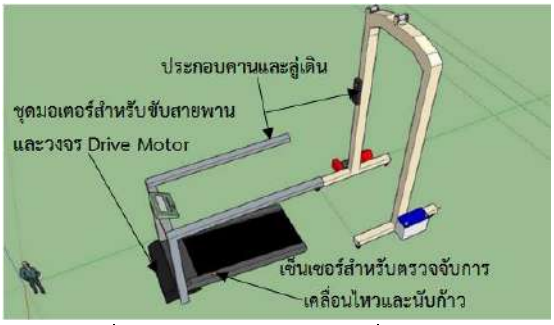
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องช่วยเดินสำหรับการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก

2.เพื่อการศึกษาความพึงพอใจของเครื่องช่วยเดินในด้านต่างๆ คือด้านการออกแบบและการสร้างเครื่อง ด้านการใช้งานเครื่องและด้านคู่มือประกอบการใช้งาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

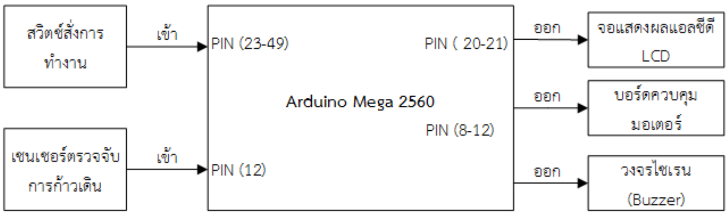
3.1 กรอบแนวคิดการทำงานของเครื่องช่วยเดิน



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องช่วยเดิน

3.2 การออกแบบและระบบการทำงานของเครื่องช่วยเดิน

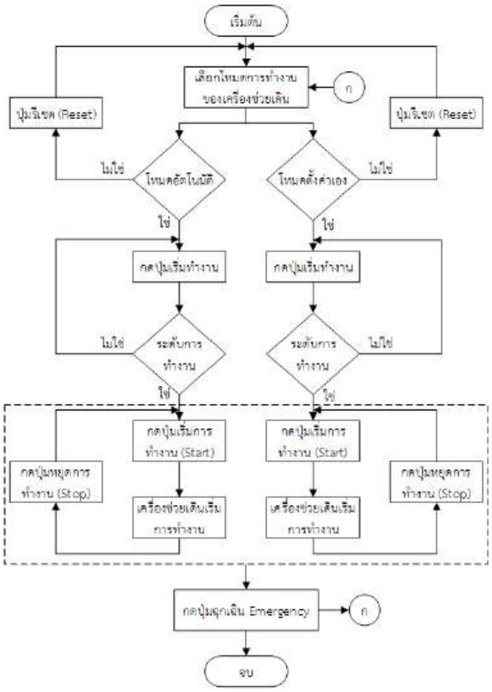
การทำงานเริ่มต้นด้วยการเลือกโปรแกรมให้เหมาะสมกับผู้ป่วยที่ทำกายภาพในแต่ละคน ด้วยการกดเลือกสวิตซ์ต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินพุตของระบบส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 เพื่อทำการประมวลผลแล้วส่งคำสั่งไปยังบอร์ดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อควบให้มอเตอร์หมุนสายพานลู่เดินเพื่อทำกายภาพตามลำดับ



รูปที่4 แผนภาพบล็อกเครื่องช่วยเดิน

การทำงานของเครื่องช่วยเดินประกอบด้วยสองโหมดคือ โหมดการทำงานอัตโนมัติ (Auto Mode) และในส่วนของโหมดตั้งค่าด้วยตนเอง (Manual Mode) เมื่อทำการเลือกโหมดเสร็จโปรแกรมหน้าจอแสดงผลก็จะเข้าสู่โหมดการทำงานในโหมดนั้นๆและ เมื่อเข้าในหน้าต่างของโหมดที่เลือกแล้ว จะอยู่ในส่วนของการปรับระดับความเร็วและรอกดปุ่มสถานะในการทำงานของระดับนั้นๆ ซึ่งการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (Auto Mode) จะมีให้เลือก 3 ระดับด้วยกันและในส่วนของการตั้งค่าด้วยตนเอง (Manual Mode) จะมีให้เลือกระดับการทำงานทั้งหมด 5 ระดับ

และเมื่อทำการเลือกระดับเสร็จและกดปุ่มสตาร์ทเริ่มการทำงานเครื่องจะเริ่มทำงานและเมื่อต้องการหยุดก็สามารถที่จะกดปุ่มหยุดทำสำหรับหยุดการทำงานเครื่องได้ ในระหว่างที่เครื่องทำงานนั้นหากเกิดล้มหรือการทรงตัวผิดพลาดก็สามารถที่จะกดปุ่มฉุกเฉินสีแดงสำหรับหยุดการทำงานและรีเซตการทำงานของเครื่องได้สามารถดูขั้นตอนการทำงานของเครื่องช่วยเดินได้ดังรูปที่ 5



รูปที่5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องช่วยเดิน

3.3 การออกแบบด้านความปลอดภัย

เครื่องช่วยเดินเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกับมนุษย์ ความปลอดภัยจึงต้องมาเป็นลำดับแรกคือ[5,6]ได้มีการทำคานสำหรับพยุงตัวผู้ป่วยไม่ให้ล้มขณะทำกายภาพการเดินและมีปุ่มฉุกเฉินสำหรับหยุดการทำงานให้กับผู้ป่วยกดเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินและมีเสียงเตือนดังเพื่อขอความช่วยเหลือ มีการติดตั้งสายกราวด์ที่เต้ารับและเพาเวอร์ซัพพลายเพื่อป้องกันกรณีเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดสอบการทำงานของปุ่มควบคุมเครื่องช่วยเดิน

รูปที่6 ปุ่มกดต่างๆและจอแสดงผล

การทดสอบการทำงานของปุ่มกดต่างๆ การทดสอบจะเริ่มตั้งแต่การกดเลือกปรับระดับความเร็ว การทำงานของมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ตั้งแต่ 15- 60 รอบ/นาทีโดยเลือกกดปุ่มในโหมด Auto สามารถเลือกปรับความเร็วได้ 3 ระดับ หรือ Manual สามารถเลือกปรับความเร็วได้ 5 ระดับ

4.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องช่วยเดิน

การทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่มคือ 1.ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด 2.ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค

รูปที่7 การทดสอบจากนักกายภาพบำบัดและผู้เชี่ยวชาญ

นักกายภาพซึ่งดูแลผู้ป่วยที่ทำการทดลองพบว่าที่ความเร็ว 15 และ 60 รอบ/นาที ไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง ความเร็วที่เหมาะสมคือ 30 และ 45 รอบ/นาทีเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้างมีพัฒนาการด้านการเคลื่อนไหวที่ดีในระดับหนึ่ง การใช้ความเร็วในระดับนี้จึงเป็นการทำให้กล้ามเนื้อขาของผู้ป่วยสามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะความเร็วที่ใช้ในขณะทำกายภาพบำบัดได้อย่างดีที่สุด และการปรับตัวของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ดีนั้นไม่ควรใช้การออกกำลังหรือการทำงานของกล้ามเนื้อที่รุนแรงจนเกินไปและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคทดลองและพบว่าความปลอดภัยของผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญสูงสุดการวางตำแหน่งเซนเซอร์ในการตรวจจับการก้าวเท้าของผู้ป่วยต้องไม่สะดุดในการทำกายภาพและในการใช้งานต้องมีการต่อสายกราวด์ทุกครั้งในการทำกายภาพ

4.3 การประเมินความพึงพอใจ

จัดทำแบบประเมินความ พึงพอใจของเครื่องช่วยเดิน แบบประเมินมีจำนวน 10 ข้อ แบ่งเป็นด้านการออกแบบและการสร้างเครื่องจำนวน 5 ข้อ ด้านการใช้งานเครื่องจำนวน 3 ข้อ และด้านคู่มือประกอบการใช้งานจำนวน 3 ข้อระดับความคิดเห็น
แบ่งเป็น 5 ระดับคือ 5 หมายถึง มากที่สุด 4 หมายถึง มาก 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึงน้อย และ 1 หมายถึง น้อยที่สุด
ระดับการประเมินจะพิจารณาดังนี้
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง มาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง น้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด[7]
ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะและความคิดเห็นในการพัฒนา

ผลการประเมินความพึงพอใจโดยนักกายภาพบำบัดจำนวน 3 คนและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค จำนวน 6 คน พบว่าความพึงพอใจ

ด้านการออกแบบและการสร้างเครื่อง มีค่าเฉลี่ยรวมสำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค (ค่าเฉลี่ย = 4.40) และมีค่าเฉลี่ยรวมผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด (ค่าเฉลี่ย = 4.27) รองมาด้านการใช้งานเครื่องช่วยเดิน มีค่าเฉลี่ยรวมสำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค (ค่าเฉลี่ย = 4.17) และมีค่าเฉลี่ยรวมผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด (ค่าเฉลี่ย = 3.89) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดได้แก่ด้านคู่มือประกอบการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค (ค่าเฉลี่ย = 4.08)

ตอนที่2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อความปุ่มสั่งงานควรมีขนาดตัวอักษรที่ใหญ่กว่านี้เพื่อรองรับผู้ใช้งานที่สายตาไม่ดี
2. ควรเพิ่มปุ่มกดฉุกเฉินในรูปแบบอื่นนอกการการกด เช่น แม่เหล็ก เนื่องจากผู้ป่วยบางคนไม่สามารถที่จะกดได้อันเนื่องมาจากกล้ามเนื้ออ่อนแรง
3. ควรเปลี่ยนเซนเซอร์ตรวจจับการก้าวเดินเนื่องจากเซนเซอร์ตัวที่ใช้งานปัจจุบัน Infrared Proximity Sensors ไม่สามารถที่จะจับวัตถุที่เป็นสีดำได้
4. ควรมีสายรัดข้อมือผู้ป่วยเพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ทำกายภาพบำบัด

5. สรุป

เครื่องช่วยเดินเป็นเครื่องกายภาพบำบัดในการฝึกเดินของผู้ป่วยที่มีกล้ามเนื้อขาอ่อนแรงสามมารถปรับโหมดการทำงานได้ 2 โหมดคือ โหมดอัตโนมัติ (Auto Mode) นั้นจะมีให้เลือก 3 ระดับด้วยกันความเร็วในการเดิน 15, 45 และ 60 รอบ/นาทีและในส่วนของตั้งค่าด้วยตนเอง (Manual Mode) นั้น จะมีให้เลือกระดับการทำงานทั้งหมด 5 ระดับด้วยกันความเร็วในการเดิน 15, 30, 45,60 และ 75 รอบ/นาที สามารถใช้ทำกายภาพบำบัดฟื้ นฟูขาของผู้ป่วยได้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกาย ทำให้ผู้ป่วยสามารถมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ช่วยเหลือตนเองเพื่อให้ทำกิจวัตรประจำวันได้ดีมากยิ่งขึ้น มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและผู้ดูแล มีราคาต้นทุนในราคา 30,000 บาทซึ่งถูกกว่าเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยตลอดถึงจัดหาผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบเครื่องช่วยเดินและขอขอบคุณ โรงพยาบาลจิตเวชสงขลาราชนครินทร์ที่กรุณาช่วยเหลือทางด้านข้อมูลต่างๆ และนักกายภาพบำบัดทดสอบเครื่องช่วยเดิน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย

7.เอกสารอ้างอิง

[1]สุจริต สุวรรณชีพ. (2553). ถอดรายงานบทสัมภาษณ์ “ประสบการณ์ของจิตแพทย์ในการดูแลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และอัมพาตครึ่งซีก” สัมภาษณ์วันที่ 1 เมษายน 2553. ณ สำนักพัฒนาสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต.

[2] รังสรรค์ ชัยเสวิกุล. (2547). การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง : การรักษาทางอายุรกรรรม. งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์ศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร.

[3] กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ. (2547). การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง : การฟื้นฟูสมรรถภาพ. งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์ศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร.

[4] Lokomat Machine Teraphy [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.thairobotics.com/2012/09/19/robotics-rehabilitation/

[5]พุทธิพงษ์ พลคำฮัก. 2556. อุปกรณ์ช่วยเดิน. สาขาวิชากายภาพบำบัด. มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา. [หน้า1]

[6]ธีรพงศ์ สมุทรอัษฎงค์ และคณะ. 2555. การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยฝึกเดินสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. [หน้า1]

[7] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2553) “คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ.2553” กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

เครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

Foot Plantar Pressure Measurement

ธนาฒน์ สุกนวล[1], ขจรเดช ดวงพิลา[2], สุกัลยา อมตฉายา[3], วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ[4], ไมตรี ธรรมมา[5]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 โทรสาร 044-233052 E-mail:thanat@rmuti.ac.th
[2]สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
123 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสร้างนวัตกรรมโดยมีวัตถุประสงค์สำหรับการนำไปใช้ในการประเมินการลงน้ำหนักที่ผิดปกติของผู้สูงอายุหรือที่พิการที่ขา โดยการนำ FSR เซ็นเซอร์ มาประยุกต์ใช้ในการวัดค่าน้ำหนัก และทำการประมวลผลสัญญาณโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นจะส่งค่าสัญญาณที่ประมวลผลได้ ผ่านการสื่อสารข้อมูลแบบบูลทูธเพื่อนำไปแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนที่เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และสามารถบันทึกข้อมูลการลงน้ำหนักของผู้ทดลองไว้ในหน่วยความจำ (Data Logger) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ สามารถแสดงค่าการลงน้ำหนักของผู้ป่วยโดยการนำไปใช้งานจริงได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบสมองกลฝังตัว, แรงกดฝ่าเท้า

Abstract

This article presents innovation and are intended for use in the evaluation of disorders of the elderly or handicapped in the legs. By using the FSR sensor application used to measure weight and perform signal processing by microcontroller. After that, it will send a signal that is processed via Bluetooth communications and leading to the display via the Smartphone operating system android, and can save the information to the memory (Data Logger). The result from the trials, It can display the weight value of the patient, and applying used as well.

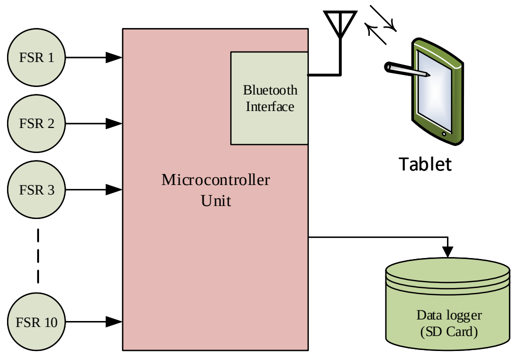
Keywords: Embedded System Foot Plantar Pressure

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมของผู้สูงอายุเต็มรูปแบบ เนื่องจากประชากรกลุ่มนี้มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัญหาที่ตามมาสำหรับผู้สูงอายุ นั่นก็คือ ความเสื่อมของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย อาทิเช่น ความแข็งแรงของกำลังกล้ามเนื้อแขนขาลดลง สูญเสียความสามารถด้านการทรงตัวเป็นต้น [1] โดยความเสื่อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับร่างกายเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดการล้ม และการล้มก็ส่งผลให้เกิดสภาวะแทรกซ้อนตามมาภายหลัง ยกตัวอย่างเช่น การบาดเจ็บหลังการล้ม การหักของข้อสะโพก จากที่ผ่านมาได้มีผู้ผลิตนวัตกรรมเครื่องวัดแรงกดฝ่าเท้านี้ขึ้นมาแล้ว แต่ยังมีราคาสูงและ ยังไม่ได้มีการนำผลที่ได้มาแสดงผ่านสมาร์ทโฟน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้สร้างนวัตกรรม “เครื่องวัดแรงกดฝ่าเท้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์”ซึ่งสามรถควบคุมและเก็บค่าการลงน้ำหนักผ่านสมาร์ทโฟนเพื่อวัดแรงกดฝ่าเท้าของผู้ป่วยที่สูงอายุและสนับสนุนบุคลากรทางการแพทย์กับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ

2. หลักการทำงานของเครื่องวัดแรงกดฝ่าเท้า

ในส่วนของอินพุตคือ ตัวรับแรง (Force Sensing Resistors) รับค่าอินพุตที่อยู่ในรูปของค่าปริมาณแรงกด แล้วผ่านกระบวนการจนกลายเป็นค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อประมวลผลปริมาณทางไฟฟ้านั้นในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ จนได้ค่าปริมาณน้ำหนัก ดังรูปที่ 1

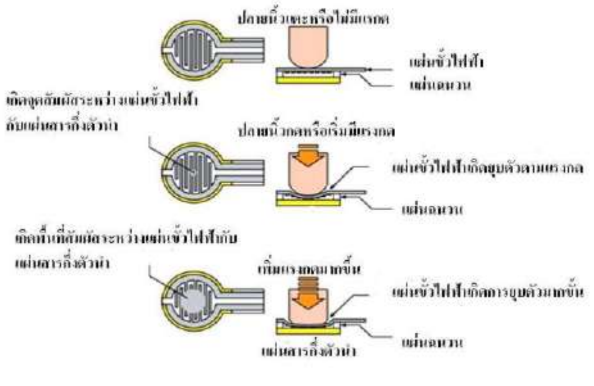


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดแรงกดฝ่าเท้า

หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ [2] จะส่งค่าน้ำหนักมาให้กับ ส่วนของการแสดงผลแบบไร้สาย ผ่านอุปกรณ์ Bluetooth เพื่อแสดงผลบนแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นภายในสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยภายในแอพพลิเคชั่นก็ยังมีฟังก์ชันสำหรับติดต่อกลับไปยังส่วนเก็บข้อมูล (Data logger) สำหรับควบคุมจังหวะการเริ่มหรือหยุดบันทึกข้อมูลค่าน้ำหนักต่อหน่วยเวลา)ส่วนข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ภายในหน่วยความจำ SD Card.

3. การออกแบบและการทำงาน

ตัวตรวจจับ FSR มีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อไม่มีการออกแรงกด หรือลงน้ำหนักตรงบริเวณพื้นผิวรับแรงของตัว FSR จะทำให้โครงสร้างภายในที่เป็นชั้นบนกับชั้นล่างของตัวตรวจจับไม่เกิดการสัมผัสกัน ส่งผลให้ความต้านทานภายในของตัวตรวจจับมีค่าสูงมากแต่ถ้าหากมีการออกแรงกดหรือลงน้ำหนักขึ้นก็จะส่งผลให้ชั้นบนกับชั้นล่างเริ่มสัมผัสกันขึ้นทำให้ค่าความต้านทานภายในของตัวตรวจจับมีค่าลดลง และถ้าหากเพิ่มแรงกดหรือลงน้ำหนักมากขึ้นก็จะส่งผลให้ชั้นบนกับชั้นล่างสัมผัสกันมากขึ้นไปอีก ทำให้ค่าความต้านทานภายในลดลงไปอีกเรื่อย ๆ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้นำตัวตรวจจับ FSR มาต่อร่วมกับวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) เพื่อที่จะแปลงค่าความต้านทานเป็นรูปแบบของแรงดันไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้งานในส่วนอินพุตท์ให้กับไมโคร-คอนโทรลเลอร์ต่อไป ดังรูปที่ 2 โดยจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกที่ออกแรงกดหรือลงน้ำหนักมีค่าน้อย (ต่ำกว่า 20 กรัม หรือ ไม่มีแรงกระทำเลย) จะทำให้ความต้านทานภายในตัวตรวจจับมีค่าสูง (มากกว่า 100 กิโลโอห์ม) ส่วนในช่วงหลังเมื่อแรงกดหรือน้ำหนักมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ค่าความต้านทานภายในของตัวตรวจจับมีค่าลดลงตามลงมาด้วยนั่นเอง ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนของการประมวลผลค่าแรงดันที่รับมาจากอินพุตท์และทำการประมวลผลทางคณิตศาสตร์โดยสามารถเขียนคำสั่งโปรแกรมที่จะเชื่อมต่อกับบลูทูธ เพื่อส่งค่าที่ได้จากตัวรับ FSR ไปแสดงบนแอพพลิเคชั่นผ่านสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



รูปที่ 2 หลักการทำงานของตัวตรวจจับแรง FSR [3]

หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับคำสั่งจากสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ผ่านบลูทูธเพื่อบันทึกผลในดาต้าล็อกเกอร์ บลูทูธ (Bluetooth) จะเป็นตัวกลางที่ใช้เชื่อมต่อ ระหว่างไมโครคอลโทรลเลอร์กับสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อรับส่งข้อมูลจากสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะเป็นส่วนของการแสดงผลแรงกดของฝ่าเท้า เราสามารถสร้างและออกแบบแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้โดยใช้ Appinverter 2 [3] ในออกแบบแอพพลิเคชั่น เพื่อที่จะนำไปใช้ในส่วนของการแสดงผลค่าต่างๆ ที่รับค่ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านบลูทูธ ส่วนบันทึกข้อมูลจะรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้สำหรับวัดค่า และบันทึกข้อมูลในรูปสัญญาณชนิดต่าง ๆ โดยมีเซนเซอร์รับค่าในรูปของอนาล็อก และส่งผ่านเครื่องแปลงสัญญาณให้กลายเป็นดิจิตอลและนำไปเก็บในหน่วยความจำของของเอสดีการ์ด

ในกระบวนการหาค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า ที่เกิดจากการกระทำของแรงกด เราใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวว่ามีความสัมพันธ์กันหรือ ไม่และมีความสัมพันธ์กันในระดับใด ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้น จึงอาจจะต้องทำการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปรหนึ่งแล้วนำไปพยากรณ์ค่าของอีกตัวแปรหนึ่ง ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด การวิเคราะห์ในลักษณะของตัวเกณฑ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์นี้ เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งถ้าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ โดยมีค่า R_{xy} ใกล้เคียงกับ +1.00 หรือ -1.00 ย่อมหมายถึงว่า การพยากรณ์จะยิ่งมีความถูกต้องมากขึ้น แต่ถ้าค่า มีค่าต่ำ ๆ การพยากรณ์ในลักษณะของการวิเคราะห์การถดถอยก็อาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

$$R^2 = \frac{\left(\left(n\times\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i\times y_i)\right)\right)-\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\times\sum_{i=1}^{n}y_i\right)\right)^2}{\left(\left(n\times\left(\sum_{i=1}^{n}x_i^2\right)\right)-\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)^2\right)\times\left(\left(n\times\left(\sum_{i=1}^{n}y_i^2\right)\right)-\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)^2\right)}$$

เมื่อ R^2 คือ สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 , y คือตัวแปรตามของค่าที่คำนวณได้จากสมการ ซึ่งไม่ใช่ค่า y_i ใน แต่ละค่าที่เป็นพารามิเตอร์ในการหาสมการคาดคะเน x_i คือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น โดยที่ $i = 1,2,3,...,n$, $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น, y_i คือ ตัวแปรตามของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณสมการคาดคะเน โดยที่ $i = 1,2,3,...,n$, $\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวแปรตาม y_i, a คือ ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน Y , b คือ ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ และ n คือ จำนวนของข้อมูล

4. ผลการดำเนินงาน

การทดลองหาความถูกต้องของตำแหน่งการแสดงผลของตำแหน่งแรงกดของ FSR ที่รองเท้า เทียบกับ เอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นที่ได้พัฒนาขึ้น

รูปที่ 4 ตำแหน่งตัวตรวจจับแรง FSR บนพื้นรองเท้าเทียบกับตำแหน่งบนแอพพลิเคชั่น

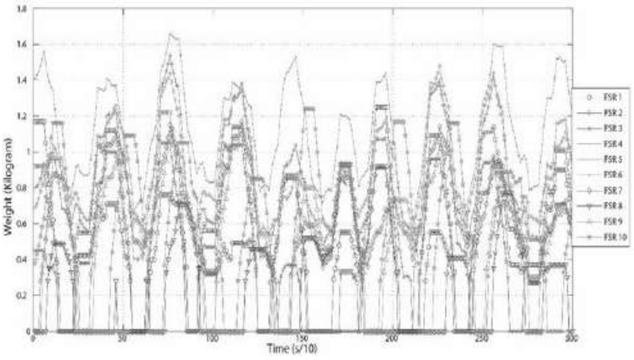
จากรูปที่ 4 ได้ติดตั้งตัว FSR ไว้บนพื้นรองเท้าตามตำแหน่ง และระยะห่างตามที่ได้ออกแบบไว้ และได้ทำการติดตั้งเป็นดังตัวอย่างโดยกำหนดให้ตัว FSR ลำดับที่ 1 เป็นหมายเลข 1 เรื่อยไปจนถึงลำดับที่ 10

รูปที่ 5 การทดสอบกดตัวตรวจจับแรง FSR แบบสุ่มช่องน้ำหนัก แสดงค่าน้ำหนัก และแถบสี

จากรูปที่ 5 ทดลองการออกแรงกดตัว FSR แบบสุ่มลำดับและมีผลการทดสอบช่องน้ำหนักลำดับที่ 6 แสดงค่าน้ำหนัก 4.03 กิโลกรัม และแถบสีพื้นหลังเป็นสีส้ม (มากกว่าเท่ากับ 4 และน้อยกว่า 7 กิโลกรัม) ช่องน้ำหนักลำดับที่ 8 แสดงค่าน้ำหนัก 1.93 กิโลกรัม และแถบสีพื้นหลังเป็นสีเขียว (มากกว่า 0 และน้อยกว่า 4 กิโลกรัม) และช่องน้ำหนักลำดับที่ 8 แสดงค่าน้ำหนัก 2.56 กิโลกรัม และแถบสีพื้นหลังเป็นสีเขียว (มากกว่า 0 และน้อยกว่า 4 กิโลกรัม) ซึ่งผลการทดลองสามารถแสดงค่าแรงกดได้ถูกต้องตามตำแหน่งที่สุ่ม

รูปที่ 6 การใช้เครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าเดินทดสอบกับอาสาสมัคร

การทดสอบเครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้ากับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้สูงอายุจำนวน 30 คน จากรูปที่ 6 ได้ติดตั้งเครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าให้กับอาสาสมัครโดยกำหนดให้เดินเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 20 เมตร พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง โดยผลของการบันทึกแรงที่กดลงบน FSR แต่ละตัวจะไม่เท่ากันซึ่งผลการทดลองนี้สามารถนำไปให้บุคลากรทางการแพทย์วิเคราะห์การลงน้ำหนักของผู้สูงอายุได้ว่าเป็นการเดินผิดรูปหรือไม่ โดยแสดงลักษณะการวิเคราะห์ดังรูปที่ 7 ลักษณะของการเปรียบเทียบการลงน้ำหนักบนฝ่าเท้าของบุคคลที่แตกต่างกัน



รูปที่ 7 ค่าน้ำหนักทั้ง 10 ค่าที่บันทึกผลได้จาก Data Logger ในขณะเดินของตัวอย่างอาสาสมัคร 1 ท่าน

ในการการทดสอบความถูกต้องของค่าน้ำหนักเฉลี่ยจากตัวตรวจจับแรง FSR ทั้ง 10 ตัว โดยการนำตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 10 ค่ามาทำการสอบเทียบ แล้วบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ตัว FSR สามารถวัดค่าน้ำหนักของวัตถุทดสอบตั้งแต่ 1 จนถึง 10 ในระหว่างช่วงน้ำหนักตั้งแต่ 0 ไปจนถึงประมาณ 10 กิโลกรัม ตัว FSR จะมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 5 หรือน้ำหนักที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 300 กรัม แต่หลังจากที่ตัว FSR วัดน้ำหนักของ

ตารางที่ 1 ความถูกต้องของค่าน้ำหนักจากวงจรตรวจจับแรง FSR

ชนิดของวัตถุ	วงจรตรวจจับแรงFSR	ความคลาดเคลื่อนร้อยล่ะ
ตุ้มน้ำหนัก 1 กก.	0.9275	0.0725
ตุ้มน้ำหนัก 2 กก.	1.9492	0.0508
ตุ้มน้ำหนัก 3 กก.	2.8262	0.1738
ตุ้มน้ำหนัก 4 กก.	3.9202	0.0798
ตุ้มน้ำหนัก 5 กก.	4.6240	0.376
ตุ้มน้ำหนัก 6 กก..	5.8650	0.135
ตุ้มน้ำหนัก 7 กก.	6.7002	0.2998
ตุ้มน้ำหนัก 8 กก.	7.3407	0.6593
ตุ้มน้ำหนัก 9 กก.	8.0070	0.993
ตุ้มน้ำหนัก 10 กก.	9.0010	0.999

วัตถุทดสอบตั้งแต่ 8 ไปจนถึง 10 หรือที่ช่วงน้ำหนักระหว่าง 8 ไปจนถึง 10 กิโลกรัม ตัว FSR จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงมาก (มีค่ามากกว่าร้อยละ 5 ขึ้นไป) ทำให้ค่าน้ำหนักที่ตัว FSR สมควรจะวัดได้มีความคลาดเคลื่อนไปมากกว่า 500 กรัม

5. สรุป

ในการออกแบบ และสร้างนวัตกรรมเครื่องวัดแรงกดฝ่าเท้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการประเมินการลงน้ำหนักที่ผิดปกติของผู้สูงอายุ หรือผู้ที่พิการที่ขา เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มของผู้สูงอายุ และสนับสนุนบุคลากรทางการแพทย์กับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มของผู้สูงอายุนี้พบว่าสามารถนำไปใช้ในการประเมินการลงนำหนักได้จริงโดยจากการทดลองจากอาสาสมัครจำนวน 30 ท่าน แต่ในการนำไปใช้งานจริงนั้นยังมีอุปสรรคจากเรื่องขนานของส่วนควบคุม และแบตเตอรี่ที่ยังมีขนานใหญ่ ทำให้การนำไปใช้งานนั้นอาจไม่คล่องตัว ซึ่งในอนาคตยังสามารถปรับขนานของกล่องควบคุม และแบตเตอรี่ให้มีขนานเล็ก และน้ำหนักเบา จึงจะสามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เครื่องมือสำหรับทำการทดลองได้ความอนุเคราะห์จากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และงบประมาณสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทิวาพร ทวีวรรณกิจ. 2553. “การทรงตัว การล้ม และคุณภาพชีวิต ในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหว และไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ.” วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด. ปีที่ 22 (ฉบับที่ 3) : 271-279

[2] Steven F. Barrett and Daniel J. Pack, “Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing”, Morgan & Claypool Publishers series

[3] David Wolber, Hal Abelson, Ellen Spertus & Liz Looney, “App Inventor Create Your Own Android Apps”, O’Reilly Media, Inc.

ระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย

A Medical Information Retrieval System Using Facial Recognition for Robotic Patient Care

จักรี พิชญ์พิบุล, กมล บุญล้อม และ ธวัชชัย สุเขื่อน
ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail:jphrae56@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกลุ่มประชากรผู้สูงอายุมีอัตราเพิ่มมากขึ้น อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับอาการป่วยทางด้านสุขภาพ หรือไม่มีลูกหลานค่อยดูแลตลอดเวลา เมื่อผู้สูงอายุมีอาการป่วยแล้วไปพบแพทย์ และผู้สูงอายุตรวจรักษาจะได้ยาจากแพทย์มารับประทานหรือตารางนัดแพทย์ครั้งต่อไป เมื่อมีลูกหลานคอยดูแลผู้สูงอายุอาจจะหลงลืมได้ ทางผู้วิจัยจึงได้จัดทำระบบสืบค้นประวัติทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย ที่ใช้การตรวจจับใบหน้าเพื่อวิเคราะห์ระบุตัวบุคคลเพื่อใช้ค้นข้อมูลทางการแพทย์ จากการทดลองของระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้า ใช้บุคคลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 7 คน ระบบสามารถระบุตัวตนได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ100 เปอร์เซ็นต์ และระยะทางที่สามารถบอกค่าความถูกต้องของการระบุตัวบุคคลอยู่ช่วงระยะที่ 1 เมตรถึง 4 เมตร สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบหุ่นยนต์จดจำใบหน้าคนได้ในอนาคต
คำสำคัญ: ตรวจจับใบหน้า, หุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย, รู้จำใบหน้า

Abstract

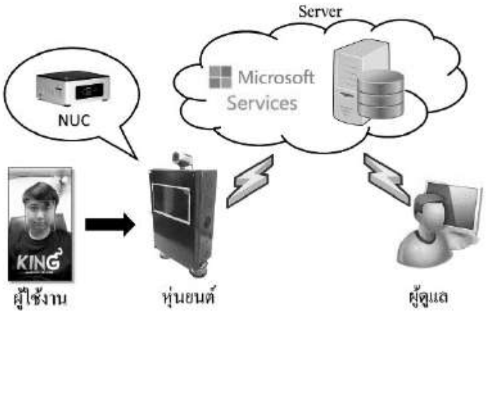
Current population groups for the elderly up May have problems about symptoms of health Or has no children, then take care of the time. When the elderly are ill, and then go to the doctor. The elderly and make sure the treatment will be medication from the physician to eat or table to visit a doctor. When there are the children take care of the Elderly may be forgotten. The Investigator will conduct the system query the medical history by way of speech recognition faces for the robot patient care. Use the face detection to analyze identify the people to use the search query medical information. From the trial of the system query the medical information by the way the face recognition. Use a group of people are all examples of 7, the system can be identified as a percentage of 100 percent And Walking distance to tell the value of the person who is the range where a 1 m to 4 m. Can be applied to the system the robot recognizes faces in the future.

Keywords: Face Detection, the Robot Patient Care, Face Recognition.

1. บทนำ

ปัจจุบันกลุ่มจำนวนประชากรของผู้สูงอายุมีอัตราที่เพิ่มขึ้น และผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพังโดยไม่มีผู้ใหญ่วัยแรงงานอาศัยอยู่ด้วย ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากโสดไม่ได้แต่งงาน คู่สมรสเสียชีวิตหรือหย่าร้าง ลูกหลานย้ายไปถิ่นอาศัยอยู่ต่างพื้นที่ หรือแต่งงานแยกครอบครัว ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพังจะประสบปัญหาทางด้านสุขภาพ เมื่อมีอาการป่วยแล้วไปพบแพทย์เพื่อรักษา ทางแพทย์ได้จัดตารางการพบแพทย์เพื่อสอบถามอาการในครั้งต่อไป ผู้สูงอายุที่อยู่เพียงลำพังอาจหลงลืมทำให้ไม่ได้ไปพบแพทย์ตามที่ได้นัดหมายไว้

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้นำเสนอระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย สร้างหุ่นยนต์เพื่ออำนวยความสะดวกด้านการให้ข้อมูลทางการแพทย์ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ที่ใช้ฟังก์ชั่นของ โอเพนซีวี (Open CV) ในการตรวจหาใบหน้า และเทคโนโลยีของ Microsoft Cognitive Services ที่ใช้ในการแยกแยะใบหน้าจากหน่วยประมวลผลกลางหรือเครื่องแม่ข่าย และการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงที่เครื่องลูกข่ายหรือตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้า

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

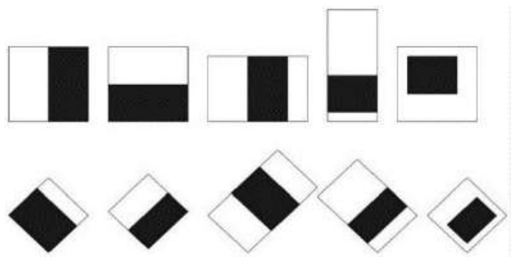
ในการสร้างระบบการสืบค้นประวัติทางการแพทย์โดยใช้เทคนิคการรู้จำสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้สูงอายุ ในบทความต่อไปนี้จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานของเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาดังต่อไปนี้ คือ การตรวจจับใบหน้า (Face Detection), วิธีการในการตรวจจับใบหน้าของ Viola - jones, การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) , การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis) และไมโครซอฟต์คอนนิทิฟเซอร์ฟิซ (Microsoft Cognitive Services)

2.1 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection)

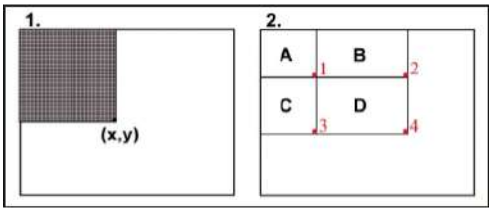
การตรวจจับใบหน้า (Face Detection)[1]-[3] คือกระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลจากภาพหรือวีดีโอหลังจากนั้นก็ทำการประมวลผลภาพใบหน้าที่ได้ สำหรับขั้นตอนถัดไปเพื่อให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้ง่ายต่อการจำแนก และอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าในปัจจุบันก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีซึ่งอัลริทึมในการตรวจจับใบหน้าที่ดีนั้นมีส่วนช่วยในการจำแนกใบหน้าได้แม่นยำและรวดเร็วขึ้น

2.2 วิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola-Jones

หลักการพื้นฐานของอัลกอริทึ่มของ Viola-Jones [4] คือการนำภาพที่ต้องการตรวจหาใบหน้ามาแบ่งเป็นภาพย่อย (Sub-window) จากนั้นภาพย่อยดังกล่าวจะถูกพิจารณาเป็นภาพอินพุตของกระบวนการตรวจหาใบหน้า เทคนิคทั่วไปในการตรวจหาใบหน้าจะทำการปรับขนาดของภาพอินพุตแตกต่างกันหลาย ๆ ขนาดและใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ที่มีขนาดคงที่ค้นหาวัตถุ ข้อเสียของวิธีนี้คือ ใช้เวลาในการคำนวณไม่คงที่ แล้ว Viola-Jones จึงได้เสนอวิธีใหม่โดยใช้การปรับขนาดตัวตรวจจับแทนการปรับขนาดรูปภาพอินพุต และใช้ตัวตรวจจับทำการตรวจจับใบหน้าหลายๆรอบ แต่ละรอบใช้ขนาดตัวตรวจจับที่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีเดิมพบว่าใช้เวลาคำนวณไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น Viola-Jones ได้คิดค้นตัวตรวจหาที่ใช้จำนวนครั้งในการคำนวณคงที่แม้จะมีขนาดของภาพแตกต่างกัน โดยตัวตรวจหาดังกล่าวนี้สร้างขึ้นโดยใช้ Features ของ Haar wavelets และ Integral image



รูปที่ 2 Examples of the Haar features



รูปที่ 3 The Integral Image

2.3 การรู้จำใบหน้า (Face Recognition)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA [5] เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้สร้างเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) จากข้อมูลภาพ โดยจะถูกนำไปใช้ในการสร้างภาพใบหน้าไอเกน (Eigen faces)

$$A = A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad [1]$$

โดยข้อมูลภาพใบหน้าขนาด NxN พิกเซล จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ 1 มิติ ขนาด N^2x1 จากสมการที่ 1 และสร้างเป็นเมตริกซ์จนถึงเวกเตอร์ของชุดข้อมูลที่ m จะเป็นคอลัมน์ที่ m ของเมตริกซ์ ดังนั้นจะได้เมตริกซ์ A ที่มีมิติ n x m โดยที่ m หมายถึง ข้อมูลภาพที่ m และ n หมายถึงมิติของชุดข้อมูลนั้น และสร้างเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) จากข้อมูลภาพ คำนวณหาค่าไอเกนเวคเตอร์ (v) และค่าไอเกน (μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมสร้างเป็นภาพใบหน้าไอเกนขึ้นมา

2.4 Microsoft Cognitive Service

Microsoft Cognitive Service เป็นส่วนที่ช่วยในการตรวจสอบแยกแยะใบหน้าบุคคล โดยสามารถตรวจจับใบหน้าได้ถึง 64 หน้าคนที่มีความเที่ยงตรงสูงที่หันหน้าเข้าหาตำแหน่งในภาพ และภาพสามารถระบุได้โดยไฟล์รูปภาพหรือ ยูอาร์แอล (URL) การแสดงผลรูปกรอบสี่เหลี่ยมบนใบหน้า เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีการหันหน้าเข้าหาตำแหน่งในภาพจะถูกส่งกลับมาพร้อมกับแต่ละใบหน้าที่ตรวจพบ อีกทางเลือกหนึ่งคือให้การตรวจจับใบหน้าจะแยกเป็นชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับใบหน้าเช่น ท่าทาง , เพศ , อายุ , ดวงตาและแว่นตา

2.5 วิธีหาค่าความถูกต้อง

ค่าความถูกต้อง หมายถึง การที่ผลการวิเคราะห์ที่ไม่มีค่าเข้าใกล้ความจจริง (True Value) ซึ่งค่าจริงไม่มีใครทราบเนื่องจากในการวัดมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น การบ่งบอกถึงความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์จึงต้องเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าจริงที่ยอมรับกัน (Accepted True Value) ดังสมการที่ 1

$$Relative\ error = \left|\frac{X_t - X_{mea}}{X_t}\right| \qquad [2]$$

3. วิธีการทำงาน

ระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย มีองค์ประกอบการทำงานของระบบแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการทำงานในส่วนของผู้ดูแลระบบ (Admin) หมายถึง พยาบาล,แพทย์ที่มีความรับผิดชอบในการดูแลผู้ป่วย การทำงานส่วนที่ 2 เป็นการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูล ระบบทำงานอยู่บนตัวหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล

3.1 การทำงานส่วนของผู้ดูแล

ส่วนของผู้ดูแลระบบ มีพยาบาล หรือแพทย์ เป็นผู้ที่คอยดูแลระบบและป้อนข้อมูลของผู้ป่วยลงในระบบฐานข้อมูล การทำงานของส่วนผู้ดูแลระบบ นำข้อมูลขอผู้ป่วยมากรอกลงในโปรแกรม โดยข้อมูลของผู้ป่วยจะประกอบได้ด้วย ประวัติส่วนตัว ข้อมูลการทานยา และข้อมูลการพบแพทย์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาบันทึกแล้วระบบฐานข้อมูลและบันทึกรูปภาพผู้ป่วยไปยังส่วนของ Microsoft Cognitive Services เพื่อให้ระบบเรียนรู้ลักษณะใบหน้าของผู้ป่วย

3.2 การทำงานส่วนของหุ่นยนต์

การทำงานส่วนของตัวหุ่นยนต์ มีเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ (NUC) ที่ใช้ในการประมวลผลและมีการทำงานของโปรแกรมเมื่อผู้ใช้งานหรือผู้ป่วยผ่านเข้ามาภายในบริเวณหน้าหุ่นยนต์ในระยะการมองเห็นของกล้อง โปรแกรมจะเริ่มทำการตรวจสอบลักษณะใบหน้า เมื่อโปรแกรมตรวจพบลักษณะใบหน้าจะบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพ แล้วส่งรูปภาพไปยัง Microsoft Cognitive Services เพื่อแยกแยะตัวบุคคล และนำข้อมูลมาเปรียบกับข้อมูลที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล เมื่อได้ผลที่ตรงการกันจะแสดงข้อมูลผ่านทางระบบเสียงของหุ่นยนต์

4. วิธีการทดลองและผลการทดลอง

วิธีการทดลองของระบบสืบค้นข้อมูลทากการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างบุคคลทั้งหมด 7 คน โดยขั้นตอนแรกบันทึกข้อมูลและรูปภาพลงระบบฐานข้อมูล และทดลองการตรวจสอบการระบุตัวบุคคล ดังแสดงภาพที่ 4

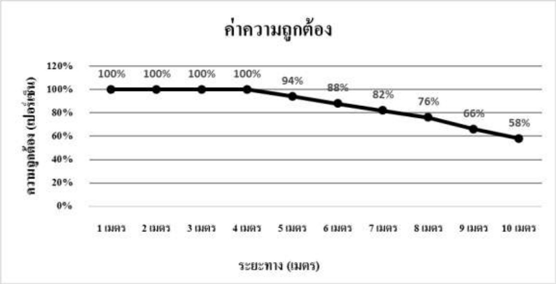
รูปที่ 4 การตรวจจับใบหน้าเพื่อการวิเคราะห์บุคคลและการเก็บข้อมูลรูปภาพ

การทดลองความถูกต้องของการระบุตัวบุคคล โดยใช้ข้อมูลจากลุ่มบุคคลตัวอย่าง มาวิเคราะห์เพื่อหาความถูกต้องในการระบุตัวบุคคลในแต่ละระยะ เริ่มตั้งแต่ระยะที่ 1 เมตร จนถึงระยะ 10 เมตร และเก็บบันทึกค่าความถูกต้องได้ผลดังแสดงในรูปที่ 5

จากการทดลองของระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย ทำการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างได้ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการระบุตัวตน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการตรวจสอบตัวบุคคลของระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้า

		รูปภาพที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล						
		A	B	C	D	E	F	G
รูปภาพที่ได้จากการตรวจจับใบหน้า	A	0.89	0.29	0.37	0.22	0.3	0.37	0.47
	B	0.28	0.86	0.19	0.04	0.23	0.3	0.14
	C	0.23	0.08	0.89	0.25	0.31	0.15	0.22
	D	0.21	0.03	0.36	0.73	0.31	0.15	0.25
	E	0.25	0.18	0.36	0.32	0.87	0.15	0.18
	F	0.35	0.26	0.18	0.19	0.2	0.94	0.24
	G	0.51	0.18	0.19	0.24	0.22	0.32	0.9



รูปที่ 5 ผลการทดลองการหาค่าความถูกในการวิเคราะห์บุคคล

5.สรุป

จากการทดลองของระบบสืบค้นข้อมูลทางการแพทย์โดยวิธีรู้จำใบหน้าสำหรับหุ่นยนต์ดูแลผู้ป่วย สรุปได้ว่าระบบสามารถตรวจสอบและระบุตัวบุคคล จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 7 คน สามารถระบุได้ถูกต้องทั้งหมด 7 คน และระยะที่ระบบสามารถตรวจจับและวิเคราะห์ได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ระยะ 1 – 4 เมตร ได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 100% และระยะตั้งแต่ 5- 10 เมตร สามารถระบุตัวบุคคลได้ แต่ความถูกต้องจะลดลง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] G. Yang and T. S. Huang, “Human Face Detection in A Complex Back Ground”, Pattern Recognition, vol. 27, no. 1, pp. 53-63, 1994.

[2] Gilles BUREL and Dominique CAREL, “Detection and localization of faces on digital images”, Pattern Recognition Letters, Vol. 15, no 10, October 1994

[3] Sakai, T., M. Nagao and S. Fujibayashi (1969), “Line Extraction and Pattern Detection in a Photograph”, Pattern Recognition, Vol. 1, No. 3.

[2] Viola and Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features”, Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.

[3] M. Turk and A. Pentland , “Eigenfaces for recognition”, Journal of Cognitive Neuroscience 3 (1), 71–86, 1991

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถี สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์

THE DEVELOPMENT OF TWO AXES AUTOMATIC SOLAR TRACKING SYSTEM FOLLOW ECLIPTIC SYSTEM FOR SOLAR CELL

พรทิพพา อัคชาติ[1] ปิยวดี ยาบุษดี[2] ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ[3]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail: porntippa768@gmail.com

[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail: dr_piyawadee@yahoo.com

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail: dr.phubet@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถี สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน และหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนการวิจัย คือ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องมือ 2) พัฒนาโปรแกรมคำนวณตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ 3) นำเครื่องมือไปใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสร้างเครื่องมือ ได้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สเต็ปปิงมอเตอร์มุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด วงจรวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า โมดูลอ่านและเขียนข้อมูลลง SD Card โมดูลนาฬิกา โมดูลวัดมุมเอียง และจอแอลซีดีแสดงผล 2) ผลการพัฒนาโปรแกรม เริ่มจากการแปลงตำแหน่งในระบบสุริยวิถีเป็นค่าไรต์เอสเซนชันและเดคลิเนชัน จากนั้นนำไปคำนวณหาค่ามุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด พบว่าสามารถคำนวณหาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ได้อย่างแม่นยำโดยมีความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.07% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.49% 3) ผลการนำเครื่องมือไปใช้งาน พบว่า ผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุด 5.98 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 15.51 V กำลังไฟฟ้าสูงสุด 92.83 W เมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ ผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุด 5.32 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 13.74 V กำลังไฟฟ้าสูงสุด 73.13 W ผลการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่ 26.93%

คำสำคัญ: ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน, ระบบสุริยวิถี, เซลล์แสงอาทิตย์, การผลิตกระแสไฟฟ้า

Abstract

This research was the development of two axes automatic solar tracking system following ecliptic system for the solar cell. The purposes of the study were invented the two axes solar tracking system and to find out the efficiency of the invented instrument. The methodology were started with 1) to design and invent the instrument, 2) to develop the program of the Sun appearance-position calculation, 3) to test the working of the instrument, and 4) to use the instrument for producing electric current and find out the efficiency.

The results of the research found that 1) the two axes automatic solar tracking system following ecliptic system for the solar cell which was invented composing of Arduino Microcontroller, Azimuth and Altitude Stepping Motor, Electric Current and Voltage Measuring Circuit, SD Card Reading and Writing Module, Timer Module, Tilt Angle Measuring Module, and LCD Screen for Displaying, 2) the program of the Sun appearance-point calculation that was developed by the researcher could translate the Sun-position in the ecliptic system to RA (Right Ascension) and DEC.(Declination) value, then Azimuth and Altitude angle were calculated. It was found that the Sun appearance-position could be calculated accurately, the error of Azimuth angle was 0.07% and that of Altitude angle was 1.49%, 3) the instrument used for producing electric current found that the maximum electricity was 5.98 A, the maximum voltage was 15.51 V, and the maximum power was 92.83 W. When comparing all that with the permanently installed solar cell which produced 5.32 A, 13.74 V, and 73.13 W, it showed that the electric current, voltage, and power produced by the two axes automatic solar tracking system were more

efficient than that produced by the permanently installed solar cell at 26.93%

Keywords: Two Axes Solar Tracking System , Ecliptic System , Solar Cell , Electric Current Generation

1. บทนำ

จากความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นในทุกๆ ปี ทำให้มีการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพิ่มขึ้น การผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในประเทศของเราตอนนี้คือ โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ หรือพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะแก๊สธรรมชาติ นำมาใช้มากถึง ร้อยละ 69.6 [1] โดยการใช้เชื้อเพลิงต่างๆ มาผลิตกระแสไฟฟ้ามีแนวโน้มขยายเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่การผลิตไฟฟ้านั้นต้นทุนการผลิตสูงมาก และเมื่อความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี มนุษย์จึงเริ่มมองหาแหล่งพลังงานทดแทนที่ได้จากธรรมชาติซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยต้นทุนต่ำ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานสะอาด การนำแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปกระแสไฟฟ้านั้นต้องพึ่งอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง แต่การที่จะนำพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น ต้องขึ้นอยู่กับว่าเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีหน้าสัมผัสแสงมากน้อยเพียงใด เพราะประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับพื้นที่รับพลังงาน และพื้นที่รับพลังงานจะมากที่สุดเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในแนวตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ [2] นั่นเอง จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถีสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ ขึ้นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ควบคุมการหมุนไมโครคอนโทลเลอร์ [3] ซึ่งทำการคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์และปรับทิศทางการเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา [4] ผลการคำนวณจะส่งไปยังส่วนวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 2 ตัว ตัวแรกควบคุมเซลล์แสงอาทิตย์ในแนวทิศเหนือและทิศใต้ และตัวที่สองควบคุมเซลล์แสงอาทิตย์ในแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ทั้งนี้เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดทั้งวัน

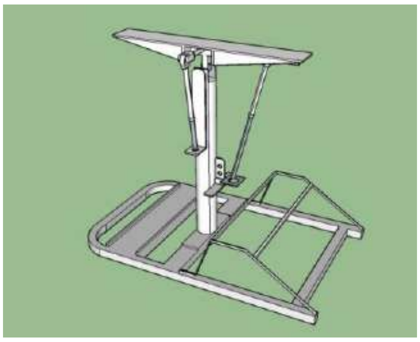
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถี สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์

2. เพื่อหาประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือการพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถีสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย คือ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถี ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Google SketchUp

2) พัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์โดยอ่านค่าวันที่และเวลาจากโมดูลนาฬิกาแล้วแปลงตำแหน่งในระบบสุริยวิถีเป็นค่าไรต์เอสเซนชัน (RA) และเดคลิเนชัน (δ) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่ามุมอะซิมุท (γ) และมุมอัลติจูด (α) ของดวงอาทิตย์ตามสมการที่ (1) และ สมการที่ (2)

$$\alpha = \sin^{-1}(\sin(\delta)\sin(\phi) + \cos(\delta)\cos(\phi)\cos(\omega)) \quad (1)$$

$$\gamma = \sin^{-1}\left(\frac{\sin(\omega)\cos(\delta)}{\cos(\delta)}\right) \quad (2)$$

เมื่อ ϕ คือ ละติจูดของผู้สังเกต (จังหวัดอุดรธานี 17.41°N) , ω คือเวลาสุริยปรากฏหรือค่ามุมชั่วโมง (Hour Angle) ของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏจริงบนท้องฟ้า จากนั้นหาค่าความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูดที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับค่ามุมมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูดที่ได้จากโปรแกรม Stellarium 3) นำเครื่องมือไปทดสอบผลิตพลังงานไฟฟ้า บันทึกค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ทั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน กับแบบติดตั้งอยู่กับที่ ตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 18.00 น. 4) หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดและเปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนกับแบบติดตั้งอยู่กับที่เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์อัตโนมัติแบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถี สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1) ผลการสร้างเครื่องมือตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 2 เครื่องมือประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3, สเต็ปปิงมอเตอร์ NEMA 23 ขนาด 112 mm, และวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ ขนาด 12 V 3 A, วงจรวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 V 30 A, โมดูลอ่านและเขียนข้อมูลลง SD Card, โมดูลนาฬิกา TinyRTC 12C Module, โมดูลวัดมุมเอียง GY-521 Module, จอแอลซีดี ขนาด 20X4 ตัวอักษร , อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้า 12/24 V 10 A แบบ Auto Switch, แบตเตอรี ขนาด 12 V 60 A , และกล่องควบคุม ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 2 ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน ตามระบบสุริยวิถีที่สร้างขึ้น

ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องมือที่อยู่ในกล่องควบคุม

2) ผลการพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์โดยการแปลงตำแหน่งในระบบสุริยวิถีเป็นค่าไรต์เอสเซนชัน (RA) และเดคลิเนชัน (δ) จากนั้นนำไปคำนวณหาได้ค่ามุมอะซิมุท (γ) และมุมอัลติจูด (α) ดังตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูดที่อ่านได้จากโปรแกรม Stellarium พบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณหาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ได้อย่างแม่นยำโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.07% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.49%

3) ผลการนำเครื่องมือไปใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจำนวน 8 วัน ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น. ดังภาพที่ 4 พบว่า สามารถผลิตระแสไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 5.98 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 15.51 V และกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 92.83 W เมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้ง อยู่กับที่ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 5.32 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 13.74 V กำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 73.13 W ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 5

ตารางที่ 1 มุมอะซิมุท (γ) และ มุมอัลติจูด (α) ของตำแหน่งดวงอาทิตย์ ณ วันที่ 4 มกราคม 2560 ตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 18.00 น.

เวลา	RA	δ	มุมจากการคำนวณ		มุมจาก Stellarium		% ความคลาดเคลื่อน	
			(α)	(γ)	(α)	(γ)	(α)	(γ)
06.00	18.997	-22.73	-9.88	110.85	-9.68	110.92	2.07	0.06
07.00	19.000	-22.72	3.49	115.21	3.68	115.12	5.16	0.08
08.00	19.003	-22.72	15.90	120.87	16.18	120.80	1.73	0.08
09.00	19.006	-22.71	27.65	128.74	27.95	128.62	1.07	0.09
10.00	19.009	-22.71	37.92	139.80	38.25	139.65	0.86	0.11
11.00	19.012	-22.70	45.65	155.24	46.02	155.13	0.80	0.07
12.00	19.015	-22.70	49.37	175.04	49.95	175.05	0.76	0.01
13.00	19.018	-22.69	47.98	195.95	48.33	196.12	0.72	0.09
14.00	19.021	-22.69	41.94	213.60	42.25	213.82	0.73	0.10
15.00	19.024	-22.69	32.69	226.59	32.95	226.78	0.79	0.08
16.00	19.027	-22.68	21.73	235.68	21.77	235.93	0.18	0.11
17.00	19.031	-22.68	9.48	242.35	9.50	242.50	0.21	0.06
18.00	19.034	-22.67	-3.68	247.35	-3.53	247.33	4.25	0.01
% ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย							**1.49**	**0.07**

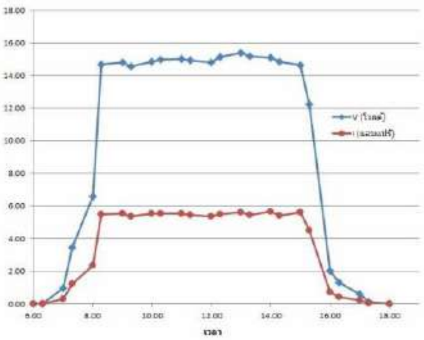
ภาพที่ 4 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนกับแบบติดตั้งอยู่กับที่

เมื่อเปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนกับแบบติดตั้งอยู่กับที่ พบว่า การ

ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่ 26.93%

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่วัดได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนกับแบบติดตั้งอยู่กับที่

ว/ด/ป	แบบติดตามดวงอาทิตย์			แบบติดตั้งอยู่กับที่		
	V (โวลต์)	I (แอมแปร์)	P (วัตต์)	V (โวลต์)	I (แอมแปร์)	P (วัตต์)
31/12/59	15.84	5.99	94.88	13.20	5.28	69.70
01/01/60	15.37	5.97	91.76	13.80	5.21	71.90
02/01/60	15.21	5.72	87.00	13.65	5.34	72.89
03/01/60	16.34	6.24	101.96	14.52	5.68	82.47
04/01/60	15.38	5.60	86.13	13.50	5.16	69.66
05/01/60	15.52	6.02	93.43	14.01	5.43	76.07
06/01/60	15.40	5.80	89.32	13.80	5.34	73.69
07/01/60	15.03	6.53	98.15	13.44	5.11	68.68
ค่าเฉลี่ย	**15.51**	**5.98**	**92.83**	**13.74**	**5.32**	**73.13**



ภาพที่ 5 กราฟกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน ณ วันที่ 4 กราคม 2560

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการสร้างระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนตามระบบสุริยวิถีสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่คำนวณหาตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์และสั่งสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เอียงทำมุมตามที่คำนวณได้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.07% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.49% เมื่อนำเครื่องมือไปใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า พบว่า สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 5.98 A แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 15.51 V และกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 92.83 W เมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน มีประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่เท่ากับ 26.93%

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยการให้คำปรึกษาและช่วยเหลือชี้แนะในด้านต่างๆ จาก ดร.ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ และดร.ปิยวดี ยาบุษดี ขอขอบคุณครอบครัวและบุพการีที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังใจและค่าใช้จ่ายตลอดการศึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กองสารสนเทศ ฝ่ายสื่อสารองค์การ กฟผ. (2559).

[2] สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. (2530). **เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์.** แก้ไขครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2552). **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น.

[4] ธนกร ลิ้มสุวรรณ. (2552). **การพัฒนาระบบติดตามดวงอาทิตย์.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เทคนิคการคัดกรองข้อความที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งในสังคม

Message Filtering Technique for Conflict Detection in Society

ดุษฎี ศรีจุลโพธิ์ และ ธนัสนี เพียรตระกูล

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

25/25 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

E-mail: dusadee.srj@student.mahidol.edu, tanasanee.phi@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอเทคนิคการกรองข้อความที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งในสังคมด้วยประเด็นทางการเมืองและการหมิ่นสถาบันพระมหากษัตริย์ โดยนำตัวอย่างสอนจากสื่อสังคมออนไลน์ เช่น ทวิตเตอร์ และ เฟสบุ๊ค มาเตรียมข้อมูลโดยการประมวลผลข้อความแล้วสร้างแบบจำลองด้วยอัลกอริทึม 3 วิธี ได้แก่เบย์อย่างง่าย ต้นไม้ตัดสินใจและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกรองข้อความ เพื่อนำแบบจำลองที่ได้มาประยุกต์เข้ากับเว็บแอพพลิเคชั่นที่จะทำการคัดกรองข้อความ และวิเคราะห์พฤติกรรมและคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การปลุกระดมบนสื่อสังคมออนไลน์โดยการนัดหมาย การติดแฮชแท็กในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อสร้างความปั่นป่วนเป็นต้น หากผู้ใดที่มีการโพสต์ข้อความจำนวนมากและมีผู้ให้ความสนใจกับข้อความนั้นระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเพื่อให้ดำเนินการตามความเหมาะสม หากข้อความใดเข้าข่ายผิดกฎหมายมาตราใดหรือเข้าข่ายเป็นผู้สร้างความขัดแย้งหรือระรานผู้อื่นก็สามารถทำการกำหนดเป็นบุคคลเฝ้าระวัง

คำสำคัญ: ความขัดแย้ง, การกรองข้อความ, สื่อสังคมออนไลน์

Abstract

This article presents a technique to filter the messages that cause the conflict in society such as the political issue and royal defamation issue. Data from social media such as Twitter and Facebook are prepared by text processing. Three algorithms, i.e., Naive Bayes, Decision Tree, and Support Vector Machine are compared and these algorithms will be applied to create Web Application for message filtering system. This system will analyze the behavior and predict the chance of situation that can happen in the future such as the social media incitement and the hashtag that can create the chaos. If someone post a lot of messages and people pay attention to those messages, the system will send the warning to system administrator. If the messages are illegal or cause the conflict, the system will specify to be suspect persons.

Keywords: conflict, message filtering, social media

1. บทนำ

ความขัดแย้งในสังคมไทยอันเกิดจากระบอบการเมืองมีมาตั้งแต่สมัยเหตุการณ์ 2475 และเกิดเหตุการณ์ในทำนองเดียวกันเรื่อยมาจากการเรียกร้องสิทธิเสรีภาพและประชาธิปไตยของประชาชนจนเกิดเหตุการณ์สำคัญอย่าง 14 ตุลาคม 2516 และพฤษภาทมิฬ ปี 2535 แต่ความขัดแย้งยังมีมาเพิ่มเมื่อกลุ่มคนมีการแบ่งฝ่ายทางการเมือง การโต้เถียงด้วยถ้อยคำและการกระทำที่รุนแรง ตัวอย่างเช่นเหตุการณ์ปี 2549 ที่มีการแบ่งฝ่ายเป็นสี ด้วยความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันนี้ทำให้เกิดเป็นวาทะกรรมต่างๆ การปลุกปั่น ปลุกระดม หรือมีการนำสถาบันพระมหากษัตริย์มาใช้แอบอ้างทางการเมืองในทางที่ผิด หรือหมิ่นประมาทสถาบันพระมหากษัตริย์เพื่อยั่วยุให้ฝ่ายตรงข้ามเกิดความโกรธ สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างประชาชนด้วยกันเองซึ่งยังคงเป็นความขัดแย้งที่เกิดขึ้นอย่างไม่จบสิ้นจนมาถึงปัจจุบัน

ในยุคที่เทคโนโลยีถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีความคล่องตัว ส่งผลให้การแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อสังคมออนไลน์สามารถเกิดขึ้นได้ง่าย เพื่อจะป้องกันผลกระทบอันเกิดจากสถานการณ์เหล่านั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องจะคอยระงับการส่งข้อความปลุกระดมที่เผยแพร่บนสื่อสังคมออนไลน์ การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการคาดการณ์พฤติกรรมของบุคคลที่มีแนวโน้มหรือเข้าข่ายปลุกปั่นเพื่อสร้างกระแสจะช่วยให้การติดตามมีความง่ายขึ้น งานวิจัยนี้จะนำข้อความที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์อย่างทวิตเตอร์หรือเฟสบุ๊ค มาสร้างแบบจำลองการคัดกรองข้อความด้วยอัลกอริทึมการจำแนกข้อมูล ทำการวัดประสิทธิภาพแบบจำลองที่ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด แล้วจึงนำไปพัฒนาร่วมกับแอพพลิเคชั่นเพื่อการนำไปใช้งาน

2. การจำแนกข้อมูล

ในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อความที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งได้ จะอาศัยขั้นตอนวิธีเพื่อจำแนกข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สนใจเปรียบเทียบ 3 วิธีการที่มีความแตกต่างกัน เพื่อจะเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในระบบ ได้แก่ เบย์อย่างง่าย ต้นไม้ตัดสินใจ และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

2.1 เบย์อย่างง่าย

เบย์อย่างง่ายเป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ซึ่งใช้ในงานจัดหมวดหมู่เอกสารข้อความได้ดี อัลกอริทึมในการทำงานไม่ซับซ้อน หลักการของวิธีการนี้ใช้การคำนวณความน่าจะเป็นซึ่งถูกใช้ในการทำนายผล เป็นวิธีการในการแก้ปัญหาที่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้และสามารถอธิบายได้ โดยจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ [1], [2] กำหนดสมมติฐานให้คุณลักษณะแต่ละตัวไม่ขึ้นต่อกัน ความน่าจะเป็นของข้อมูลสามารถเขียนแทนด้วยผลคูณของค่าความน่าจะเป็นดังสมการที่ 1 และวิธีการจำแนกประเภทแบบเบย์อย่างง่ายดังสมการที่ 2

$$P(a_1, a_2, \dots, a_n | v_j) = \prod_{i=1}^{n} P(a_i | v_j) \quad (1)$$

$$V_{NB} = argmax_{v_j \in V} P(v_j) \prod_{i=1}^{n} P(a_i | v_j) \quad (2)$$

เมื่อ V คือเซตของประเภทหรือค่าที่เป็นไปได้ของข้อมูล ซึ่งมีค่าคุณลักษณะเป็น $a_1, a_2, \dots, a_n$ และ v_j เป็นกลุ่มข้อมูล

2.2 ต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้จะประกอบด้วยโหนดแทนคุณลักษณะและโหนดล่างสุดแทนหมวดหมู่ การสร้างกิ่งสาขาจะพิจารณาจากค่าของคุณลักษณะ โดยใช้ค่าความได้เปรียบทางสารสนเทศ (Information Gain) มาช่วยตัดสินใจเลือกโหนด ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจแบบ C4.5 จะใช้ค่ามาตรฐานอัตราส่วนเกน (Gain Ratio) เพื่อเลือกคุณลักษณะที่จะใช้เป็นราก ถ้าให้ชุดข้อมูล M ประกอบด้วยค่าที่เป็นไปได้ คือ $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ และให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า m_i มีค่าเท่ากับ $P(m_1)$ ดังนั้น Entropy ของ M สามารถเขียนแทนด้วย $I(M)$ [3], [4] ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 3

$$I(M) = \sum_{i=1}^{n} -P(m_i) log_2 P(m_i) \quad (3)$$

ถ้าให้ข้อมูลสอนคือ T และคุณลักษณะที่เป็นโหนดคือ x และมีค่าทั้งหมดที่เป็นไปได้ n ชุด ค่าโหนดปัจจุบันจะแบ่งตัวอย่าง T ออกตามกิ่งเป็น $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ ตามค่าที่เป็นไปได้ของ x ดังนั้นจะสามารถคำนวณค่า Information Gain (IG) หลังจากแบ่งตามคุณลักษณะ x ได้ดังสมการที่ 4

$$I_x(T) = \sum_{i=1}^{n} \frac{|t_i|}{|T|} I(t_i) \quad (4)$$

ค่ามาตรฐานความได้เปรียบทางสารสนเทศ (Gain) ของคุณลักษณะ x ได้ดังสมการที่ 5

$$Gain(x) = I(T) - I_x(T) \quad (5)$$

2.3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

แนวคิดหลักของวิธีการนี้ใช้เพื่อหาระนาบการตัดสินใจในการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน ซึ่งใช้สมการเส้นตรงเพื่อแบ่งเขตข้อมูล 2 กลุ่มออกจากกัน โดยจะพยายามสร้างเส้นแบ่งตรงกึ่งกลางระหว่างกลุ่มให้มีระยะห่างระหว่างขอบเขตของทั้งสองกลุ่มมากที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะใช้ฟังก์ชันแม็ปสำหรับย้ายข้อมูลจากปริภูมินำเข้า (Input Space) ไปยังปริภูมิที่มีมิติสูงขึ้น (Feature Space) และสร้างฟังก์ชันวัดความคล้ายที่เรียกว่าเคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel Function) เพื่อหาระนาบเชิงเส้นบนปริภูมิใหม่ เพื่อให้สามารถสร้างเส้นแบ่งที่มีความซับซ้อนในปริภูมินำเข้า [3], [5], [6], [2]

3. การประมวลผลข้อความ

ในการจำแนกข้อความที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้ง จำเป็นต้องอาศัยการประมวลข้อความเพื่อเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม โดยงานวิจัยนี้เลือกที่จะทำการตัดคำ กำจัดคำหยุด คำนวณค่าความถี่ของแต่ละคำในแต่ละเอกสาร และ เลือกคุณลักษณะที่สำคัญเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้เพื่อจำแนกข้อความ

3.1 การตัดคำ

การตัดคำมีด้วยกันอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีการให้ผลด้านความถูกต้อง ความรวดเร็วของการทำงาน และปริมาณการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน นอกจากคำที่ยาวติดกันแล้ว ข้อความภาษาไทยยังมีการใช้คำทับศัพท์ มีคำกำกวม มีคำยืมจากภาษาต่างประเทศ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) การตัดคำแบบยาวที่สุดนี้จะเลือกคำที่ยาวที่สุด โดยเริ่มดูจากอักขระตัวซ้ายไปยังตัวขวาเมื่อได้คำที่ตรงกับในพจนานุกรมแล้วก็จะทำการตัดแล้วเริ่มต้นอักขระตัวใหม่ หากคำที่พยายามหาไม่ตรงกับในพจนานุกรมก็จะยอมทำการย้อนรอยกลับไป (Back Tracking) แล้วทำการตัดคำ แม้ว่าคำๆนั้นจะไม่มีอยู่ในพจนานุกรมเลยก็ตาม [7], [2]

3.2 การกำจัดคำหยุด

ในการเขียนรูปประโยคเพื่อสื่อความหมายไม่ว่าจะในเอกสารหรือข้อความล้วนมีคำที่ไม่มีนัยสำคัญอยู่ในประโยค ยกตัวอย่างเช่น คำสรรพนามที่เป็นตัวขยายคำนาม คำบุพบทที่ใช้เป็นตัวเชื่อมคำหรือกลุ่มคำให้มีความสัมพันธ์กัน คำสันธานที่เป็นตัวเชื่อมคำต่อคำ ซึ่งคำเหล่านี้เป็นคำหยุดที่เป็นคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่มีความหมายสำคัญต่อข้อความ และไม่มีประโยชน์ในส่วนของการจำแนกข้อมูล หากทำการกำจัดออกก็ไม่ได้ทำให้เนื้อความของข้อความเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด เช่นคำว่า และ ซึ่ง ของ ที่ ได้ ไป มา เป็นต้น

3.3 การหาค่าความถี่

หลังจากได้กลุ่มคำที่ปรากฏในเอกสารทั้งหมดมาแล้ว กลุ่มคำเหล่านี้จะถูกนำไปใช้หาค่าความถี่ในแต่ละเอกสาร และจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป หากคำใดไม่พบในเอกสารที่กำลังพิจารณาค่าความถี่จะมีค่าเป็น 0 ซึ่งจากการสังเกตพบว่ามีคำที่มีค่าความถี่เป็น 0 อยู่เป็นจำนวนมากในข้อมูลที่ผ่านการจัดเตรียมแล้ว ทำให้เสียเวลาในการประมวลผลนาน และบางคำอาจไม่มีส่วนช่วยในการจำแนกข้อมูล

3.4 การคัดเลือกคุณลักษณะ

หลังจากเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปความถี่แล้ว พบว่าข้อมูลมีปริมาณมาก เพื่อให้สามารถประมวลผลได้รวดเร็วขึ้น และช่วยลดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง จึงได้ทำการคัดเลือกคุณลักษณะสำคัญ วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะสำคัญมีด้วยกันหลายวิธี [8] ในงานวิจัยนี้เลือกที่จะศึกษาการลดข้อมูลด้วยวิธีการสหสัมพันธ์ (correlation-based feature selection) [9] และการใช้ค่าความได้เปรียบทางสารสนเทศ (information gain)

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

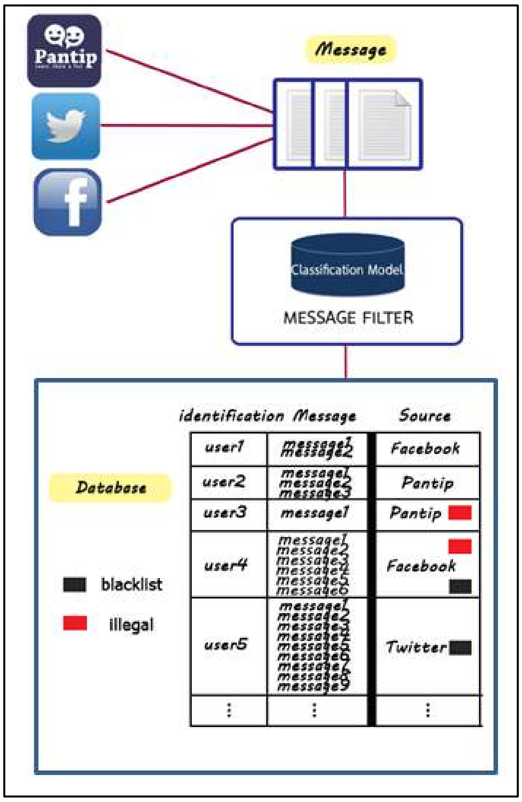
ในการสร้างระบบของโครงงานนี้จะอาศัยโปรแกรมอาร์ในการทำ ตั้งแต่กระบวนการรวบรวมข้อมูล การประมวลผลข้อความ การจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริทึมทั้ง 3 วิธีคือเบย์อย่างง่าย ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของแบบจำลองที่ เพื่อเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดแล้วนำแบบจำลองที่ได้ไปพัฒนาเป็นเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการดังนี้

1. นำข้อความจากสื่อสังคมออนไลน์มาทำการคัดกรองโดยผ่านแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อน

2. ทำการเก็บข้อความและบัญชีของผู้โพสต์ข้อความที่ถูกคัดกรองได้มาใส่ไว้ในฐานข้อมูล (Database)

3. นับความถี่ของข้อความจากบัญชีที่เคยโพสต์ข้อความในทำนองเดียวกันหลายครั้งเพื่อนำมาวิเคราะห์แนวโน้มสำหรับการคาดการณ์ถึงพฤติกรรมและเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น เช่น การปลุกระดมบนสื่อสังคมออนไลน์โดยการนัดหมาย การติดแฮชแท็ก (Hash tag) ในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อสร้างความปั่นป่วนและความแตกแยกของผู้คนผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เป็นต้น

4. หากผู้ใดที่มีการโพสต์ข้อความจำนวนมากและมีผู้ให้ความสนใจกับข้อความนั้นระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเพื่อให้ดำเนินการตามความเหมาะสม หากข้อความใดเข้าข่ายผิดกฎหมายมาตราใดหรือเข้าข่ายว่าเป็นผู้ชอบสร้างความขัดแย้งหรือระรานผู้อื่นก็จะทำการกำหนดเป็นบุคคลเฝ้าระวัง



รูปที่ 3 ภาพกระบวนการทำงานของระบบคัดกรอง

5. ผลการทดสอบการคัดกรองข้อความ

เพื่อจะเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการคัดกรองข้อความ จึงได้ออกแบบการทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อความจากทวิตเตอร์จำนวน 200 ข้อความ เป็นข้อความที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งจำนวน 100 ข้อความ และข้อความสนทนาทั่วไปอีก 100 ข้อความ นำมาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูล และทดสอบด้วยวิธีการ 10-Fold Cross Validation เปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Accuracy} = \frac{\mathbf{TP+TN}}{\mathbf{TP+FP+FN+TN}} \qquad (6)$$

เมื่อ TP คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มที่สนใจและตัวจำแนกทำนายว่าอยู่ในกลุ่มนั้น FP คือ จำนวนตัวอย่างที่ไม่อยู่ในกลุ่มแต่ตัวจำแนกทำนายว่าอยู่ในกลุ่ม FN คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มแต่ตัวจำแนกทำนายว่าไม่อยู่ในกลุ่ม TN คือ จำนวนตัวอย่างที่ไม่อยู่ในกลุ่มและตัวจำแนกทำนายว่าไม่อยู่ในกลุ่ม

ผลการเปรียบเทียบ 3 วิธีจำแนกข้อความ คือ เบย์อย่างง่าย ต้นไม้ตัดสินใจ และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แสดงในตารางที่ 1 ในตารางยังได้แสดงผลการเปรียบเทียบบนวิธีการลดมิติข้อมูล 2 แบบ คือ การใช้ความได้เปรียบทางสารสนเทศ ลดมิติข้อมูลเหลือ 90% และ 80% และอีกวิธีการหนึ่งคือการลดข้อมูลแบบสหสัมพันธ์

ตารางที่ 1 ความถูกต้องในการจำแนกข้อความที่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง

วิธีการจำแนกข้อมูล	ข้อมูลทั้งหมด	ลดข้อมูลแบบใช้ความได้เปรียบทางสารสนเทศ		ลดข้อมูลแบบสหสัมพันธ์
		90%	80%	
เบย์อย่างง่าย	72.5%	74.5%	73.5%	**80.0%**
ต้นไม้ตัดสินใจ	80.0%	82.5%	82.5%	**85.0%**
ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	85.0%	84.5%	82.5%	**88.5%**

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การลดข้อมูลแบบสหสัมพันธ์ สามารถลดข้อมูลได้มาก คือ จาก 1384 คุณลักษณะ เหลือเพียง 76 คุณลักษณะ และยังช่วยเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกได้ โดยเมื่อใช้ร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะให้ความถูกต้องสูงถึง 88.5% ในขณะที่การใช้ความได้เปรียบทางสารสนเทศ ไม่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้เนื่องจากไม่สามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องได้

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการจำแนกข้อความเพื่อคัดกรองข้อความที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งในสังคม โดยได้ทำการเปรียบเทียบ 3 วิธีการที่ใช้ในการจำแนก คือ เบย์อย่างง่าย ต้นไม้ตัดสินใจ และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ความถูกต้องสูงสุดบนข้อมูลที่นำมาทดสอบ และเมื่อเปรียบเทียบวิธีการลดมิติข้อมูลพบว่าการใช้สหสัมพันธ์เพื่อพิจารณาคุณลักษณะสำคัญช่วยลดมิติของข้อมูลลงมากและยังช่วยเพิ่มความถูกต้องได้อีกด้วย จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อคัดกรองข้อความและเฝ้าระวังบุคคลที่อาจจะนำข้อความที่อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งเผยแพร่ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Lewis, “Naïve Bayes at Forty: The independence assumption in information retrieval,” in Proceedings of European Conference on Machine Learning, 1998, pp. 4-15.

[2] นิเวศ จิระวิชิตชัย, ปริญญา สงวนสัตย์, พยุง มีสัจ. การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยแบบอัตโนมัติ, วารสารพัฒนบริหารศาสตร์, 2553, vol51, pp.190-195.

[3] พรพล ธรรมรงค์รัตน์, ลัดดา ปรีชาวีรกุล และวิภาดา เวทย์ประสิทธิ์, “การจำแนกประเภทเว็บเพจโดยใช้ค่าความถี่เอกสารและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน,” The 12th National Computer Science and Engineering Conference, 2008.

[4] J.R. Quinlan, C4.5: Programs for Machine Learning, Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

[5] C. Cortes and V. Vapnik, Support-Vector Networks. Machine Learning. Vol 20, Number 3, September, 1995.

[6] วัลลภ อินทร์ฉ่ำ. “ระบบการจัดหมวดหมู่เอกสารภาษาไทยอัตโนมัติโดยใช้ SVM ร่วมกับการประมวลผลภาษา,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2548.

[7] P. Charoenpornsawat, “Feature-based Thai Word Segmentation,” M.S. thesis, Dept. Comp. Eng., Chulalongkorn Univ., Bangkok, Thailand, 1999.

[8] Yang and O. Perderson, “A Comparative Study on Feature Selection in Text Categorization,” in Proceedings of ICML-97, 14th International Conference on Machine Learning, 1997.

[9] Mark A. Hall, “Correlation-based Feature Selection for Machine Learning”, Thesis, Department of Computer Science, The University of Waikato 1999.

ระบบตรวจสอบลายมือชื่อด้วยคุณลักษณะรหัสลูกโซ่

SIGNATURE VERIFICATION SYSTEM WITH CHAIN CODE FEATURES

ชยันต์ คงทองวัฒนา และ ธนัสนี เพียรตระกูล
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
25/25 ถ.พุทธมณฑลสาย4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170
E-mail: ckongtongvatana@gmail.com, tanasanee.phi@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้ เช่น การลงลายนิ้วมือ การลงตราประทับ หรือแม้แต่การใช้รหัสผ่านในระบบคอมพิวเตอร์ และหนึ่งในวิธีการยืนยันตัวบุคคลที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายคือ การยืนยันตัวบุคคลด้วยลายมือชื่อ แม้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีจะพัฒนาไปมาก แต่ด้วยความความยืดหยุ่น และความง่ายในการใช้งานทำให้การยืนยันตัวบุคคลด้วยลายมือชื่อยังคงเป็นที่นิยมใช้ แต่อย่างไรก็ตามลายมือชื่อถือได้ว่าเป็นการยืนยันตัวบุคคลที่สามารถถูกปลอมแปลงได้ง่าย และมีขั้นตอนในการตรวจสอบที่ค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอขั้นตอนวิธี และโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อใช้ในการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์ โดยใช้คุณลักษณะในเชิงเรขาคณิต ซึ่งรวมถึงคุณลักษณะที่สกัดจากรหัสห่วงโซ่ด้วย ในการทดสอบได้แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบเพื่อจำแนกลายมือชื่อจริงและปลอมออกจากกันได้ โดยให้ค่าความถูกต้องในการตรวจสอบลายมือชื่อสูงสุดที่ 91%

คำสำคัญ: รหัสลูกโซ่ การตรวจสอบลายมือชื่อ การสกัดคุณลักษณะ โครงข่ายประสาทเทียม การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

Currently, there are many approaches for personal identification such as fingerprint identification, seal of approval, or password identification in computer system. Signature is also one of widely used personal identification. Although, technology has been developed, signature identification is still used since it is flexible and easy to use. However, the signature is easily forged and hardly verified. Thus, this research proposes a signature verification algorithm and application system for offline-signature verification using chain code geometric features. The experimental results show that the proposed system can classify genuine and forged signatures with the highest accuracy at 91%.

Keywords: chain code, signature verification, feature extraction, neural network, machine learning

1. บทนำ

การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในการทำธุรกรรมต่างๆ มักจะอาศัยการยืนยันตัวบุคคลเพื่อแสดงถึงการเป็นเจ้าของ หรือ แสดงการยอมรับ ในปัจจุบันมีหลายวิธีที่สามารถใช้ยืนยันตัวบุคคลได้ เช่น การลงนาม การประทับลายนิ้วมือ และ การประทับตราสัญลักษณ์ประจำตัว สังเกตได้ว่าวิธีการเหล่านี้สามารถใช้ยืนยันตัวบุคคลได้ และมีผลกระทบต่อบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้อย่างมากหากเกิดการปลอมแปลงขึ้น วิธีการหนึ่งที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในการยืนยันตัวบุคคลก็คือการใช้ลายมือชื่อ แม้ในปัจจุบันมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการยืนยันตัวบุคคลไปมากแล้ว การยืนยันตัวบุคคลเปลี่ยนไปจากระบบอนาล็อคเป็นระบบดิจิตัล การยืนยันตัวบุคคลด้วยตราประทับ หรือลายนิ้วมือถูกแทนที่ด้วยรหัสผ่านบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ถึงกระนั้นด้วยความยืดหยุ่นของการใช้ลายมือชื่อ ทำให้การยืนยันตัวบุคคลด้วยลายมือชื่อก็ยังคงใช้อย่างกันแพร่หลาย

การตรวจสอบลายมือชื่อในปัจจุบันจะใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบโดยดูจากคุณลักษณะต่างๆของลายมือชื่อเช่น ลักษณะการตวัดปลายของเส้นลายมือชื่อ น้ำหนักของเส้น และขนาดของลายมือชื่อ ซึ่งการตรวจสอบในลักษณะนี้ มีปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้มากมาย ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถูกต้องของการตรวจสอบเช่น ความล้าของผู้ตรวจสอบ ความเชื่อ ความซับซ้อนของลายมือชื่อ หรือ ความไม่สม่ำเสมอของลายมือชื่อ จากปัจจัยเหล่านี้จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับตรวจสอบลายมือชื่อด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถให้ผลการตรวจสอบที่มีความถูกต้องแม่นยำ และใช้งานได้สะดวก เพื่อให้ผู้ตรวจสอบลายมือชื่อสามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และสามารถลดความผิดพลาดในการตรวจสอบได้

การตรวจสอบลายมือชื่อด้วยคอมพิวเตอร์ [1] สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์ และการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออนไลน์ การตรวจสอบลายมือชื่อแบบออนไลน์จะเป็นการตรวจสอบลายมือชื่อโดยการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 2 อย่างคือ ปากกาแบบพิเศษที่เรียกว่า สไตลัส และกระดานอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยอุปกรณ์สองอย่างนี้ทำให้การตรวจสอบลายมือชื่อแบบออนไลน์สามารถสกัดคุณลักษณะสำคัญ 2 ประการที่ทำให้การตรวจสอบลายมือชื่อแบบออนไลน์มีประสิทธิภาพสูงคือ ความเร็วของการลงลายมือชื่อ และน้ำหนักของการลงลายมือชื่อ ในขณะที่การตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์จะใช้ภาพถ่ายลายมือชื่อในการตรวจสอบทำให้การสกัดคุณลักษณะที่เหมาะสมทำได้ยากกว่าการตรวจสอบแบบออนไลน์ แต่จะมีข้อดีที่ว่าง่ายต่อการตรวจสอบในการใช้งานจริงมากกว่า

ในงานวิจัยชิ้นนี้จะนำเสนออัลกอริทึม และพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้คุณลักษณะเรขาคณิต [2] และรหัสลูกโซ่ [3] ที่สามารถสกัดเป็นคุณลักษณะที่สามารถบอกได้ถึงน้ำหนักของการลงลายมือชื่อ และลักษณะของลายมือชื่อได้ เพื่อช่วยจัดการกับปัญหา และลดความสูญเสียจากการปลอมแปลงลายมือชื่อในเอกสารสำคัญต่างๆ

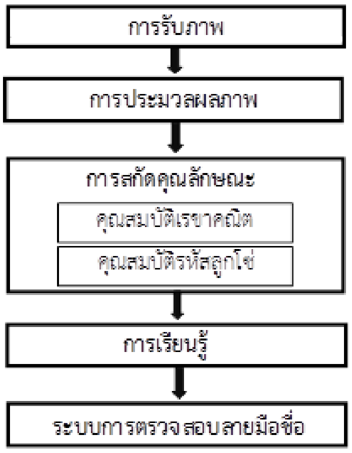
2. วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนออัลกอริทึม และพัฒนาแอพพลิเคชั่นในการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้คุณลักษณะรหัสลูกโซ่และเรขาคณิต และใช้ภาพลายมือชื่อจากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตัลในโทรศัพท์มือถือเป็นอินพุต ซึ่งจะแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบการตรวจสอบลายมือชื่อที่นำเสนอโดยการแสดงผลลัพธ์ค่าความถูกต้องของการตรวจสอบบน 4 เทคนิคการเรียนรู้ได้แก่ การเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม [4] การเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่าย การเรียนรู้แบบเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด k ตัว [5] และการเรียนรู้แบบซัพพอร์ทเวคเตอร์แมชชีน

3. กรอบแนวคิดการสร้างสรรค์ผลงาน

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนออัลกอริทึม และแอพพลิเคชั่นต้นแบบในการตรวจสอบลายมือชื่อแบบออฟไลน์โดยใช้คุณลักษณะเรขาคณิต และรหัสลูกโซ่ และขั้นตอนการทำงานของระบบได้แสดงไว้ในรูปที่ 1

ในส่วนของขั้นตอนการรับภาพ จะใช้กล้องดิจิตัลของมือถือในการเก็บภาพ โดยแบ่งเป็นภาพลายมือชื่อจริง 20 ภาพ และภาพลายมือชื่อปลอม 20 ภาพต่อ 1 คนเพื่อสร้างระบบการตรวจสอบลายมือชื่อ สำหรับในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดลองสร้างระบบตรวจสอบลายมือชื่อขึ้นจากแนวคิดนี้ โดยทำการเรียนรู้ลายมือชื่อจำนวน 10 คน ภาพลายมือชื่อที่ใช้ทั้งหมดจึงเท่ากับ 400 ภาพ และเนื่องจากใช้กล้องดิจิตัลจึงทำให้มีปัจจัยหลายอย่างที่ไม่สามารถควบคุมได้ในการเก็บภาพเช่น องศาของกล้อง แสง เป็นต้น ดังนั้นขั้นตอนการประมวลผลภาพจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจสอบลายมือชื่อ

สำหรับในส่วนขั้นตอนของการประมวลผลภาพ ภาพลายมือชื่อทั้งหมดจะถูกนำมาประมวลผลเพื่อให้มีคุณภาพที่พร้อมต่อการนำไปใช้ในขั้นตอนต่อๆไป โดยเทคนิคที่ใช้มี 7 เทคนิคดังนี้ การแปลงภาพเป็นภาพขาวดำ การลบกรอบ การหมุนภาพ การกำจัดสัญญาณรบกวน การตัดพื้นที่เฉพาะพื้นที่ลายมือชื่อ การแปลงขนาดภาพ และการตรวจจับเส้นแสดงรูปร่าง

จากนั้นภาพที่ประมวลผลแล้วจะถูกนำมาสกัดคุณลักษณะเรขาคณิตและคุณสมบัติรหัสลูกโซ่ ซึ่งคุณสมบัติเรขาคณิตได้แก่ ค่าเฉลี่ยจำนวนพิกเซลที่บรรจุข้อมูลลายมือชื่อตามแนวแกนระนาบ ค่าเฉลี่ยระยะทางจากพิกเซลที่บรรจุข้อมูลลายมือชื่อถึงจุดกำเนิด พื้นที่ของภาพลายมือชื่อหลังจากการทำเทคนิคการแบ่งส่วน อัตราส่วนระหว่างจำนวนพิกเซลทั้งหมดที่บรรจุลายมือชื่อต่อพื้นที่ของภาพลายมือชื่อ อัตราส่วนระหว่างความสูงกับความกว้างของภาพ

เนื่องจากรหัสลูกโซ่ที่ได้จากการแปลงภาพลายมือชื่อนั้นมีลักษณะค่อนข้างยาว และมีขนาดที่ไม่เท่ากันจึงไม่สามารถใช้รหัสลูกโซ่เป็นคุณลักษณะในการแยกแยะโดยตรงได้ จึงได้มีการสกัดคุณลักษณะจากรหัสลูกโซ่อีกทอดหนึ่ง โดยแนวคิดแรกของการสกัดคุณลักษณะจากรหัสลูกโซ่คือ การนับจำนวนในแต่ละทิศทางจากรหัสลูกโซ่ ซึ่งรหัสลูกโซ่ที่เราใช้เป็นรหัสลูกโซ่แบบ 8 ทิศทางจึงทำให้เราได้คุณลักษณะจากรหัสลูกโซ่ชุดแรก 8 คุณลักษณะ คือ จำนวนของแต่ละทิศทาง ตั้งแต่ทิศทางที่ 0 ถึง ทิศทางที่ 7 และอีกแนวคิดหนึ่งสำหรับการสกัดคุณลักษณะจากรหัสลูกโซ่คือการหาความยาวสูงสุดในแต่ละทิศทางซึ่ง

ทำให้สามารถสกัดได้อีก 8 คุณลักษณะ คือ ความยาวสูงสุดในทิศทางที่ 0 ถึงทิศทางที่ 7 รวมคุณลักษณะในการแยกแยะลายมือชื่อทั้งหมดเป็น 21 คุณลักษณะ จากนั้นค่าคุณลักษณะที่สกัดมาจากภาพลายมือชื่อจะถูกนำมาทดสอบบน 4 เทคนิคการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการจำแนกลายมือชื่อ ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องของการแยกแยะลายมือชื่อได้แสดงอยู่ในตารางที่ 1

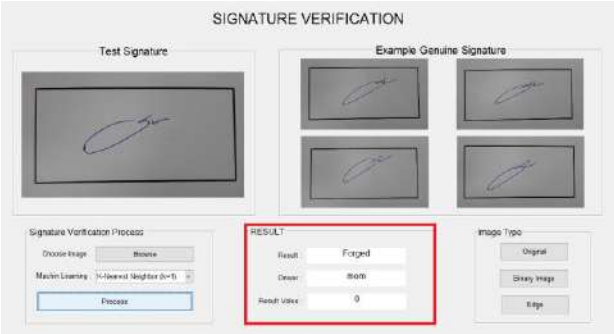
ตารางที่ 1 ค่าความถูกต้องของระบบการตรวจสอบลายมือชื่อ

การเรียนรู้	**คุณสมบัติที่**		
	1-5	**1-13**	**1-21**
โครงข่ายประสาทเทียม	71.25	**90.00**	89.00
เบย์อย่างง่าย	64.75	67.25	**69.75**
เพื่อนบ้านที่ใกล้สุด k ตัว	76.50	**91.00**	89.50
ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน	72.00	76.25	**77.50**
ค่าเฉลี่ย	71.13	81.13	**81.43**

จากตารางที่ 1 ทำให้ทราบว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอนั้นมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบลายมือชื่อและให้ค่าความถูกต้องสูงสุดถึง 91% บนเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด k ตัว (k=1) แต่อย่างไรก็ตามการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความถูกต้องถึง 90% จึงได้นำสมองกลทั้งสองตัวนี้มาพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ และแอพพลิเคชั่นต้นแบบได้แสดงในรูปที่ 2

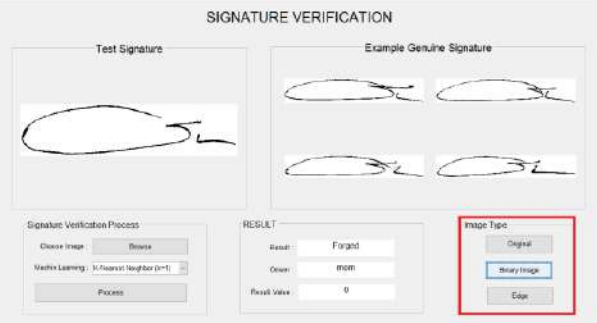
รูปที่ 2 หน้าต่างปฏิบัติการของโปรแกรมตรวจสอบลายมือชื่อ

จากรูปที่ 2 นี้ได้แสดงหน้าต่างปฏิบัติการของแอพพลิเคชั่นการตรวจสอบลายมือชื่อ ซึ่งในส่วนขั้นตอนการใช้งาน จะเริ่มจากการถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิตัลแล้วกดปุ่ม BROWSE เพื่อนำภาพถ่ายเข้าสู่โปรแกรม เลือกเทคนิคการเรียนรู้ที่จะใช้ในการแยกแยะลายมือชื่อ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าเทคนิคที่เหมาะสมกับการตรวจสอบลายมือชื่อและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันคือ การเรียนรู้แบบเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่ k ตัว และการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม จึงได้จัดทำระบบที่ให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าอยากใช้การเรียนรู้แบบใด จากนั้นกดปุ่ม Process เพื่อให้โปรแกรมประมวลผล ผลลัพธ์การตรวจสอบพร้อมลายมือชื่อจริงที่เคยถูกเรียนรู้ไว้แล้ว จะแสดงออกมาเพื่อให้มั่นใจได้ว่าการตรวจสอบมีประสิทธิภาพ ดังผลลัพธ์ที่แสดงในรูปที่ 3

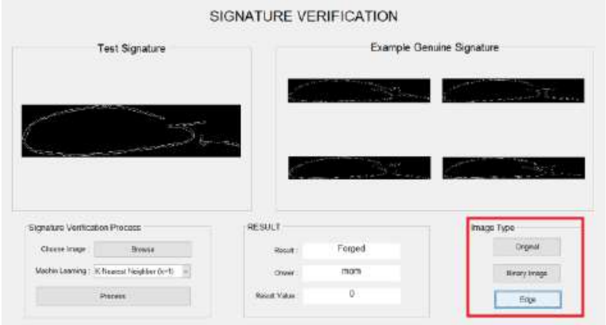


รูปที่ 3 ผลลัพธ์ของการทดสอบโปรแกรมตรวจสอบลายมือชื่อ

จากผลลัพธ์ดังที่แสดงในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าแอพพลิเคชั่นสามารถแยกแยะลายมือชื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบอกได้ถึงเจ้าของของลายมือชื่อได้อย่างแม่นยำ ทั้งนี้ในตัวแอพพลิเคชั่นยังสามารถแสดงภาพหลังจากการประมวลผลเป็นรูปหลังผ่านเทคนิคการแบ่งแยก และรูปแสดงเส้นแสดงรูปร่าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเองได้อีกด้วย และผลลัพธ์ได้แสดงในรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4 ผลลัพธ์การทดสอบโปรแกรมตรวจสอบลายมือชื่อ



รูปที่ 5 ผลลัพธ์การทดสอบโปรแกรมตรวจสอบลายมือชื่อ

4. จุดเด่นและประโยชน์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการตรวจสอบลายมือชื่อโดยใช้คุณลักษณะเรขาคณิตและคุณลักษณะรหัสลูกโซ่ ซึ่งสามารถสกัดลักษณะสำคัญในภาพลายมือชื่อ สามารถแยกแยะความแตกต่างของลายมือชื่อจริงและลายมือชื่อปลอมได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้วิธีการตรวจสอบลายมือชื่อที่สามารถทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ตรวจสอบลายมือชื่อสามารถทำงานสะดวกและรวดเร็วขึ้น นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นต้นแบบที่ใช้ในการตรวจสอบลายมือชื่อ แอพพลิเคชั่นต้นแบบนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบลายมือชื่อควบคู่ไปกับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการตรวจสอบลายมือชื่อได้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] P.R.Shahane et al. 2015. *Online Signature Recognition Using Matlab*. International Journal of Innovative Research in Electrical, Electrics, Intrumentation and Control Engineering Vol.3, Issue 2, February 2015.

[2] Amina Khatra. 2013. *Signature Verification Using Image Processing Technique*. In proceeding of GRA Global Research Analysis.

[3] Nor Amizam Jusoh, Jasni Mohamad Zain. 2009. *Application of Freeman Chain Codes: An Alternative Recognition Technique for Malaysian Car Plates*. IKIP International College, Taman Gelora, 25000 Kuantan, Pahang Malaysia, Faculty of Computer System $ Software Engineering, University Malaysia Pahang, Locked Bag 12, 25000 Kuantan, Pahang Malaysia.

[4] Indrajit Bhattacharya, Prabir Ghosh and Warup Biswas. 2013. *Offline Signature Verification using Pixel Matching Technique*. International Conference on Computational Intelligence: Nodeling Techniques and Applications.

[5] A. A. Ahmed Abdelrahaman and M. E. Ahmed Abdallah. 2013. *K-nearest neighbor classifier for signature verification system*. International Conference on Computing, Electrical and Electronics Engineering (ICCEEE), Khartoum, Sudan.

การปรับปรุงกล้องวงจรปิดเพื่อตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมการขโมยของอัตโนมัติ

Security Camera Improvement for Automatic Detection and Analysing Stealing Behaviour

ราชฤทธา รัตนวรกานต์[1] สัพพัญญู ศุภบุษป์[2] ฑิฆัมพร วัฒนาธนกุล[3] และ มิ่งมานัส ศิวรักษ์[4]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
25/25 ถพุทธมณฑล สาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม
E-mail [1]rattanavoragant@gmail.com [2]suppanyu2538@gmail.com [3]mic_6260@hotmail.com [4]mingmanas.siv@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

โปรแกรมนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการตรวจจับและตรวจสอบพฤติกรรมการขโมยของ ของบุคคลที่ถูกจับภาพได้ ผ่านกล่องวงจรปิดโดยมีกระบวนการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การตรวจจับมนุษย์ทุกคนที่ถูกพบในภาพของกล้องวงจรปิดอัตโนมัติ หลังจากนั้นนำรูปภาพของมนุษย์ที่ตรวจจับได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและพฤติกรรมของบุคคลนั้น หากบุคคลนั้นมีรูปแบบพฤติกรรมการขโมยของ ตรงตามรูปแบบที่กำหนด รูปของบุคคลนั้นจะถูกจัดเก็บไว้ในระบบ พร้อมทั้งแสดงผลให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอ

จากการทดลองพบว่าผลการทำงานของโปรแกรมนี้สามารถตรวจจับการขโมยของได้ 71%ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด

คำสำคัญ: การลักขโมย / กล้องวงจรปิด / การตรวจจับมนุษย์ / HOG descriptor

Abstract

This program is developed in order to detect and analyse stealing behavior of a human who is captured by a security camera. Theprocess of this program consists of 2 steps. First the program will automatically detect all the people captured by the camera and then the program will analyse detectedperson if the person has the designated stealing behavior. The image of the detected person will be saved into the system and display the result on the screen.

From the experiments, this program can detect the stealing pattern with an accuracy of 71% under the controlled environment.

Keyword :Stealing / Security camera / Human Detection / HOG descriptor

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันกล้องวงจรปิดมีบทบาทในกระบวนการยุติธรรมทางอาญาอย่างยิ่ง ในการติดตามตัวผู้กระทำความผิด และเป็นหลักฐานการกระทำความผิดของอาชญากร

การทำงานของกล้องวงจรปิดสามารถจับภาพ และบันทึกภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ แต่มีความจำกัดที่กล้องวงจรปิดไม่สามารถจำแนกพฤติกรรมของบุคคลที่ถูกจับภาพไว้ได้ว่าพฤติกรรมนั้น มีแนวโน้มที่จะก่ออาชญากรรมหรือไม่ คณะผู้จัดทำจึงพัฒนาโปรแกรมที่สามารถตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติ และสร้างระบบเตือนภัยเมื่อมีการกระทำความผิดเกิดขึ้น ทำให้สามารถติดตามจับกุม ผู้กระทำความผิดได้ทันที

โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมานี้เป็นโปรแกรมสำหรับตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติประเภทโดยใช้ภาษา python ในการพัฒนา การขโมยโดยเฉพาะการตรวจจับการกระทำความผิดนั้นจะถูกประมวลผลจากไฟล์วิดีโอที่ได้รับมาจากกล้อง และจะมีการเตือนผู้ใช้ทันทีที่พบผู้ต้องสงสัยว่ากระทำการขโมยถูกตรวจพบ

โดยโปรแกรมนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผนวกกล้องวงจรปิดกับการตรวจจับพฤติกรรมการขโมยของโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน และพัฒนาการตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติโดยเน้นไปที่การขโมยของ ให้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการแยกแยะพฤติกรรมการขโมยผิดพลาดอันเกิดจากการตรวจจับด้วยสายตามนุษย์

โดยในการทำงานจะตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติภายในห้องที่มีแสงสว่างเพียงพอไม่สว่างหรือมืดมากจนเกินไป และมุ่งเน้นไปในการตรวจจับพฤติกรรมเฉพาะการหยิบสิ่งของโดยเจ้าของไม่รู้ตัวหรือไม่อนุญาต

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

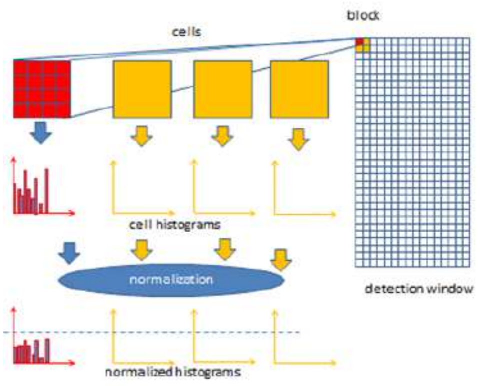
2.1 HOG descriptor

Histogram of oriented gradient descriptor [1] [2] เป็นตัวตรวจคุณลักษณะที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุในภาพของคอมพิวเตอร์และการประมวลผลภาพทางเทคนิคโดยขั้นตอนในการหา HOG ดังแสดงในรูปที่ 1 และมีรูปแบบการทำงานดังนี้

1. ภาพจะถูกแบ่งเป็นภาพขนาดเล็กหลายภาพที่เรียกว่า เซลล์

2. รวบรวม histogram ของ ทิศทางของ gradient หรือ ทิศทางของเส้นขอบในต่ละเซลล์

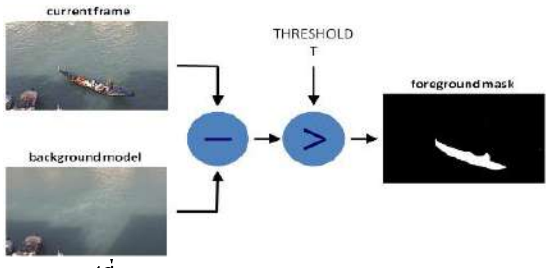
3. ทำการ normalize histogram ของพื้นที่ขนาดใหญ่ (block)
4. ทำการ normalize histogramเซลล์แต่ละเซลล์ใน block



รูปที่ 1 กระบวนการสร้าง HOG descriptor[1]

2.2 Background subtraction

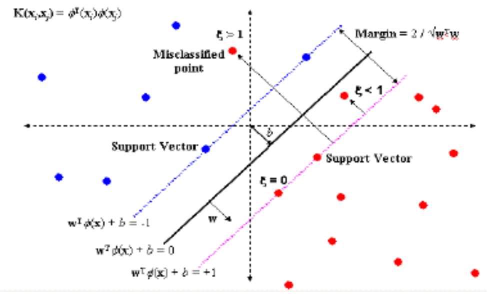
Background subtraction [3] หรือการทำงานลบพื้นหลังเป็นขั้นตอนวิธีตัดพื้นหลังออกจากเฟรมวิดีโอโดยใช้วิธีการนำภาพของเฟรมหนึ่งๆมาลบกับพื้นหลังที่กำหนด และส่วนต่างจากพื้นหลังจะได้เป็นวัตถุ [3]



รูปที่ 2 กระบวนการ background subtraction[3]

2.3 SVM detector

Support Vector Machine (SVM) เป็นอัลกอริทึมหนึ่งในการทำ Machine learning เพื่อแยกแยะ และจัดจำแนกข้อมูลโดยมีหลักการทำงานคือการนำข้อมูลที่ได้รับมาบันทึกลงFeature space จากนั้นทำการเลือก Hyperplaneเพื่อแบ่ง และจำแนกข้อมูล[4] ดังแสดงในรูปที่ 3 ในการตรวจจับคน การทำงานของโปรแกรมจะทำรูปแบบ HOG descriptor ของรูปร่างมนุษย์ร่วมกับการแยกแยะคนออกจากสิ่งอื่นด้วย การจำแนกแบบ Support vector machine โดยกระบวณการเหล่านี้จะทำขึ้นผ่านไลบรารี่OpenCV



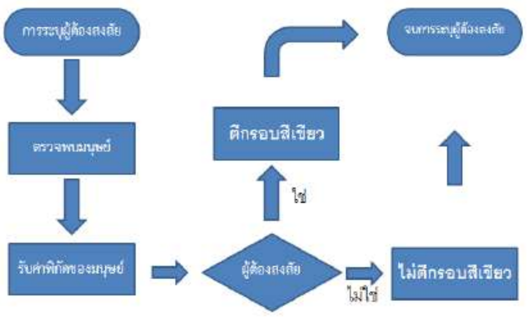
รูปที่ 3 หลักการทำงานของ SVM[4]

3. การทำงานของโปรแกรม

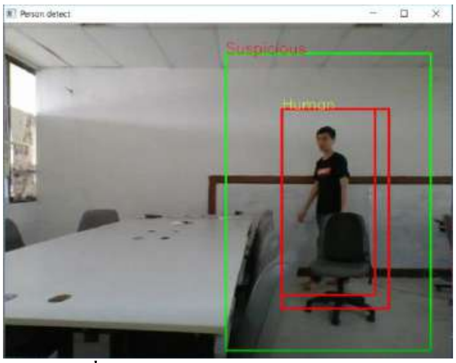
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการทำงานโดยมีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการบันทึกภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4โดยในขั้นตอนแรกโปรแกรมจะตรวจจับมนุษย์ทั้งหมดในรูปภาพโดยใช้วิธีการของ HOG descriptorและทำการส่งข้อมูลพิกัดที่ได้ไปตรวจสอบผู้ต้องสงสัย โดยพฤติกรรมผู้ต้องสงสัยมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

- มีการหยุดก่อนดำเนินการหยิบสิ่งของ โดยตรวจสอบการกระทำดังกล่าวด้วยการเคลื่อนไหวของมนุษย์
- ตรวจสอบการหายไปของ สิ่งขอ0งโดยการใช้วิธี การลบพื้นหลัง(background subtraction เพื่อหาความแตกต่างระหว่างภาพของห้องปัจจุบันกับภาพห้องในที่ถูกบันทึกไว้ขณะที่โปรแกรมเริ่มทำงาน เนื่องจากหากเกิดการขโมยขึ้นจะมีรูปของหายที่จะแตกต่างไปจากรูปตอนโปรแกรมเริ่มทำงาน

หลังจากนั้นหากรูปแบบตรงตามข้อกำหนดก่อนหน้า โปรแกรมจะปรับการล้อมกรอบมนุษย์ด้วยกรอบสีแดงดังรูปที่ 5 โดยกรอบจะถูกเปลี่ยนเป็นสีเขียวหากมีการขโมยเกิดขึ้นและโปรแกรมจะส่งเสียงสัญญาณเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งาน



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 5 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม

4.การทดลอง

4.1 การทดลองความสามารถในการตรวจจับมนุษย์

ควมนุษย์จะทำการทดลองในพื้นที่ที่กำหนดไว้โดยจะควบคุมสภาพแวดล้อมเช่น เวลา สถานที่ และ แสงเป็นต้น และจะเปรียบเทียบระหว่างสายตาของมนุษย์กับการตรวจจับของโปรแกรม ซึ่งจะวัดความถูกต้องโดยการการหาร้อยละระหว่างจำนวนคนที่โปรแกรมตรวจจับได้กับจำนวนคนที่นับได้จริงจากการตรวจสอบด้วยสายตาของมนุษย์

4.2 การทดลองความสามารถในการตรวจจับขโมย

การตรวจจับขโมยจะทำการทดสอบโดยที่สภาพแวดล้อมจะถูกควบคุมโดย ห้องที่ใช้ทดสอบเป็นห้องเดียวกันในสภาวะแสงที่แตกต่างกันและรูปแบบของตำแหน่งที่วางสิ่งของ และขนาดของสิ่งของที่หายแตกต่างกัน โดยทดลองใช้คนที่ทำการขโมยคนเดียวกัน โดยมีระยะห่าง 2-8 เมตรโดยมีการทดลองทั้งหมด 160 ครั้ง โดยจะมีการวัดผลด้วยความถูกต้องในรูปแบบของ confusion matrix ดังแสดงในรูปที่ 6

	ตรวจจับพบ	ตรวจจับไม่พบ
มีการขโมย	TP	FN
ไม่มีการขโมย	FP	TN

รูปที่ 6 Confusion matrix สำหรับประเมินผลการทดลองของโปรแกรม

โดยมีค่าที่ใช้ในการประเมินผลโดยสรุปจาก confusion matrix ที่ใช้ในการประเมินผลการทำงานของโปรแกรมนี้มีทั้งหมด 3 ค่า ดังนี้

1. ความถูกต้องรวม (Accuracy) หมายถึง ความถูกต้องของโปรแกรมในการทำงานปกติทั้งในกรณีจับขโมยได้ และในกรณีที่ระบบทำงานปกติเวลาไม่มีเหตุการณ์เกิดขึ้น โดยมีการคำนวณดังในสมการ (1)

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

2. ความแม่นยำของระบบที่ระบุว่าเกิดการขโมย (Precision) หมายถึง ความแม่นยำของระบบเมื่อมีการเตือนว่าเกิดการขโมยขึ้น โดยมีการคำนวณดังในสมการ (2)

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

3. ค่าความระลึกที่ระบบสามารถตรวจจับการขโมยได้ (Recall) หมายถึง เมื่อเกิดการขโมยขึ้นระบบสามารถตรวจจับได้ โดยมีการคำนวณดังในสมการ (3)

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

5 ผลการทดลอง

5.1 การตรวจจับมนุษย์

การทดลองนี้จะเป็นการตรวจจับโดยเปิดโปรแกรมทำงานแล้วหาความถูกต้องของโปรแกรม โดยทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง ด้วยการตรวจสอบคนเดินผ่านมาในกล้องวงจรปิด ระหว่าง 20 – 45 คน โดยมีผลการทำงานดังแสดงในตารางที่ 1 โปรแกรมสามารถตรวจจับคนที่เดินผ่านได้ความถูกต้องเฉลี่ย 91.97% โดยมีการทดลองในครั้งที่ 2 ให้ผลการตรวจจับ 100% โดยไม่มีความผิดพลาดเลย

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการตรวจจับมนุษย์

ครั้งที่	จำนวนคนที่เดินผ่านหน้ากล้อง	จำนวนคนที่กล้องจับได้	ความแม่นยำ
ครั้งที่ 1	21	19	90.5%
ครั้งที่ 2	26	26	100.0%
ครั้งที่ 3	22	19	86.4%
ครั้งที่ 4	44	40	90.1%
ครั้งที่ 5	28	26	92.86%
ค่าเฉลี่ย	141	130	91.97%

5.2 การตรวจจับขโมย จะเป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยจะสมมุติสถานการณ์ต่างๆเพื่อหาความแม่นยำในการตรวจจับขโมยของโปรแกรมโดยมีผลการทำงานความสามารถในการตรวจจับ ดังแสดงในรูปที่ 7

จากผลการทดลองในรูปที่ 7 พบว่าจากการทดลองทั้งหมด 160 ครั้งมีการขโมยเกิดขึ้นทั้งหมด 80 ครั้ง โปรแกรมสามารถมตรวจจับการขโมยได้ขณะมีการขโมย(True positive) ได้ 67 ครั้ง และตรวจจับการขโมยผิดพลาดในขณะที่ไม่มีการขโมย(False positive)46ครั้งไม่มีการตรวจจับการขโมยเมื่อมีการขโมย (False negative)13 ครั้งโดยสามารถประเมินผลได้ดังนี้ โปรแกรมสามารถตรวจจับขโมย ได้โดยมี ความถูกต้องรวม 70.63% ความแม่นยำเมื่อเกิดการขโมย 66.34% และค่าระลึกการเกิดขโมย 83.75%

ผลการตรวจจับ / การขโมย	มีการตรวจจับ	ไม่มีการตรวจจับ
มีการขโมย	67	13
ไม่มีการขโมย	34	46

รูปที่ 7 การสรุปผลการทดลองการตรวจจับการขโมย

6. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบ พบว่า โปรแกรมสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ โดยมีความถูกต้องในการตรวจจับ 91.97%ในสภาวะแวดล้อมที่กำหนด และโปรแกรมนี้สามารถตรวจจับพฤติกรรมการขโมยได้โดยมีความถูกต้องอยู่ที่ 70.63% ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ได้รับการควบคุม แต่โปรแกรมนั้นก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ ได้แก่ โปรแกรมนั้นมีระยะการทำงาที่จำกัดคือ 2 – 8 เมตรจากกล้อง โปรแกรมมีความไวต่อแสงไม่ว่าจะเป็นแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือ แสงอาทิตย์ โปรแกรมยังมีโอกาสทำงานผิดพลาดหากภายในห้องนั้นมีสิ่งของที่มีลักษณะทรงสูง เช่น เก้าอี้ หรือ พัดลมเนื่องจากมีรูปแบบการกระจายตัวของแสงคล้ายมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

[1]"Histogram of Oriented Gradients (HOG) Descriptor | Intel® Software", *Software.intel.com*, 2017. [Online]. Available: https://software.intel.com/en-us/node/529070. [Accessed: 08- Jun- 2017].

[2]*Histogram of oriented gradient for human detection*, 1st ed. Bill Trigg, Navneet Dalal, 2017.

[3] How to use background subtraction methods [Online]. Available: http://docs.opencv.org/trunk/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html [Accessed: 15- July- 2016].

[4] อัลกอริทึมSupport vector machine.[Online]. Available: http://kokzard.blogspot.com/2011/10/jfjkdshfkjsldf.html. [Accessed: 09- July- 2016].

IoT-Based Portable Wireless Printer

Wanchalerm Devinya, Dumrongchai Cheywut, Phongrid Yoosaeng, Wichapol Topraman, Natchanon Jamruang, and Chakkaphong Suthaputchakun

Department of Computer Engineering, Bangkok University, Thailand, Email: chakkaphong.s@bu.ac.th

Abstract

Nowadays, printing one page of document may not be possible during travelling, such as travelling on the airplane because the traditional printers are stationary and cannot be carried along with the user during his/her journey. Thus, most document must be printed in the office or at home. This paper proposes a Portable Wireless Printer using Arduino UNO R3 and NodeMCU ESP8266 as well as Internet of Things (IoT) concept. The objective of this Portable Wireless Printer is to allow users to wirelessly print document at anytime and anywhere. Due to its small size, which can be carried to anywhere during travelling, users can use the Portable Wireless Printer at any places and in any situations, including on an airplane or even at a cafe. It also has a built-in battery, so it can be used anytime without requiring a power outlet. NodeMCU ESP8266 also allows users to print documents wirelessly. Therefore, the Portable Wireless Printer is very small, lightweight, and easy to use and be carried. This makes printing job very convenient, especially for business in the digital era.

Keywords: Mobile, Wireless, Portable, Printer Arduino, UNO R3, NodeMCU, ESP8266, Internet of Things, IoT

1. Introduction

Due to the digital era, business grows very fast. Doing business is not an easy task, since situations change very quickly. The business plan printed in this morning may not be usable anymore when the user arrives the customer's office in the evening. However, document cannot be changed or reprinted during the travel. Business lost becomes inevitable in this case. However, this will not be a problem anymore in the future.

This paper introduces a Portable Wireless Printer based on Arduino UNO R3 [1] and NodeMCU ESP8266 [2]. The proposed Portable Wireless Printer is small and lightweight making it portable. Therefore, users can use the Portable Wireless Printer in any situations regardless where the users are. A built-in battery allows the Portable Wireless Printer to print document without power outlet. NodeMCU ESP8266 along with Arduino UNO R3 and Internet of Things (IoT) concept [3] allows a document to be printed wirelessly through IEEE802.11 standard (Wi-Fi) [4]. Thus, no cables or wires are required to connect the Portable Wireless Printer. As the result, the Portable Wireless Printer makes the printing job more convenient, practical, and easy.

The rest of the paper is organized as follows; Section 2 shows all technologies applied to an invention of the Portable Wireless Printer. Section 3 describes how the Portable Wireless Printer works. Performance evaluation result is shown in Section 4. Finally, Section 5 concludes the paper and points out all possible improvements in the future.

2. Related Technology

Several coming technologies nowadays including IEEE802.11 (Wi-Fi) and Internet of Things (IoT) can help to make people more comfortable. The Portable Wireless Printer is one example of such technologies.

2.1 IEEE802.11 Standard

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) defines a standard of computer network system called IEEE802.11 (Wi-Fi) in 1997. The IEEE802.11 wireless technology can be divided into several sub-standards, such as 802.11a, 802.11b, 802.11e, 802.11g, and etc. The main differences between each sub-standard are bandwidth and frequency, which such sub-standards are operating on. In the paper, the Portable Wireless Printer is compatible with IEEE802.11b/g/n to support a wide range of data transmission rates.

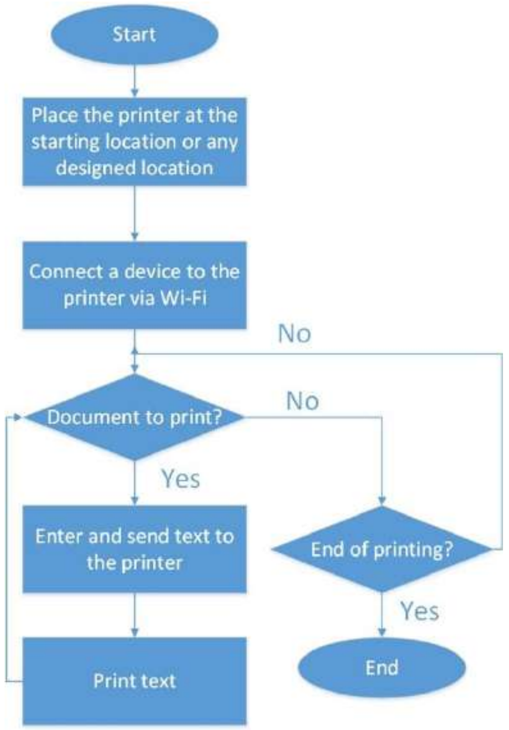


Fig. 1 Overall Flowchart of the IoT-Based Portable Wireless Printer

2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) has recently been discussed as an emerging technology. Internet of Things (IoT) technology has a direct meaning to allow everything to connect to the existing internet infrastructure, which is sometimes also called Internet of Everything (IoE) [5]. Therefore, there are three main components in IoT. The

first one is internet platform that allows connectivity of all devices. The second component is Thing, which basically is any uniquely identifiable embedded device including microcontroller devices, mobile phones, tablets, laptops, personal computers and etc. The last component is interface, which could be Ethernet cable, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, UWB, and Etc. IoT implementation can be done through microcontroller, such as Arduino with Wi-Fi Shield or Raspberry Pi with USB Wi-Fi Dongle. In this paper the authors decide to use Arduino UNO R3 as the main microcontroller and NodeMCU ESP8266 as its Wi-Fi Shield.

3. IoT-Based Portable Wireless Printer

The IoT-Based Portable Wireless Printer has been developed to print document anywhere and anytime. The overall flowchart of the system is demonstrated in Figure 1. Before printing any text, the printer must be placed in the starting position, which is the top-left corner of the paper. Then, the printing process starts by connecting any mobile devices, such as smart phones, tablets, or laptops, to the printer via Wi-Fi. Once connected, users send any text to the Portable Wireless Printer through web application. When the sent text arrives the Portable Wireless Printer, the printer prints out the text by controlling printer's head and printer's wheel accordingly. The printer checks if there is a new coming text to print, and continue the printing process until there is no text left. Then, the program is terminated by closing the web application. In more detail, the system can be categorized into five sub-operations as follows.

3.1 Portable Wireless Printer Placement

Before printing any texts, the Portable Wireless Printer must be placed in the corrected starting point, which is on the top-left corner of the paper. It is noted that the triangle symbol must be placed at the top-left corner as shown in Figure 2. In addition, the 3D design of the Portable Wireless Printer is also shown in Figure 3.

Fig. 2 Placement of Portable Wireless Printer

3.2 Wireless Connection

Instead of using a printer cable as in the traditional printers, to print a document using the Portable Wireless Printer, users only connect to the printer via Wi-Fi. The process for Wi-Fi connection is as same as when users connect to any Wi-Fi routers. The SSID of the Portable Wireless Printer as a default is "Printer" as illustrated in Figure 4.

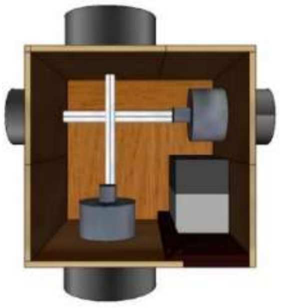


Fig. 3 3D Design of the Portable Wireless Printer

Fig. 4 Wireless Connection

3.3 Mobile Printing Application

Once the user connect to the printer via Wi-Fi, the user can now print any texts. To do so, the user is required to open a browser and go to URL 192.168.4.1. The web-based mobile printing application will be displayed as in Figure 5. To print a text, the user only types the text into the textbox and clicks print button shown in Figure 6.

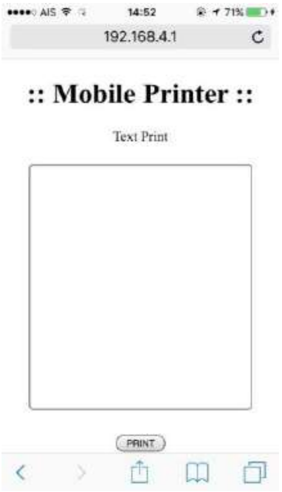


Fig. 5 Web-based Mobile Printing Application

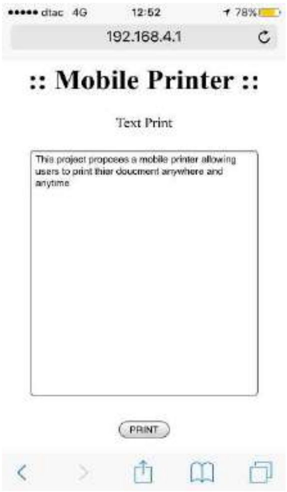


Fig. 6 Enter Printing Text

3.4 Printer's Processing Unit

Once the user clicks the print button, the printing text is sent to the Portable Wireless Printer through Wi-Fi module of NodeMCU ESP8266 (Figure 7) and then

passed to Arduino UNO R3 (Figure 8). The Arduino UNO R3 as a processing unit of the printer will process the request and control the printer's head to spay ink properly according to the text input. At the same time, the Arduino UNO R3 also determines the number of steps to move the printer's wheel in relative to the ink spraying, so that the input text is printed into the paper correctly.

Fig. 7 NodeMCU ESP8266 [2]

Fig. 8 Arduino UNO R3 [1]

3.5 Printer's Head and Wheel Control

To print the input text, the Portable Wireless Printer must control printer's head and wheel accordingly. The printer head implemented in this project is HP C6602A [6] as shown in Figure 9.

Fig. 9 Printer's Head HP C6602A

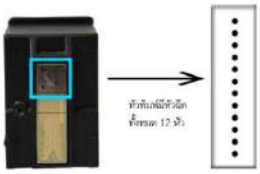


Fig. 10 Orientation of 12 nozzles

The HP C6602A printer's head consists of 12 ink nozzles vertically (Figure 10). According to the specification HP C6602A, one character has 120 dots resolution (12 x 10 dots) as illustrated in Figure 11.

To print a character i.e. character "A", the Portable Wireless Printer has to control ink spray of 12 nozzles. In this case, only the first 8 nozzles from the bottom will start spraying ink (Figure 11) for 6 µs each. The delay interval between each nozzle to operate is 0.5 µs shown in Figure 12.

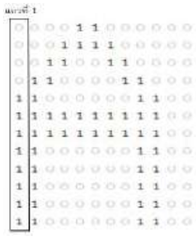


Fig. 11 Resolution of a character

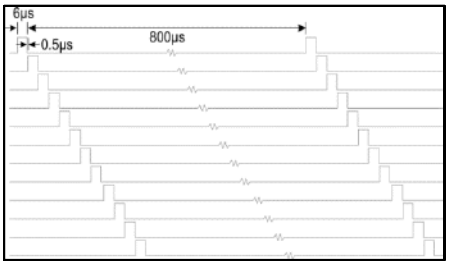


Fig. 12 Orientation of 12 nozzles [7]

After all 8 nozzles finish spraying the ink. The Arduino UNO R3 controls the stepping motor to move the printer's wheels to the right hand side. Then, the printer starts spraying the ink for the second column of the character. In case of character "A", only the first 9 nozzles from the bottom will operate. The printer continues to spray ink and move to the right until the character is completely printed shown in Figure 13.

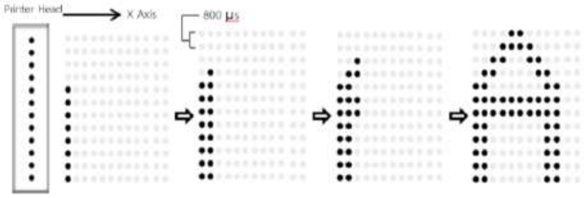


Fig. 13 Example of printing character "A"

Before printing the next character, the printer moves to the right for 2 steps without spraying ink to create space between each pair of characters shown in Figure 14. To move to the next line, the printer move the wheel downward and then move backward to the left for the number of steps that the printer has moved to the right.

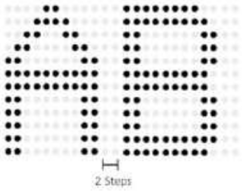


Fig. 14 Space between each pair of characters

Fig. 15 Omni Wheel

It is noted that printer wheels implemented in this paper are Omni wheels (Figure 15), allowing printer to move in four directions; i.e. up, down, left, and right.

4. Performance Evaluation Result

The actual prototype of the Portable Wireless Printer is shown in Figure 16. The printer has a printing speed of 20 seconds per line, while the battery can last up to one and half hour in case of continuous printing. The total weight of the printer is less than 1 kg. As a prototype, the printer still has some limitations. At the moment, the printer works with A4 paper, print in black color, and print in capital letter format only. However, this limitation can be easily tackled in the future development.

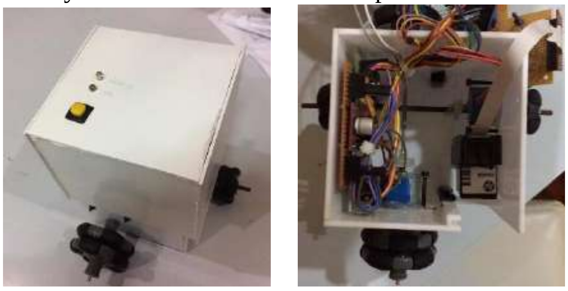


Fig. 16 Actual Prototype of the Portable Wireless Printer

To evaluate performance of this prototype, the same sentence is printed several times. There are 2 test scenarios in the performance evaluation process. In the

first scenario, the sentence “This mobile printer works with the wireless network” is printed 5 times. The result of the printing is illustrated in Figure 17. In the second scenario, the other sentence “This project proposes a mobile printer” is printed for 11 times. The result of the printing is illustrated in Figure 18.

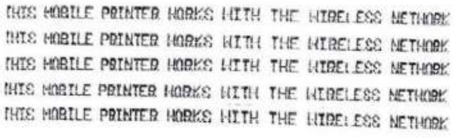


Fig. 17 The result of the printing “This mobile printer works with the wireless network” for 5 times

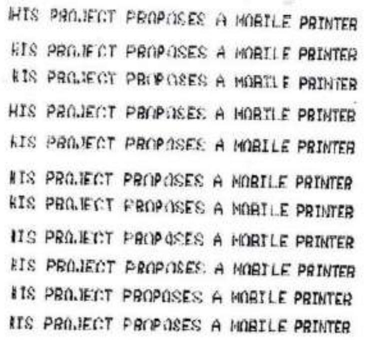


Fig. 18 The result of the printing “This project proposes a mobile printer” for 11 times

According to the results in Figures 17 and 18, it is observed that there is a drift at the start of the printing process of each line. This is due to the fact that the stepping motor used to drive printer’s wheel, may require a period of time to hit the full speed, while the printer’s head starts printing immediately. As a result, the first couple letters of each line are printed, while the wheel is rarely moving. The letters consequently are not printed properly. This could be corrected by delay the printing head until the printer’s wheel hits its full speed.

The second problem founded is the struck of printer’s head, as it can be seen from the results that at the bottom of each line there is no ink injected. This results in incompletely printed letters at the bottom of each line. To solve this problem, the printer’s head should be cleaned every time after and before the printing process.

The last problem is line alignment. As observed from the result, the line of letters are not as straight as it should be. This is because, unlike the traditional printer, there is no fix reference in the Portable Wireless Printer. A small drift of printer’s wheel may make line’s alignment incorrect. This error will be accumulated until the printer’s alignment is reset. It is quite challenging to solve this problem. The main possible solution should be minimizing drift of the printer’s wheel as much as possible. However, this is not a trivial problem. Further design and experiment must be taken into consideration to solve this problem in the future.

5. Conclusion and Future Work

In conclusion, this paper proposes the IoT-based Portable Wireless Printer that allows users to wirelessly print document at anytime and anywhere. With IoT technology, the printer can print any document through Wi-Fi. However, from the performance evaluation result, there is still a room for future improvement. The major one is how to control the movement of the printer wheel without drift. This will solve the problem of line alignment and improper print of the first few letters at the beginning of each line. Therefore, the printer could be out for commercial in the near future.

References

[1] Arduino UNO R3 [Online]. Available: http://www.iorodeo.com/content/arduino-uno-r3

[2] NodeMCU ESP8266 [Online]. Available: http://www.micontechlab.com

[3] E. Ahmed, I. Yaqoob, A. Gani, M. Imran and M. Guizani, "Internet-of-things-based smart environments: state of the art, taxonomy, and open research challenges," in *IEEE Wireless Communications*, vol. 23, no. 5, pp. 10-16, October 2016

[4] IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications - Redline," in *IEEE Std 802.11-2012 (Revision of IEEE Std 802.11-2007) - Redline* , vol., no., pp.1-5229, March 29 2012

[5] M. H. Miraz, M. Ali, P. S. Excell and R. Picking, "A review on Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE) and Internet of Nano Things (IoNT)," *2015 Internet Technologies and Applications (ITA)*, Wrexham, 2015, pp. 219-224

[6] HP Extended TIJ 1.0 Transaction Print Cartridges [Online]. Available: http://h20195.www2.hp.com/v2/GetPDF.aspx%2F4AA4-2523ENW.pdf

[7] Cartridge Theory [Online]. Available: http://nicholasclewis.com/projects/inkshield/theory/

Wanchalerm Devinya, Dumrongchai Cheywut, Phongrid Yoosaeng, Wichapol Topraman, and Natchanon Jamruang are the students of Computer Engineering School at Bangkok University Thailand. They are interested in microcontroller and its applications.

Chakkaphong Suthaputchakun is a lecturer at Bangkok University, who received B.Eng. in Computer Engineering from King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Thailand in 2002, M.S. in Electrical and Computer Engineering at University of Massachusetts, Amherst, USA in 2006, and PhD in Electronic Engineering at University of Surrey, England in 2013. His research interests are in the area of computer network and security.

การออกแบบระบบควบคุมและกลไกการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลน

A Designed of Control System and Mechanisms for Rice Sowing Robot in the mud Field.

กมล บุญล้อม[1] เสกสรร วงศ์สม[1] ธเนศ คณะดี[1] ไกรสร แก้วจันทร์เป็ง[1] และเสกสรรค์ วินยางค์กูล[2]

[1]ศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

[2]วิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยมุ่งเน้นกลไกของการหยอดเมล็ดข้าวที่สามารถควบคุมความแม่นยำในการหยอดเมล็ดข้าว ให้ได้ระยะห่างตามที่ต้องการ และหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ การหยอดเมล็ดข้าว จะมีความสัมพันธ์ของระยะที่ทำการหยอดเมล็ดข้าว (ΔS) หรือระยะที่ทำการหยอดเมล็ดข้าวเฉลี่ย ($\Delta\bar{S}$) กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว (V) และความเร็วในการหมุนของมอเตอร์โดยการจ่ายสัญญาณพัลส์(pulse , P) โดยรูปแบบของสมการ ΔS , $\Delta\bar{S}$ = f(P,V) ซึ่งในการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กรณีได้แก่ กรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นเรียบ และกรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นโคลน และกำหนดระยะในการหยอดเมล็ดข้าวไว้ที่ระยะห่างเท่ากับ 20 เซนติเมตร ซึ่งผลการทดสอบของทั้ง 2 กรณีพบว่าระยะในการหยอดจะมีผลในทิศทางเดียวกับความเร็ว และมีผลในทิศทางตรงกันข้ามกับความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์ เมื่อพิจารณาหาค่าความเร็วสูงสุดที่จะรักษาระยะการหยอด จะได้ความเร็วสูงสุดของหุ่นยนต์กรณีพื้นเรียบไม่เกิน 2.51 km/hr. และกรณีพื้นโคลนไม่เกิน 2.57 km/hr. และพิจารณาระยะหยอดจากการทดสอบ เปรียบเทียบกับผลการคำนวณทางทฤษฎี พบว่าในกรณีของพื้นโคลนมีค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งน้อยสุดที่ 1.97 cm คิดเป็น 1.89 เปอร์เซ็นต์ (V =2 km/hr., P=100) และมากสุดที่ 9.11 cm คิดเป็น 8.199 เปอร์เซ็นต์ (V =5 km/hr., P=50) และในกรณีของพื้นโคลนมีค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งน้อยสุดที่ 1.97 cm คิดเป็น 8.865 เปอร์เซ็นต์ (V =2 km/hr., P=100) และมากสุดที่ 9.61 cm คิดเป็น 8.64 เปอร์เซ็นต์ (V =5 km/hr., P=50)

คำสำคัญ: กลไกการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว, การทำนาหยอด, หุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

Abstract

This research is a research study for the development of rice seed drilling robot. By focusing on the mechanism of rice sowing, the objective is to study, design and construct a rice seed drilling robot. The sowing of grain there is a correlation between the sowing period (ΔS) and the average grain sowing (ΔS) and the speed of the rice sowing (V) and the pulse speed (P). The form of the ΔS, ΔS = f (P, V) equation is divided into two cases include if the robot moves on a muddy ground. The spacing of the seeds was set at 20 cm. The results of both experiments showed that the drop distance was the same as the speed. And it results in the opposite direction to the motor speed in pay plus will maintain the dropping distance. will be the maximum speed of the vehicle in the case of smooth surface should not exceed 2.51 km / hr. and the case of mud does not exceed 2.57 km / hr. Test Compared with the theoretical calculation. It was found that in the case of mud ground, the minimum tolerance of 1.97 cm was 1.89 percent (V = 2 km / hr., P = 100) and the maximum of 9.11 cm was 8.199 percent (V = 5 km). / Hr., P = 50). In the case of mud ground, the minimum position error was 1.97 cm, representing 8.865 percent (V = 2 km / hr., P = 100) and 9.61 cm 8.64 percent (V = 5 km / hr., P = 50)

Keywords: Rice seed drop mechanism, Farming type of drop rice, Wireless communication

บทนำ

การทำนาหว่านคือการปลูกข้าวโดยเอานำเมล็ดพันธุ์ข้าวหว่านลงไปในพื้นนาที่ได้ไถ เตรียมดินไว้ ซึ่งปัญหาของการทำนาหวานคือการขาดแคลนแรงงานที่จะทำนา ข้อเสียขอการทำนาหว่านก็คือไม่ได้ต้นข้าวที่เรียงเป็นแถวและทำการดูแลรักษายาก ซึ่งทำให้ผลผลิตต่ำไม่คุ้มค่าในการลงทุน [1] จากหลักการและเหตุผลที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้น ทางคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนา และนำเอาเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย โดยการนำหุ่นยนต์หยอดกล้าพันธุ์ข้าวเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนาให้ดียิ่งขึ้นซึ่งสามารถช่วยลดแรงงานคน และระยะเวลาทำนาให้สั้นลงต่อไร่ประมาณ 20 นาที และทำให้แนวของการหยอดเมล็ดมีระเบียบเป็นแถว และมีปริมาณของเมล็ดข้าวที่ทำการหยอดในปริมาณที่คงที่ประมาณ 15-18 เมล็ดต่อ 1 หัวจ่าย ซึ่งจะลดปริมาณการสูญเสียของเมล็ดข้าวเมื่อเทียบกับระบบการทำนาข้าวแบบใช้คนหว่าน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์

ข้าวสำหรับการทำนาหยอดควบคุมด้วยระยะไกลผ่านระบบการสื่อสารแบบไร้สาย [2] โดยหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ทั้งระบบบังคับด้วยมือระยะไกลผ่านระบบการสื่อสารแบบไร้สายและระบบควบคุมการเดินทางหยอดกล้าพันธุ์ข้าวแบบกึ่งอัตโนมัติ [3] ซึ่งจะอาศัยการระบุตำแหน่งของการเดินทางด้วยจีพีเอส โดยถูกประมวลผลและสั่งการด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำนา สามารถช่วยลดขั้นตอนไม่ต้องเพาะต้นกล้าและสามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้อย่างดี

วัตถุประสงค์

1. ทำการออกแบบระบบควบคุมและกลไกการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลน
2. เพื่อพัฒนากลไกและระบบควบคุมระยะการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับความความเร็วของหุ่นยนต์ และความเร็วมอเตอร์ในการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

การออกแบบโครงสร้าง และส่วนประกอบ

ในการออกแบบในส่วนโครงสร้าง และส่วนประกอบทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบทางกายภาพ และการใช้งานที่เหมาะสมโดยได้เลือกวัสดุ อุปกรณ์ของการพัฒนาสร้างเครื่องการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับการทำนาหยอดที่มีมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดแต่ละชิ้นดังแสดงในรูปที่ 1

ผลการศึกษา

ในการศึกษาผลของความสัมพันธ์ ของระยะที่ทำการหยอดเมล็ดข้าว (ΔS) หรือระยะที่ทำการหยอดเมล็ดข้าวเฉลี่ย ($\Delta \bar{S}$) กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลน (V) และความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายpulse (P) โดยรูปแบบของสมการดังแสดง $\Delta S = f(P, V)$ หรือ $\Delta \bar{S} = f(P, V)$ (1)

โดยสามารถเขียนในรูปของสมการดังนี้

$$\Delta S, \Delta \bar{S} = C_1 + C_2 V + C_3 P \quad (2)$$

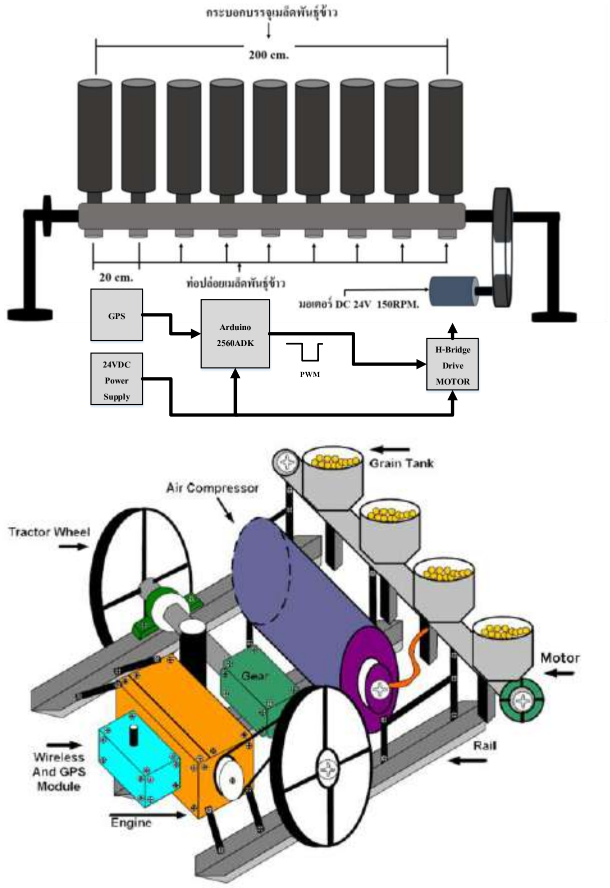
ในการพิจารณารูปแบบของสมการนี้แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นเรียบ และกรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นโคลน และกำหนดระยะในการหยอดเมล็ดข้าวไว้ที่ระยะห่างเท่ากับ 20 cm. ซึ่งความสัมพันธ์ของสมการจะสามารถหาความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์ให้แก่มอเตอร์ที่ความเร็วของหุ่นยนต์ ณ ขณะนั้นเพื่อที่จะทำให้สามารถหยอดเมล็ดข้าวได้ระยะห่างที่ 20 cm.

ในการวิเคราะห์ในกรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นเรียบจะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้

$\Delta S = 56.42 + 13.78V + (-0.714)P$ (Adjusted R^2=0.937)

และ $\Delta \bar{S} = 56.99 + 13.69V + (-0.717)P$ (Adjusted R^2=0.94)

โดยสามารถทำการประมาณระยะทางในการหยอดเมล็ดจากข้อมูล



รูปที่ 1 ระบบการทำงานหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธ์ข้าวสำหรับนาโคลน

(n=200) และข้อมูลเฉลี่ย (n=20) เทียบกับสมการ โดยสามารถเขียนสมการในหาความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่กำหนดตำแหน่งระยะห่างเท่ากับ 20 cm.(ΔS, $\Delta \bar{S}$ =20 cm.)ที่ความเร็วใดๆได้ดังนี้

ซึ่งจะได้ว่า $P = 51.01 + 19.3V$

และ $P = 51.81 + 19.17V$ (ค่าตำแหน่งเฉลี่ย)

โดยที่ V คือความเร็วของหุ่นยนต์ ณ ขณะนั้น ในการกำหนดค่าของความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์ สามารถกำหนดได้โดยมีค่าสูงสุดอยู่ 100 เปอร์เซ็นต์ความกว้างที่ความถี่ (50Hz) ซึ่งเป็นค่ากำหนดสูงสุดของมอเตอร์ ดังนั้นความเร็วสูงสุดที่จะสามารถกำหนดระยะในการหยอดที่ระยะ 20 cm. จะได้ความเร็วที่

$$100 = 51.01 + 19.3V$$

ดังนั้น V = 2.54 km//hr. และ V = 2.51 km//hr. (ค่าตำแหน่งเฉลี่ย)

ดังนั้นความเร็วสูงสุดของหุ่นยนต์ไม่ควรเกิน 2.51 km/hr.

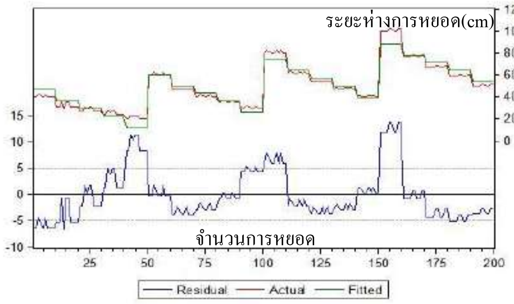
กรณีที่หุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลนเคลื่อนที่บนพื้นโคลน

ในการวิเคราะห์ในกรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นโคลนจะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้

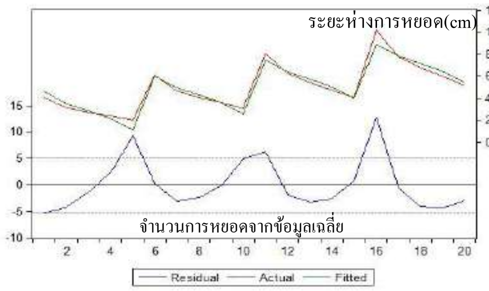
$\Delta S = 53.15 + 13.94V + (-0.69)P$ (adjusted R^2=0.941)

และ $\Delta \bar{S} = 52.00 + 14.31V + (-0.70)P$ (adjusted R^2=0.94)

โดยสามารถทำการประมาณระยะทางในการหยอดเมล็ดจากข้อมูล (n=200) และข้อมูลเฉลี่ย (n=20) เทียบกับสมการ กรณีพื้นโคลนได้ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3



รูปที่ 2 ค่าการประมาณระยะทางในการหยอดเมล็ดจากข้อมูล(n=200) เทียบกับสมการกรณีพื้นโคลน



รูปที่ 3 ค่าการประมาณระยะทางในการหยอดเมล็ดจากข้อมูลเฉลี่ย (n=20) เทียบกับสมการกรณีพื้นโคลน

โดยสามารถเขียนสมการในหาความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่กำหนดตำแหน่งระยะห่างเท่ากับ 20 cm. (Δs, $\Delta \bar{s}$ =20 cm.)ที่ความเร็วใดๆได้ดังนี้

ซึ่งจะได้ว่า $P = 48.04+20.20V$

และ $P = 45.71+20.44V$ (ค่าตำแหน่งเฉลี่ย)

โดยที่ V คือความเร็วของหุ่นยนต์ ณ ขณะนั้น

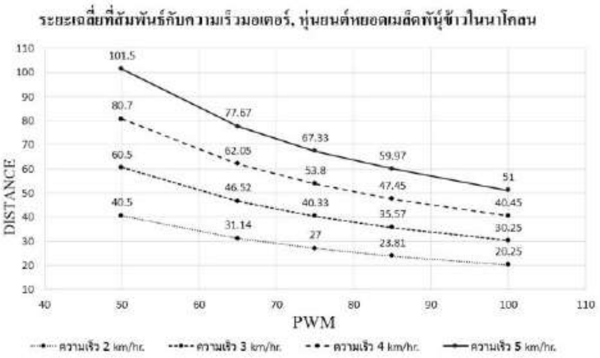
ในการกำหนดค่าของความเร็วมอเตอร์ในการจ่ายสัญญาณพัลส์สามารถกำหนดได้โดยมีค่าสูงสุดอยู่ 100 เปอร์เซ็นต์ความกว้างที่ความถี่ (50Hz) ซึ่งเป็นค่ากำหนดสูงสุดของมอเตอร์ ดังนั้นความเร็วสูงสุดที่จะสามารถกำหนดระยะในการหยอดที่ระยะ 20 cm. จะได้ความเร็วที่

$$100 = 48.04+20.20V$$

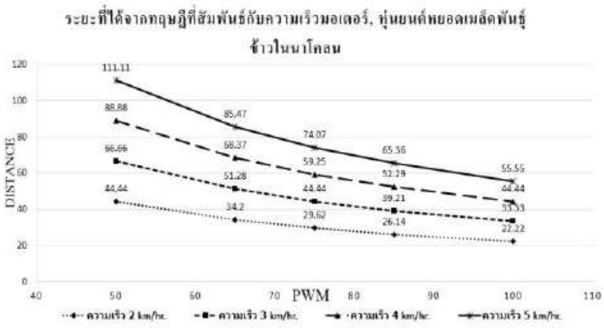
ดังนั้น V = 2.57 km//hr. และ V = 2.66 km//hr. (ค่าตำแหน่งเฉลี่ย)
ดังนั้นความเร็วสูงสุดของหุ่นยนต์ไม่ควรเกิน 2.57 km/hr.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยที่สัมพันธ์กับความเร็วมอเตอร์และความเร็วหุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในนาโคลนดังรูปที่ 4 และ 5 ซึ่งระยะของการหยอดเมล็ดจะขึ้นอยู่กับความเร็วโดยมีความสัมพันธ์กันในทางเดียวกันคือ ความเร็วเพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะในการหยอดเพิ่มขึ้น และจะมีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้ามกับสัญญาณพัลส์ เมื่อถ้าเพิ่มสัญญาณพัลส์ให้กับมอเตอร์จะทำระยะในการหยอดลดลง



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองนาโคลน

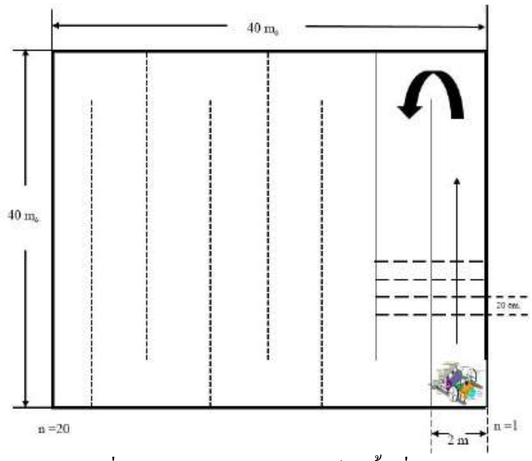


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการคำนวณนาโคลน

การเปรียบเทียบการทำงานของหุ่นยนต์หยอดเมล็ดข้าวต่อพื้นที่ ในการคำนวณความสามารถในการปล่อยเมล็ดข้าว จะขึ้นอยู่กับความเร็วที่เคลื่อนที่โดยได้กำหนดความเร็วไว้ที่ 2 3 4 และ 5 km/hr. ดังนั้นจะได้ผลของเวลาในการทำงานต่อ 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร) โดยพิจารณากำหนดให้พื้นที่ที่ทำการทดลองเป็น สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความกว้างและยาวด้านละ 40 m. ซึ่งจะได้เวลาในการทำงานต่อ 1 ไร่ ที่ความเร็ว ต่าง ๆ ด้วยแสดงในตาราง ที่ 1และ 2 (การเคลื่อนตัวกลับเป็นมุม 180 องศา ใช้เวลาประมาณ 4 วินาที จำนวน 19 ครั้ง โดยใช้เวลาทั้งหมด 19 x 4 = 76 วินาที) ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 1 เวลาต่อไร่ที่ความเร็วของหุ่นยนต์

ความเร็ว(km/hr.)	เวลาต่อไร่(นาที)
2	25.25
2.57(V_{max})	19.94
3	17.27
4	13.28
5	10.86



รูปที่ 6 การเดินทางของหุ่นยนต์ในพื้นที่ 1 ไร่

ตารางที่ 2 ค่าเวลาในการทำงานของหุ่นยนต์ ต่อ 1 ไร่

ความเร็ว (km/hr.)	เวลา (s)	จำนวน แถว	เวลา(s)	เวลา ทั้งหมด แนวตรง + กลับตัว	เวลา ต่อไร่ (นาที)
2	71.95	20	1,438.90	1,514.90	25.25
2.57	56.02	20	1120.45	1196.45	19.94
3	48.02	20	960.40	1,036.40	17.27
4	36.04	20	720.72	796.72	13.28
5	28.78	20	575.60	651.60	10.80

วิจารณ์และสรุปผล

ผลการวิจัยการออกแบบ และสร้างกลไกด้วยหุ่นยนต์หยอดเมล็ดข้าวโดยมีหัวหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 10 หัว โดยแต่ละหัวสามารถบรรจุข้าวประมาณ 2 กิโลกรัม และต่อการบรรจุ 1 ครั้งสามารถบรรทุกได้ 20 กิโลกรัม ซึ่งออกแบบระยะการหยอดที่มีระยะห่างตามมาตรฐานของการหยอดที่ 20 เซนติเมตร จากผลการทดลองที่ความเร็วของหุ่นยนต์ที่ความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ 100เปอร์เซ็นต์ที่ความถี่ (50Hz) ได้ความเร็วที่ 2.51 km/hr. กรณีพื้นเรียบ และ 2.57 km//hr. กรณีพื้นโคลน ซึ่งจะไม่ทำให้ระยะในการหยอดเกิน 20 เซนติเมตร จากการทดลองความเร็วของหุ่นยนต์และความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่มีความสัมพันธ์กับระยะในการหยอดเมล็ดข้าวสามารถหาได้จากสมการความสัมพันธ์ได้โดยมีค่าความแม่นยำ กรณีพื้นเรียบได้สมการ ΔS= 56.42+13.78V+(-0.714)P (adj R^2=0.937) และ กรณีพื้นโคลน ΔS= 53.15+13.94V+(-0.69)P (adj R^2=0.941) และในการทำงานของการหยอดเมล็ดข้าวเมื่อคิดที่ความเร็วสูงสุดที่สามารถคงระยะที่ 20 เซนติเมตร จะสามารถทำงานได้ต่อ 1 ไร่ ที่เวลา 19.94 นาที จากการนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์หยอดเมล็ดข้าวสามารถลดระยะเวลาในการทำนาได้ และเพิ่มประสิทธิภาพในการหยดเมล็ดข้าวซึ่งสามารถลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานเกษตรกรได้

รูปที่ 7 หุ่นยนต์หยอดเมล็ดพันธ์ข้าวสำหรับนาโคลนที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. นาโคลนต้องมีพื้นที่เรียบสม่ำเสมอและต้องไม่มีปริมาณน้ำมากเกินไป
2. อัตราความเร็วมอเตอร์ของตัวกลไกการหยอดเมล็ดพันธ์ข้าวต้องสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หยอดเมล็ดข้าว

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยภายใต้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเงินงบประมาณแผ่นดินรหัสโครงการ 270211 และความพร้อมในด้านสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] กนกศักดิ์ เอี่ยมโอภาส และวิชาหมั่นทำการ ณรงค์ อุ่นคง “โครงการประสิทธิภาพของเครื่องปลูกข้าวในพื้นที่ประเทศไทย (Land preparation for rice transplanter)” สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2533

[2] Ghorbel, F.H.; Gunawardana, R.; Dabney, J.B. “Experimental validation of a reduced model based tracking control of parallel robots” (CCA '01). Proceedings of the 2001 IEEE International Conference

[3] Huiqing Xu; Aoki, T.; Kurita, E.; Yamada, Y. “Design of a remote control system for a duck robot to support the rice duck farming” Robotics and Biomimetics, 2007. ROBIO 2007. IEEE International Conference

เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

The Dissolved Oxygen Alert machine in fish cages

ศราวุฑ คงลำพันธ์
สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 41000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: saravaut.ko@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังนี้มีวัตถุประเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดจากคุณภาพน้ำต่ำไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง แจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์ 3G โดยผู้ประกอบการเลี้ยงปลาในกระชังสามารถทราบค่า อุณหภูมิใต้ผิวน้ำ อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ และค่า Dissolved Oxygen, DO ผ่านทางเวบไซต์ เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง สามารถทำงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากโซลาเซลเก็บไว้ในแบตเตอรี่ จึงไม่จำเป็นที่จะต้องวางในพื้นที่มีไฟฟ้าให้บริการสามารถทำงาน จากผลการทดสอบเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในการส่งข้อความแจ้งเตือนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

คำสำคัญ: เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจน

Abstract

Research and alerts oxygen water of the river that used to fish in cages are beneficial to alleviate the problems caused by poor water quality is suitable aquaculture farmers who raise fish in cages. Alert network by the International 3G operator can know the fish farming. Temperatures below the surface The surface temperature and the Dissolved Oxygen, DO via the website. By notification oxygen water of the river that used to fish in cages. Able to work with solar energy from solar cells is stored in batteries. It is not necessary to be placed in areas with electrical service work. The results of the test notification oxygen content of the water used to make fish farming in cages in sending alerts percentage error of 1.2 percent, the test can be run efficiently and well.

Keywords: The Dissolved Oxygen Alert machine

1. บทนำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำหรือการประมง น้ำเสียทำให้สัตว์น้ำลดปริมาณลง น้ำเสียที่เกิดจากสารพิษอาจทำให้ปลาตายทันที ส่วนน้ำเสียที่เกิดจากการลดต่ำของออกซิเจนละลายในน้ำถึงแม้จะไม่ทำให้ปลาตายทันที แต่อาจทำลายพืชและสัตว์น้ำขนาดเล็กที่เป็นอาหารของปลาและตัวอ่อน ทำให้ปลาขาดอาหาร ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อการประมงและเศรษฐกิจ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำถ้าลด จำนวนลงอย่างกะทันหันในทันทีก็อาจทำให้ปลาตายได้นอกจากนี้น้ำเสียยังทำลายแหล่งเพาะวางไข่ ของปลาเนื่องจากการตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำเสียปกคลุมพื้นที่วางไข่ของปลา ซึ่งเป็นการหยุดยั้งการแพร่พันธุ์ทำให้ปลาสูญพันธุ์ได้ ธรรมชาติ แหล่งน้ำต่างๆ อาจเกิดจากการเน่าเสียได้เองเมื่ออยู่ในภาวะที่ขาดออกซิเจน ส่วนใหญ่มีสาเหตุเกิดจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอน แล้วตายลงพร้อม ๆ กันเมื่อ จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายซากแพลงค์ตอนทำให้ออกซิเจนในน้ำถูกนำไปใช้มาก จนเกิดการขาดแคลนได้ นอกจากนี้การเน่าเสียอาจเกิดได้อีกประการหนึ่งคือ เมื่อน้ำอยู่ในสภาพนิ่งไม่มีการหมุนเวียนถ่ายเท

ในการย่อยสลายสารเหล่านี้ของแบคทีเรียแอโรบิกต้องใช้ออกซิเจน ในปริมาณมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ(ดีโอ DO = dissolved oxygen) ลดลงต่ำมาก ตามปกติน้ำในธรรมชาติจะมีออกซิเจนละลายปนอยู่ประมาณ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 8 ส่วนในล้านส่วน (ppm) โดยทั่วไปค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตรจัดเป็นน้ำเสีย การหาปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารใน น้ำ (biochemical oxygen demand) เรียกย่อว่า BOD เป็นการบอกคุณภาพน้ำได้ ถ้าค่า BOD สูง แสดงว่าในน้ำนั้นมีอินทรีย์สารอยู่มาก การย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนในน้ำเหลืออยู่น้อย โดยทั่วไปถ้าในแหล่งน้ำใดมีค่า BOD สูงกว่า 100มิลลิกรัม/ลิตร จัดว่าน้ำนั้นเป็นน้ำเสียถ้าในแหล่งน้ำนั้นมีค่า BOD สูงหรือมีอินทรีย์สารมาก ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดน้อยลงแบคทีเรียแอโรบิกจะลดน้อยลงด้วย อินทรีย์สาร จะถูกสลายด้วยแบคทีเรียแอนาโรบิกและแบคทีเรียแฟคัลเตตีฟ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คุณภาพน้ำไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ, ค่าสภาพกรดหรือด่าง (pH), ความขุ่นหรือค่าการส่องผ่านของแสงในน้ำ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ค่าสภาพด่างรวม และ ค่าความกระด้าง เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อผลผลิตสัตว์น้ำ และบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ดังต่อไปนี้

อุณหภูมิ (temperature) ของน้ำ มีผลกระทบต่อการกินอาหาร การสืบพันธุ์ ความต้านทานโรค และอัตราเมตาบอลิซึมของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นสัตว์เลือดเย็น (poikilotherms) และหากอุณหภูมิของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก็อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ สำหรับสัตว์น้ำทั่วไปในเขตร้อน อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมมีค่าตั้งแต่ 21-32 องศาเซลเซียส แตกต่างกันไปตามชนิดและอายุของสัตว์น้ำ

ค่าสภาพกรดหรือด่าง (pH) ของน้ำจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยน้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 7 จะมีสภาพเป็นกลาง ค่า pH น้อยกว่า 7 จะมีสภาพเป็นกรด และค่า pH มากกว่า 7 จะมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วๆ ไป จะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5-9 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างน้อย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อมีชีวิตรอด โดยระดับที่เหมาะสมและระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและอายุสัตว์น้ำนั้น ระดับที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำทั่วไปควรมีค่า DO เท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป

2.2 DS18B20 IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

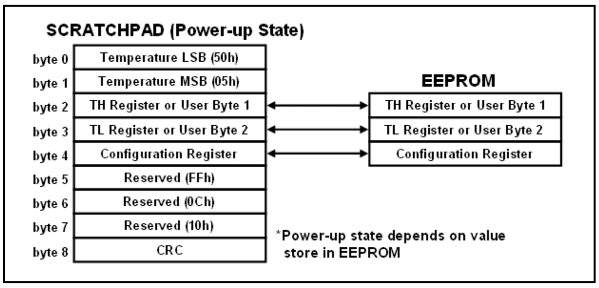
DS18B20 เป็น IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ของ Dallas Semiconductor สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง -55C ถึง 125C ที่ความละเอียด 9-12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5C ในช่วง -10C ถึง 85C ในกรณีที่เป็นตัวถังแบบ TO-92 นั้นจะมีโครงสร้าง และขาดังแสดงในรูปที่ 1

PIN	SYMBOL	Description
1	GND	Ground
2	DQ	Data Input/ Output pin
3	Vdd	Optional Vdd pin

รูปที่ 1 โครงสร้าง และขาของ DS18B20 ตัวถังแบบ TO-92

การสื่อสารและควบคุม DS18B20 นั้นสามารถทำได้โดยใช้บัสข้อมูลแบบ 1-wire ของ Dallas Semiconductor ซึ่งใช้สายสัญญาณเพียงแค่เส้นเดียวเท่านั้น ภายใน DS18B20 แต่ละตัวมีโค๊ดประจำตัวขนาด 64 บิต ทำให้สามารถใช้งาน DS18B20 หลายตัวทำงานบนบัสแบบ 1 wire พร้อมกันได้ นอกจากนี้ DS18B20 ยังสามารถทำงานในโหมดพาราสิต (Parasite Power Mode) ซึ่งเป็นการทำงานโดยไม่ใช้ไฟเลี้ยง แต่ใช้พลังงานจากสายสัญญาณ 1-wire ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวัดอุณหภูมิระยะไกล หรือในการใช้งานในที่ ๆ มีเนื้อที่จำกัด แต่ในบทความนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการใช้งานขั้นพื้นฐานในโหมดธรรมดาเท่านั้น สำหรับผู้ที่สนใจสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก Datasheet ของ DS18B20

โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายในของ DS18B20 มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าประกอบไปด้วย SRAM Scratchpad ขนาด 9 ไบต์ และ EEPROM ขนาด 3 ไบต์ ซึ่งใช้เก็บค่าอุณหภูมิสูงสุด (TH) ต่ำสุด (TL) สำหรับเปรียบเทียบการเกิดสัญญาณเตือน และรีจิสเตอร์ควบคุม (Configuration Register)



รูปที่ 2 โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายในของ DS18B20

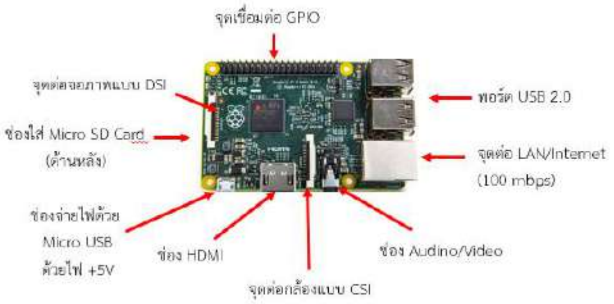
ข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้จะถูกเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ Temperature ซึ่งมีขนาด 16 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ถ้าข้อมูลอุณหภูมิเป็นบวก S จะเป็น “1” แต่ถ้าข้อมูลอุณหภูมิเป็นลบ S จะเป็น “0” ในกรณีที่ DS18B20 ทำงานในโหมดความละเอียด 12 บิต บิตทุกบิตในรีจิสเตอร์ Temperature จะถูกใช้หมด แต่ในกรณีที่ทำงานในโหมด 9-11 บิต บิตล่าง (บิต 0 – บิต 2) จะไม่ถูกใช้งาน ซึ่งในการกำหนดโหมดความละเอียดการทำงานของ DS18B20 นั้นสามารถกำหนดได้ที่รีจิสเตอร์ Configuration ซึ่งโดยปกติเริ่มต้น DS18B20 จะทำงานในโหมด 12 บิตแสดงดังในรูปที่

	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
LS Byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8
MS Byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

รูปที่ 3 โครงสร้างภายในรีจิสเตอร์ Temperature LSB และ MSB

2.3 RASPBERRY PI 2 MODEL B

ราสเบอร์รี่พายคือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล์ หรือเล่นเกมส์ สามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition)



รูปที่4 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi
(ที่มา http://www.homeofmaker.com/?p=891)

รูปที่ 4 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi และจุดต่ออุปกรณ์ต่อพวงให้กลายเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

2.4 บอร์ดอาร์ดูโน (Arduino Uno Board

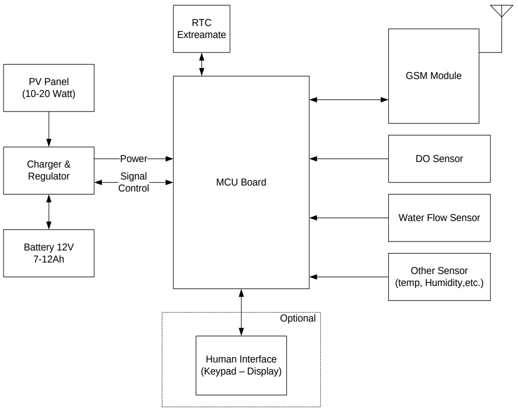
พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยอาร์ดูโน (Arduino)ไมโครคอนโทรลเลอร์คือ อุปกรณ์ที่มีหน่วยประมวลผลและความจำขนาดเล็กภายในตัวเอง สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ทั้งแบบดิจิตอลและอนาล็อกใช้พลังงานน้อย ทำให้เป็นที่นิยมในการใช้งานในรูปแบบที่เรียกว่า Embedded เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะทั้งหลายArduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่หรืออาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีก

รูปที่ 5 บอร์ดอาร์ดูโน (Arduino) รุ่น Arduino328
(ที่มา http://elec-robo.webiz.co.th/products)

ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Shield)ประเภทต่างๆ เช่น XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino

2.5 การดำเนินงาน

ตัวประมวลผลหลักคือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ATmega328 รับค่าอินพุตค่าอุณหภูมิค่า PH เพื่อส่งต่อไปยังส่วนต่อไป ดังในรูปที่ 7 โดยจะมีส่วนที่ใช้ติดต่อไปยังราสเบอรี่พายผ่านการสื่อสารผ่านพุตอนุกรมที่จำลองเป็น USB



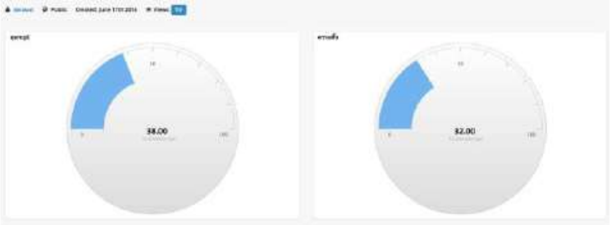
รูปที่7 บล็อกไดอะแกรมส่วนประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อประกอบประมวลผลรองที่ทำหน้าที่เป็นตัวอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตและหน่วยประมวลผลหลักด้วยการส่งผลไปที่คลาวส์เซิร์ฟเวอร์และนำไปติดตั้งในแม่น้ำพอง ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น ห่างจากกระชังผู้ประกอบการเลี้ยงปลานิลระยะทาง 3 กิโลเมตรดังรูปที่ 7

รูปที่7 หน่วยประมวลผลหลักและหน่วยประมวลผลรองและการติดตั้ง

3. การทดลองเพื่อเก็บผล

นำระบบเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังโดยการทำงานนำข้อมูลที่จำเป็นต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง แจ้งให้ทราบได้ว่า มีอุณหภูมิเหนือผิวน้ำ อุณหภูมิในน้ำ ความชื้น ค่า Dissolved Oxygen ค่าที่กล่าวมามีแสดง เป็นลักษณะกราฟฟิกที่ดูงาน ซึ่งได้ออกแบบลักษณะ เกท และกราฟเส้นดังรูปที่8

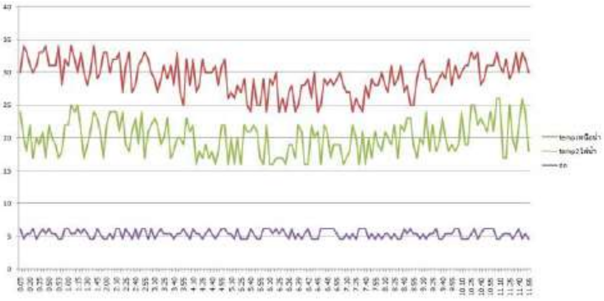


รูปที่8 เกทค่า ก.อุณหภูมิ ข.ความชื้น

ระบบแสดงผลผ่านคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ของ Beebotte จะให้ผู้ใช้งานแสดงผลได้หลายระบบนอกจากจะรายงานแบบรายวันและรายอาทิตย์ ยังมี การรายงานแบบราย เดือน ดังแสดงในรูปที่ 9

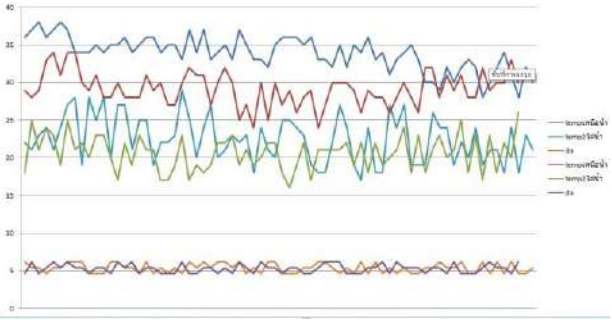
รูปที่9 เกทค่า ก.อุณหภูมิ

เมื่อนำผลจะการส่งข้อมูลจากเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเมื่อนำมาแสดงผลเป็นกราฟเส้นโดยแสดงเป็นแบบการส่ง 5 นาทีดังภาพที่ 10



รูปที่10 เกทค่า ก.อุณหภูมิ

กราฟที่ในรูปที่ 10 เป็นการนำเสนอข้อมูลที่เป็น 2 ช่วงเวลามีใช้ในกราฟเดียวกันเพื่อให้เห็นค่าที่ต่างกันทั้งสองช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 เวลา 00.00-11.59 กับ ช่วงที่ 2 เวลา12.00-23.59 ซึ่งพบว่า ช่วงที่ 1 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำเมื่อเทียบกับช่วงกลางวัน



รูปที่10 เกทค่า ก.อุณหภูมิ

4. สรุปผล

งานวิจัยเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังนี้มีวัตถุประเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดจากคุณภาพน้ำต่ำไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง แจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์ 3G โดยผู้ประกอบการเลี้ยงปลาในกระชังสามารถทราบค่า อุณหภูมิใต้ผิวน้ำ อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ และค่า Dissolved Oxygen, DO ผ่านทางเวบไซต์ เครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง จากผลการทดสอบเครื่องแจ้งเตือนปริมาณออกซิเจนน้ำของแม่น้ำที่ใช้ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในการส่งข้อความแจ้งเตือนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบสามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ปริมนภา จงจิตรกลางและคณะ,สาเหตุของมลพิษทางน้ำ. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จากhttp://www.rmuti.ac.th/user/thanyaphak/Web%20EMR/Web%20IS%20Environmen%20gr.4/Mola1.html .(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556))

[2] รัตนสุดา ไชยเชษฐ์,การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น : การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ.(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www2.nkc.kku.ac.th/rattanasuda.c/subject/water.ppt.(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556)

[3] บริษัทโปรโทรนิกส์ อินเตอร์เทรด,ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ Dissolved Oxygen Meter DO Meter. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จากhttp://www.protronics.co.th/Dissolved-Oxygen-Meter-DO-Meterเครื่องวัดออกซิเจน-เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน.html.(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556)

[4] 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.

[5] เครื่องวัดออกซิเจนในน้ำ Dissolved Oxygen Meter: DO Meter (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก http://www.legaeng.com/Tech/เครื่องวัดออกซิเจนในน้ำ-Dissolved-Oxygen-Meter.html.(สืบค้นวันที่26 เมษายน 2556)เนคเทค,กล่องสมองกลอัจฉริยะ เตือนภัยน้ำป่า-ดินโคลนถล่ม 2555.

[6] ขวัญเนต สมบัติสมภพ อำนาจ ปราการสมุทร และ ณัฐวุฒิ วิทยาวิโรจน์,การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเก้าพระนครเหนือ.วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย 2554

ระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

Automated irrigation system using wireless sensor network

ก้องภพ ชาอามาตย์[1]* ตรีเพ็ญ กลิ่นเสถียร[2] อิสระ เครือพิมาย[2] และสัญญา ควรคิด[2]*
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โทรศัพท์ 081-0538899 *E-mail: Kongphope_ete@hotmail.com
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-261065 *E-mail: sanya@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติได้ถูกนำมาประยุกต์สำหรับระบบเกษตรแม่นยำสูงอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามหากในพื้นที่เกษตรกรรมมีการปลูกพืชหลายชนิดอาจมีข้อจำกัดในการควบคุมและและบริหารจัดการน้ำเพื่อให้พืชเจริญเติบโตและได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง งานวิจัยนี้สนใจนำเทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อประยุกต์ใช้กับระบบการให้น้ำและธาตุอาหารพืชในการควบคุมให้พืชแต่ละชนิดได้รับน้ำและธาตุอาหารอย่างเหมาะสม การออกแบบโครงสร้างระบบควบคุมประกอบด้วยชุดวัดค่าความชื้นในดินจำนวน 3 ชุด ทำหน้าที่อ่านค่าความชื้นจากพืชแต่ละชนิด โดยจะส่งค่าความชื้นในดินผ่านเครือข่ายแบบไร้สายให้กับบอร์ดประมวลผลกลางเพื่อควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชตามความต้องการพร้อมทั้งเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเพื่อแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแบบอัตโนมัติ จากการทดลองพบว่าระบบสามารถควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดอย่างแม่นยำภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดและสามารถแสดงผลการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ ได้แบบเรียลไทม์

คำสำคัญ: ระบบเกษตรแม่นยำสูง, ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ, เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

Automated irrigation systems have been widely applied for precision agriculture. However, if the agricultural area is planted several crops, there may be restrictions on the control and management of water to grow and produce high yields. This research focuses on wireless sensor network technology to application of watering and plant nutrient systems to control each plant species to get appropriate water and nutrients. The design of the control system consists of three sets of soil moisture sensor as moisture reading from each crop. By sending the moisture in the soil through a wireless network to a central processing boards, to control appropriate irrigation and connect to the network, displaying all the data collected from peripheral sensors automatically. The results show that the system can control the water and nutrient for each crop under precisely defined conditions and can display the value of various sensors with real-time situation.

Keywords: Precision agriculture, Automated irrigation system, Wireless Sensor Network, Microcontroller

1. บทนำ

เกษตรกรรมในประเทศไทยมีความสำคัญกับคนไทยและสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศได้รวมถึงการขับเคลื่อนประเทศอีกด้วยซึ่งปัจจุบันคนไทยหันมาทำด้านเกษตรกรรมกันมากขึ้นโดยประยุกต์งานด้านเกษตรกรรมให้เข้ากับวิถีชีวิตของคนรุ่นใหม่ปรับเปลี่ยนทฤษฎีตามความเหมาะสมจะเห็นได้ว่าในกระบวนการผลิตพืชสวน/พืชไร่ของระบบเกษตรกรรมในบริเวณเดียวกันอาจมีสภาพแวดล้อมและความต้องการน้ำและปุ๋ยที่แตกต่างกัน เกษตรกรจำเป็นต้องอาศัยการรับรู้สภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ดิน พืช ภูมิประเทศ ฯลฯ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในกระบวนการผลิตและควบคุมการจัดการน้ำตามสภาวะแวดล้อมดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องมือทางวิศวกรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชให้มีการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและอัตโนมัติ เช่น เทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้มีการพัฒนาและนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเกษตรกรรม จากงานวิจัยของ Ruiz-Garzia และคณะ [1] และงานวิจัยของ Aqeel ur และคณะ [2] ได้ทบทวนวรรณกรรมด้านเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ไร้สายมาประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเครือข่ายไร้สายที่เรียกว่าโนด (Nodes) เป็นอุปกรณ์ในลักษณะ Smart devices ที่ใช้รวบรวมข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้งานตามความต้องการ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ เซ็นเซอร์ รูปแบบการสื่อสารข้อมูล และส่วนของการประมวลผลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ควบคุมแบบอัตโนมัติได้อย่างแม่นยำ และ Nesa Sudha และคณะ [3] ได้นำเสนอระบบควบคุมการให้น้ำแก่พืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เป็นการควบคุมการบริโภคกำลังงานที่ตัวโนดเซ็นเซอร์ โดยกำหนดรูปแบบการทำงานแบบ Time Division Multiple Access (TDMAs) ที่สามารถทำงานแบบเรียลไทม์ มีการกำหนดตารางการทำงานในการส่งข้อมูลของโนดเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่รับข้อมูล เช่น ความชื้นของดินหรืออุณหภูมิ ในลักษณะไทม์สล็อต

เพื่อประหยัดค่าพลังงานของโนดเซ็นเซอร์ ต่อมา Christos Goumopoulos และคณะ [4] ได้เสนอระบบควบคุมการให้น้ำสำหรับพื้นที่เฉพาะแบบอัตโนมัติโดยใช้เครือข่าย sensor/actuator แบบไร้สาย (Wireless sensor/actuator networks: WSAN) และมีการตัดสินใจแบบปรับค่าได้ โดยทำงานในลักษณะระบบปิดโดยมีระบบการเฝ้าดูและควบคุมพืชแบบเรียลไทม์ ซึ่งระบบประกอบด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบกระจายเพื่อควบคุมกิจกรรมการปลูกพืชอย่างแม่นยำภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด โดยสามารถวัดค่าพารามิเตอร์และประเมินค่าสถานะต่างๆ แบบวิชวลผ่านแอปพลิเคชันระบบควบคุมการให้น้ำสำหรับพื้นที่เฉพาะ (Zone-specific irrigation system)

ดังที่ได้กล่าวมาคณะผู้วิจัยจึงเสนอระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติ โดยการตรวจวัดค่าความชื้นในดินของพืชแต่ละชนิด เพื่อควบคุมปริมาณน้ำและธาตุอาหารให้ตรงตามที่พืชต้องการและสามารถแสดงผลการทำงานผ่านระบบคลาวด์ได้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลระบบ

จากการศึกษาระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ ดังนี้

1) บอร์ด Arduino

Arduino คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่าย โดย Arduino มีการผลิตหลากหลายรุ่นหลายขนาดตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2) มอดูลสื่อสาร Wifi ESP8266

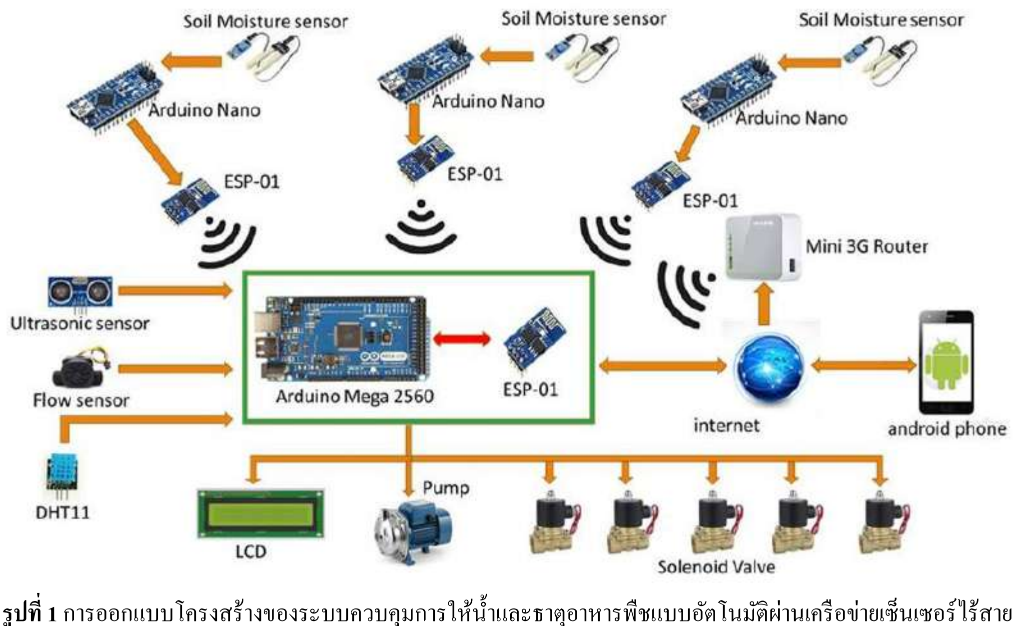
มอดูล ESP8266 เป็นมอดูลไร้สาย ส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ Wifi สามารถเชื่อมต่อกับเครือค่ายอินเตอร์เน็ตได้ รองรับการใช้งาน 3 โหมด ได้แก่ AP, STA และ AP+STA โดยสามารถนำไปใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อด้วยรูปแบบคำสั่งแบบ AT Command

3) เซ็นเซอร์วัดความชื้น

เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) ใช้วัดความชื้นในดินหรือน้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้แอนะล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้นหรือเลือกใช้สัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาจากเซ็นเซอร์

2.2 การออกแบบระบบ

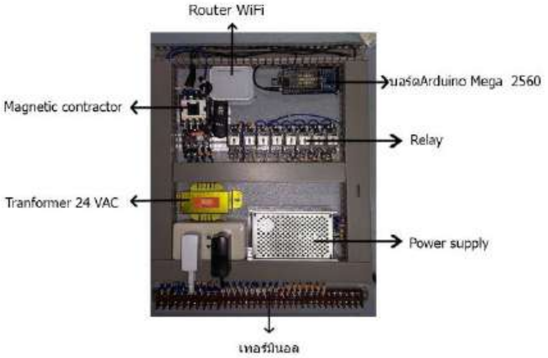
การออกแบบโครงสร้างของระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยชุดวัดค่าความชื้นในดินจำนวน 3 ชุด ทำหน้าที่อ่านค่าความชื้นจากพืชแต่ละชนิดที่ต้องการน้ำและธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกัน โดยจะส่งค่าความชื้นในดินผ่านเครือข่ายแบบไร้สายให้กับบอร์ดประมวลผลกลางเพื่อควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชตามความเหมาะสม พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเพื่อแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 1 การออกแบบโครงสร้างของระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

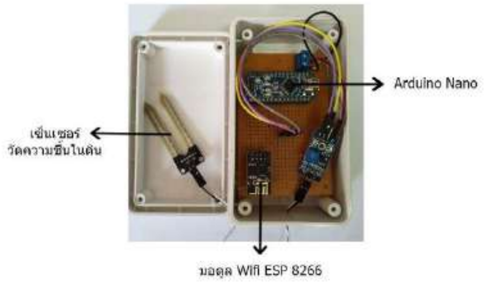
จากการออกแบบโครงสร้างเพื่อใช้พัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) บอร์ดประมวลผลกลาง 2) ชุดวัดค่าความชื้นในดิน 3) ชุดเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์เพื่อแสดงผลการทำงานระบบ

บอร์ดประมวลผลกลางแสดงดังรูปที่ 2 ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผลหลัก ประกอบด้วยบอร์ด Arduino Mega 2560 ที่เป็นตัวกลางในการควบคุมระบบ และใช้มอดูล ESP8266 เพื่อรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ



รูปที่ 2 บอร์ดประมวลผลกลางควบคุมการทำงานของระบบ

ชุดวัดค่าความชื้นในดิน ทำหน้าที่อ่านค่าจากเซ็นเซอร์วัดความชื้นเพื่อส่งข้อมูลให้กับส่วนประมวลผลกลาง โดยการทำงานตัวเซ็นเซอร์วัดความชื้นทั้ง 3 ชุด จะต่อกับบอร์ด Arduino Nano เพื่อประมวลผลและส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่านมอดูล ESP8266 ไปยังส่วนประมวลผลกลาง แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดวัดค่าความชื้นในดินแบบไร้สาย

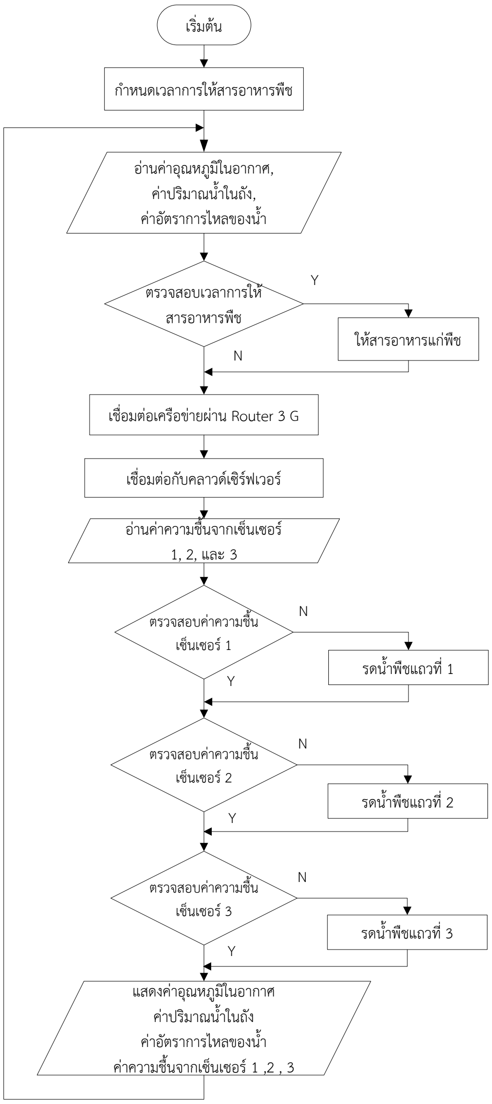
ชุดการเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ ทำหน้าที่ในการนำค่าข้อมูลที่ต้องการแสดงผล เช่น อุณหภูมิ ค่าความชื้นในดิน ฯลฯ ส่งผ่านเครือข่ายไปยังผู้ให้บริการโดยเลือกแพลตฟอร์มของ Thingspeak เพื่อแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การเชื่อมต่อข้อมูล ESP8266 กับ Thinkspeak

2.3 การออกแบบโปรแกรมระบบ

1) การออกแบบชุดประมวลผลกลาง

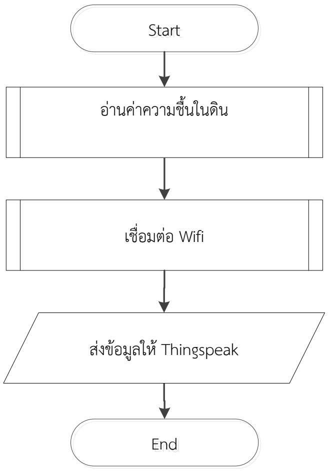
ระบบชุดประมวลผลกลางแสดงดังรูปที่ 5 โดยระบบจะทำการรับข้อมูลเพื่อกำหนดเวลาการให้ธาตุอาหารพืชโดยผู้ดูแลระบบ โดยเมื่อระบบเริ่มทำงานชุดประมวลผลจะทำหน้าที่อ่านค่าอุณหภูมิในอากาศ ค่าปริมาณน้ำในถังพักน้ำและค่าอัตราการไหลของน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ และจะตรวจสอบเวลาในการให้ธาตุอาหารพืชเพื่อให้ธาตุอาหารตามเวลาที่กำหนด ชุดประมวลผลกลางจะทำการเชื่อมต่อกับคลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่ออ่านค่าความชื้นในดินจากชุดวัดค่าความชื้นในดินแบบไร้สายทั้ง 3 ชุด เพื่อควบคุมการให้น้ำพืชแต่ละชนิดที่ต้องการน้ำที่แตกต่างกัน จากนั้นจะทำการนำค่าข้อมูลที่ต้องการแสดงผล ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความชื้นในดิน ฯลฯ ส่งผ่านเครือข่ายไปยังผู้ให้บริการเพื่อแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ต่อไป



รูปที่ 5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดประมวลผลกลาง

2) การออกแบบชุดวัดค่าความชื้นในดิน

การออกแบบชุดวัดค่าความชื้นในดินแสดงดังรูปที่ 6 โดยระบบจะทำการอ่านข้อมูลความความชื้นในดินจากเซ็นเซอร์ จากนั้นทำการส่งค่าข้อมูลผ่านมอดูลสื่อสาร Wifi ไปยังชุดประมวลผลกลาง

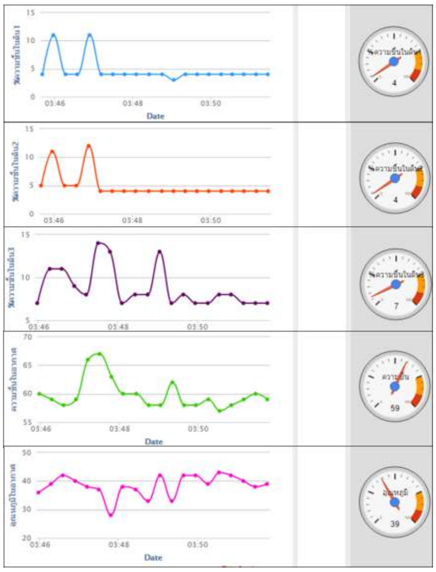


รูปที่ 6 โฟลว์ชาร์ตการทำงานชุดวัดค่าความชื้นในดิน

3. ผลการทดลอง

1) การทำงานของเซ็นเซอร์

จากการทดสอบการทำงานของระบบสามารถแสดงการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น ชุดวัดค่าความชื้นในดิน ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มของ Thingspeak ซึ่งสามารถ แสดงตัวอย่างการทำงานของเซ็นเซอร์เหล่านี้แบบเรียลไทม์ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ ผ่าน Thingspeak

4. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เสนอระบบควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เพื่อนำไปประยุกต์ในการปลูกพืชหลายชนิดในบริเวณเดียวกันที่ต้องการน้ำและธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยทำการตรวจวัดค่าความชื้นในดินของพืชแต่ละชนิด เพื่อควบคุมปริมาณน้ำและธาตุอาหารให้ตรงตามที่พืชต้องการ จากการทดสอบการทำงานของบอร์ดประมวลผลกลาง ชุดวัดค่าความชื้นในดินและชุดเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์พบว่าระบบที่เสนอสามารถควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดอย่างแม่นยำและสามารถแสดงผลการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ ผ่านระบบคลาวด์ได้แบบเรียลไทม์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับข้อแนะนำในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] Ruiz-Garcia, L., Lunadei, L., Barreiro, P., & Robla, J. I. (2009). A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry: State of the Art and Current Trends. Sensors (Basel, Switzerland), 9(6), 4728-4750.

[2] Aqeel ur, R., Abbasi, A. Z., Islam, N., & Shaikh, Z. A. (2014). A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. Computer Standards & Interfaces, 36(2), 263-270.

[3] Nesa Sudha, M., Valarmathi, M. L., & Babu, A. S. (2011). Energy efficient data transmission in automatic irrigation system using wireless sensor networks. Computers and Electronics in Agriculture, 78(2), 215-221.

[4] Goumopoulos, C., O'Flynn, B., & Kameas, A. (2014). Automated zone-specific irrigation with wireless sensor/actuator network and adaptable decision support. Computers and Electronics in Agriculture, 105, 20-33.

โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ

Hydroponic Greenhouse Automation

คำคูณ พันธวงศ์ และรัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพ โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: udom.ran@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

การปลูกพืชไร้ดินด้วยระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ถูกออกแบบ และพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เหมาะกับสภาพอากาศในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะเขตที่มีอากาศร้อน และแห้งแล้งซึ่งภายในโรงเรือนสามารถลดอุณหภูมิ เพิ่มความชื้น และความควบคุมแสงแดดที่มากเกินไปเพื่อให้ง่ายและอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรในการดูแลผัก ระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักได้แก่ 1) ส่วนของ เซ็นเซอร์ ใช้ในการวัดค่าความสว่างของแสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ. 2) ส่วนของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ในการประมวลผล และตัดสินใจสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน. 3) ส่วนของ แอคจูเอเตอร์ ได้แก่ปั๊มน้ำ พัดลม และมอเตอร์ ซึ่งรับคำสั่งการทำงานจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกโหมดการควบคุมระบบออกเป็น 3 โหมด ได้แก่ 1) โหมด อัตโนมัติ. 2) โหมด แมนนวล. 3) โหมด ตั้งค่า ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ผ่านทางหน้าจอแอลซีดี

คำสำคัญ: โรงเรือนอัตโนมัติ, ผักไฮโดรโปรนิกสส์, เซนเซอร์
ไมโครคอนโทรเลอร์

Abstract

A Hydroponic Greenhouse Automation was especially designed and developed to accommodate all types of weather particularly a tropical and dry climate because a temperature and sun lights within the greenhouse can be easily adjusted to best serve users. There are three primary sections in hydroponic greenhouse automation. They are: 1) Sensor which is used to measure the sun lights, temperature and humidity, 2) Microcontroller which is used for an evaluation and directing a function of the greenhouse, and 3) Actuators which includes humidifier, fan, motor that are controlled by Microcontroller. Furthermore, the users can also select the function of the Hydroponic Greenhouse Automation that are consisted of three modes such as: 1) Automatic, 2) Manual, and 3) Setting which is operating through LCD.

Keywords: Greenhouse Automation, Hydroponic, Sensors, Microcontroller

1. บทนำ

ปัจจุบันการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมกันอย่างแผ่หลายในทั่วประเทศทั้งระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม ผู้คนส่วนมากได้ใส่ใจต่อการรักษาสุขภาพกันมากขึ้นโดยการหันมาบริโภคผัก ซึ่งผักที่ได้รับความนิยมมากที่สุดก็คือผักไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งทำการปลูกแบบไร้ดิน เพราะความต้องการของผู้บริโภคเป็นจำนวนมากจึงทำให้ผักไฮโดรโปนิกขาดตลาด ทำให้มีกระแสการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์กันมากขึ้น

หลายพื้นที่นิยมปลูกผักด้วยโรงเรือนแบบระบบเปิดมากกว่าโรงเรือนระบบอื่น ซึงมีต้นทุนต่ำและทำง่าย ซึงโรงเรือนชนิดนี้ค่อนข้างดูแลและควบคุมยาก เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ความชื้นมีน้อยหรือมากเกินไป ศัตรูที่มาทำลายพืช ลมพัดแรง โรคระบาดที่มากับอากาศร้อน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิชั่วขณะ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมานั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งสิ้น โดยผักจะมีการเจริญเติบโตเต็มที่ในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมเท่านั้น [1][2] ดังด้วยปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างระบบที่มีควบคุมอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติซึ่งควบคุมความชื้น อุณหภูมิ การให้น้ำแบบหมุนเวียน การเปิด-ปิดแสลนเพื่อพรางแสง การทำความเย็นให้กับโรงเรือน การวัดระดับน้ำในถังเก็บน้ำ โดยการรับสัญญาณอนาล็อกจากเซ็นเซอร์เพื่อให้แผงควบคุมทำการประมวลผลแล้วทำการสั่งงานให้รีเลย์เปิดปั๊มน้ำไปให้หัวพ่นหมอกเพื่อทำความชื้นในอากาศ เปิดปั๊มน้ำให้กับแผงรังผึ้งเพื่อทำ

ความเย็น และอัตราการหมุนของพัดลมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โรงเรือนที่พัฒนาเป็นแบบ NFT และผักที่ปลูกเป็นผักชนิด Green Oak

2. การออกแบบระบบ

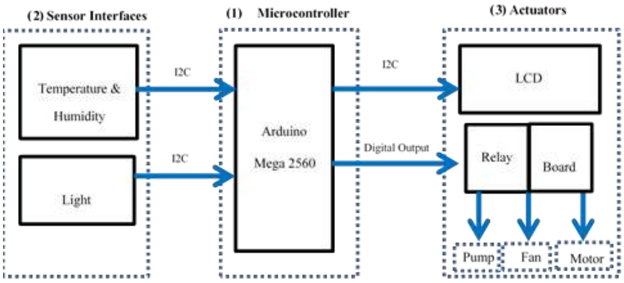
2.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมระบบแสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

(1) Microcontroller ใช้ Arduino Mega 2560 เป็นตัวประมวลผลกลาง มีหน้าที่ในการรับคำสั่งจากฝั่งของ Sensor Interfaces มาประมวลผล และส่งค่าที่ประมวลผลได้ไปยัง Actuators

(2) Sensor Interfaces ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความสว่างของแสง เป็นส่วนที่อ่านค่าเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มของแสง แล้วส่งไปยังส่วน Microcontroller

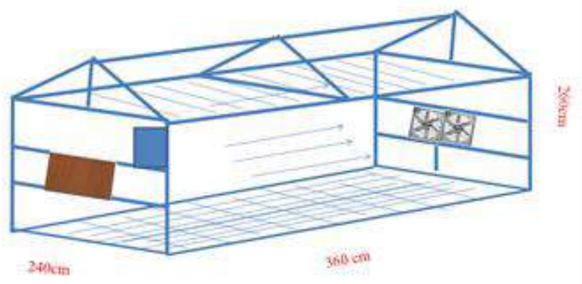
(3) Actuators ประกอบด้วย LCD ทำหน้าที่ในการแสดงสถานะของความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง สถานะการหมุนของพัดลม การเปิด-ปิดของปั๊ม มอเตอร์แสลนพลางแสง และ พัดลมดูดความเย็น



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

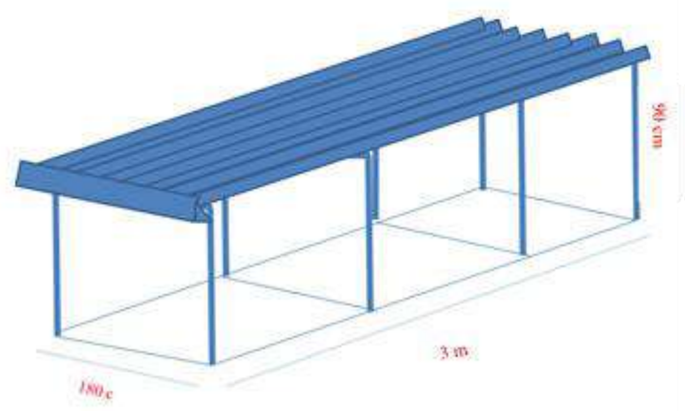
2.2 การออกแบบโรงเรือน

โรงเรือนที่ออกแบบสร้างเป็นแบบ (Nutrient Film Technique System) คือ การปลูกพืชแบบให้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง [1][2] ขนาดของโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ซึ่งมีขนาด กว้าง 240 cm ยาว 360 cm สูง 260 cm แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบโรงเรือน

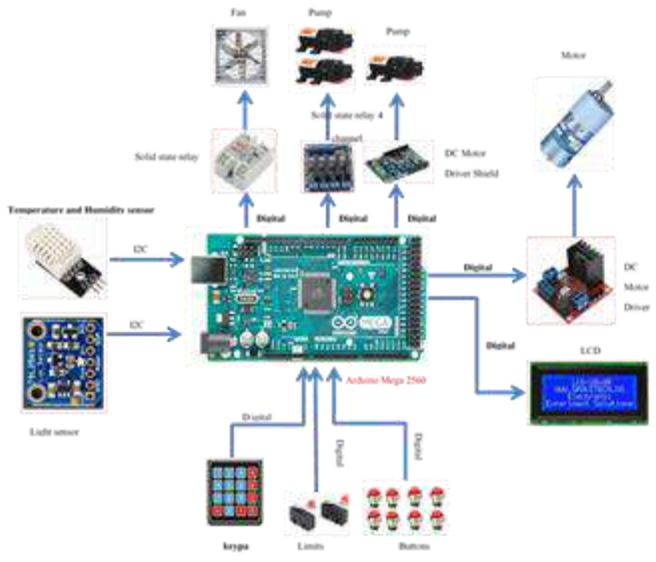
ส่วนการออกแบบโต๊ะปลูก ใช้โต๊ะปลูกขนาด สูง 90 cm ยาว 3 m กว้าง 180 cm รางปลูก 8 ราง ขนาด 3 m แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบโต๊ะปลูก

2.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับบอร์ด Arduino Mega 2560 ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมหลัก แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

3. ผลการทำงาน

3.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงภายนอกของกล่องควบคุมซึ่งประกอบไปด้วย 1) keypad ไว้สำหรับเลือกโหมดในการทำงาน ซึ่งประกอบไปด้วยโหมด Automatic, Manual และ Setting และไว้สำหรับการรับค่าการตั้งค่าจากผู้ใช้ 2) ปุ่มกดมีทั้งหมด 8 ปุ่มมีไว้สำหรับการ

เปิด-ปิด พัดลม ปั๊ม และ มอเตอร์ ในโหมด Manual และ 3) จอ LCD ขนาด 20x4 ไว้แสดงสถานะของ Sensors และ สถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

รูปที่ 5 กล่องควบคุม

3.2 ส่วนโรงเรือน

จากรูปที่ 6 แสดงโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งข้างหน้าประกอบด้วยแผงรังผึ้งขนาดสูง 120 cm กว้าง 60 cm และกล่องควบคุม ข้างในโรงเรือนประกอบไปด้วยโต๊ะปลูกขนาด 8 ราง พัดลมระบายอากาศ ปั๊มน้ำ มอเตอร์ แสลนสีน้ำเงินกองแสงได้ 80% ถังน้ำขนาด 100 ลิตรจำนวน 2 ถัง ถังแรกเอาไว้ใส่ปุ๋ยน้ำ ถังที่สองเอาไว้ใส่น้ำสำหรับปั๊มน้ำขึ้นไปยังแผงรังผึ้ง โครงสร้าสร้างโรงเรือนเป็นเหล็กฉากทั้งหลัง คลุมด้วยพลาสติกใสทั้งหลัง

รูปที่ 6 โรงเรือน

ส่วนโต๊ะปลูก NFT ภายในโรงเรือนขนาด 8 ราง ใช้ท่อ PVC ขาด 3 นิ้ว จำนวน 8 ราง โดย 1 ราง สามารถปลูกผักได้ 13 ต้น และ 1 โต๊ะสามารถปลูกผักได้ทั้งหมด 104 ต้น ปั๊มทำการดูดให้ไหลผ่านรากของผัก และไหลกลับมายังจุดพักปุ๋ยเป็นการหมุนเวียน โครงสร้างโต๊ะปลูกสร้างจากเหล็กฉากซึ่งขนาดของโต๊ะสูง 90 cm กว้าง 180 cm ยาว 3 m

3.3 การทดลองวัดค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างข้างนอกและข้างในโรงเรือน

ตารางที่ 1 ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ

	กลางวัน		กลางคืน	
	นอก โรงเรือน	ใน โรงเรือน	นอก โรงเรือน	ใน โรงเรือน
วัดเฉลี่ย 20 วัน	31.5 c	26.1 c	28.1 c	25.3 c

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบอุณหภูมิวัดเฉลี่ย 20 วัน ระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือน หลังควบคุมอุณหภูมิ จะเห็นว่าความแตกต่างของอุณหภูมิข้างในโรงเรือนจะเย็นกว่าข้างนอกโรงเรือนโดยในช่วงเวลากลางวันต่างประมาณ 5.4 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลากลางคืนต่างประมาณ 2.8 องศาเซลเซียส

3.4 การทดลองวัดค่าความแตกต่างความชื้นระหว่างข้างนอกและข้างในโรงเรือน

ตารางที่ 2 ค่าความแตกต่างของ % ความชื้น

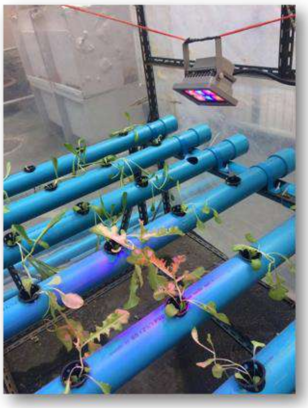
	กลางวัน		กลางคืน	
	นอก โรงเรือน	ใน โรงเรือน	นอก โรงเรือน	ใน โรงเรือน
วัดเฉลี่ย 20 วัน	51 %	76 %	59 %	80 %

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบค่าความชื้นวัดเฉลี่ย 20 วัน ระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือน จะเห็นว่าความชื้นข้างในโรงเรือนจะเพิ่มขึ้นมากกว่าข้างนอกโรงเรือน หลังการควบคุมความชื้นอัตโนมัติ โดยในช่วงเวลากลางวันความชื้นเพิ่มขึ้นประมาณ 25 % และในช่วงเวลากลางคืนความชื้นเพิ่มขึ้นประมาณ 21 %

3.4 การทดลองความต้องการแสง

เนื่องจากโรงเรือนตั้งอยู่ใกล้กับอาคารบดบังแสงทำให้แสงสาดลงโรงเรือนน้อย (ด้วยข้อจำกัดด้านสถานที่) จากการสังเกตพบว่าผักเติบโตลำต้นยาว เติบโตไม่เต็มที่ สันนิษฐานว่าแสงน้อย จึงได้ทำการวัดความเข้มแสง พบว่าเวลาเช้าความเข้มแสงอยู่ที่ 6,078 ลักซ์ ตอนบ่ายความเข้มแสงที่ 7,295 ลักซ์ และตอนเย็นความเข้มแสงที่ 3,073 ลักซ์ เราจึงได้

ทำการทดลองเพิ่มโดยการติดตั้งหลอดไฟ LED เพื่อเพิ่มแสงให้กับพืช [3] ที่ความสูง 30 cm ปรากฏว่าผักเติบโตงอกงามดีกว่าเดิม แสดงดังรูปที่



รูปที่ 7 เปรียบเทียบการเติมโตของผักระหว่างมีหลอด LED และไม่มีหลอด LED

จากรูปจะเห็นว่าพืชที่โดยแสง LED จะเติบโตได้ดีกว่า พืชที่ไม่โดนแสง LED (พืชที่อยู่โซนรอบๆ) และเมื่อได้ทำการวัดความเข้มแสงบริเวณพืชที่โดนแสง LED พบว่าได้ความเข้มอยู่ที่ 10,519 ลักซ์ อย่างไรก็ตาม การติดตั้ง LED เพื่อเพิ่มแสงจำเป็นต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่

4. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นระบบควบคุมโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ มีการควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกันคือ (1). ระบบอัตโนมัติ การควบคุมของระบบอัตโนมัติ ระบบจะทำการตัดสินใจได้ด้วยตัวเอง โดยการรับค่าจากเซ็นเซอร์เพื่อมาเปรียบเทียบ เมื่อค่าที่รับมาจากเซ็นเซอร์ตรงกับค่าที่ได้ตั้งไว้ให้กับระบบ ระบบก็จะทำการตัดสินใจเพื่อสั่งให้ส่วนต่างๆทำงาน (2) ระบบแมนนวล เป็นการควบคุมที่ผู้ใช้ควบคุมเอง โดยผู้ใช้จะทำการเลือกที่จะเปิด – ปิด ปั๊ม พัดลม และ มอเตอร์ได้ด้วยตัวเอง จากการทดลองพบว่าภายในโรงเรือนระบบสามารถเพิ่มความชื้น ลดอุณหภูมิให้เย็นลงได้ ซึ่งจะช่วยในการเจริญเติบโตของผักได้ดี ในส่วนของแสงนั้นมีผลต่อการเติบโตของพืช ซึ่งต้องได้รับแสงเพียงพอต่อการเจริญเติบโต

สำหรับงานวิจัยต่อในอนาคตจะมีการเพิ่มหลอด LED เพื่อให้แสงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้จะทำให้ระบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยการเชื่อมต่อกับระบบ cloud ถ่ายรูปผักส่งไปทำ machine learning เพื่อวิเคราะห์การเติบโตและส่งกลับมาที่โรงเรือน

เอกสารอ้างอิง

[1] ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์. (2555). โรงเรือน (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm [2 ตุลาคม 2560]

[2] ผศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์. (2555). การปลูกพืชแบบรากแช่ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter03/Hydroponics.htm [2 ตุลาคม 2560]

[3] E. Dănilă and D. D. Lucache, “Efficient lighting system for greenhouses,” 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2016), 20-22 Oct. 2016.

ประวัติผู้เขียนบทความ

นายคำคูณ พันธวงศ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ดร. รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ มีความสนใจงานวิจัยด้านสมองกลฝังตัว Internet of Things และ Big Data

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ควบคุมอุณหภูมิน้ำด้วยเซ็นเซอร์

Growing Hydroponic Vegetables Temperature Controlled

ธีรศาสตร์ คณาศรี และกันตภณ พรหมนิกร
สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120 โทรศัพท์ 043-556001E-mail: teerasad@windowslive.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโรงเรือนไฮโดรโพนิกส์ปลูกผักขึ้นฉ่าย (*Celery*) ควบคุมอุณหภูมิน้ำให้สม่ำเสมอโดยใช้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก 12 โวลต์ 75 วัตต์ จากนั้นหาประสิทธิภาพระบบการปลูกผักไฮโดรโพนิกส์แบบ (NFT) ที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยเซ็นเซอร์ (RTD) โรงเรือนทำจากท่อพลาสติกขนาดกว้าง ยาว และสูงเท่ากับ 1.7 x 2.5 x 1.8 เมตร ระบบไหลเวียนน้ำด้วยปั๊มน้ำแรงดันต่ำ ใช้อัตราการผสมสารละลายธาตุอาหารต่างกัน 2 ชนิด จากการทดลอง พบว่าการคลุมด้วยพลาสติกและตาข่ายพรางแสงช่วยลดอุณหภูมิภายใน 3 องศาเซลเซียส ส่วนการเจริญเติบโตของผักขึ้นฉ่ายในอัตราธาตุอาหารพบว่าน้ำมีค่า pH เท่ากับ 7.0 และการนำไฟฟ้า EC เท่ากับ 1.8 มีความเหมาะสมต่อผักขึ้นฉ่ายการเจริญเติบโตเฉลี่ยความยาว 5 เซนติเมตรต่อสัปดาห์

คำสำคัญ: ผักขึ้นฉ่าย, การปลูกผักไฮโดรโพนิกส์, เซ็นเซอร์

Abstract

This research aims to design and build a hydroponic plant used to grow celery vegetables, control the water temperature uniformly from the thermoelectric cooler paltrier at 12V, 75 w. Then, find out the efficiency of a hydroponic vegetable growing system (NFT) temperature-controlled sensor (RTD). The green house is made of plastic pipe with the width and height of 1.7 x 2.5 x 2.5 cm design of water circulation system with low pressure pump use two different nutrient solutions. The experiments showed that the plastic cover and the light shielding mesh reduce the temperature within 5 °C. The growth of celery vegetables at nutrient solution showed that the pH value of 7.2 and conductivity of 1.6 was suitable for the growth of celery average length per week 5 cm.

Keywords: Celery, hydroponics, sensor

1. บทนำ

การปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ (Hydroponics) คือการปลูกโดยไม่ใช้ดินหรือเป็นการปลูกพืชผักในน้ำที่มีแร่ธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือเป็นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืช และอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าผักไร้ดิน (ไกรเลิศ ทวีกุล ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และธรรมศักดิ์ทองเกตุ. 2549; จรินทร์ทิพย์ จงใจรักษ์. 2548; ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2557; ดิเรก ทองอร่าม. 2547) ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการสูงถึง 80,000 ล้านบาทต่อปี (ดิเรก ทองอร่าม. 2547; สำนักงานเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558) เนื่องมาจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพกันมากขึ้นเพราะเป็นการปลูกแบบใช้น้ำผู้คนจึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ และ จตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ, 2544) ทำให้มีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยลงผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2552; เจตพล คงดี. 2553; ฉัตรชัย บุญบวรรัตนกุล. 2554)

การปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบเอ็นเอฟที (NFT) เป็นการปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง ซึ่งสารละลายจะไหลผ่านรากพืช ตลอดเวลาโดยทั่วไปกำหนดให้น้ำที่ไหลผ่านมีความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร 2) ระบบดีเอฟที (DFT) เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุลอยน้ำได้เพื่อยึดลำต้นแต่จะปล่อยให้รากเป็นอิสระในน้ำ ระบบนี้จะไม่มีความลาดเอียงโดยเป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายโดยการใช้ปั๊มดูดสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่ในระบบ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียน และ 3) ระบบดีอาร์เอฟที (DRFT) เป็นระบบการปลูกพืชให้รากแช่อยู่ในน้ำส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งสร้างรากอากาศเพื่อช่วยในการหายใจ โดยจะทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้สามารถเจริญเติบได้ในอุณหภูมิของสารละลายที่สูงมากกว่าระบบอื่นๆ (ภิญญาพร นิยมโชค, 2552)

ขึ้นฉ่าย (*Celery*) เป็นผักในตระกูลเดียวกันกับผักชีที่ให้ใบและก้านใบ สำหรับรับประทานสด น้ำผัก หรือนำมาประกอบอาหารจำพวกยำ ต้ม และแกง เนื่องจากมีกลิ่นหอมเย็น สามารถดับกลิ่นคาวปลาคาวเนื้อได้เป็นอย่างดี นอกจาก ขึ้นฉ่ายจะเป็นผักสวนครัวที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิดแล้ว จากการวิจัยยัง พบว่า ขึ้นฉ่ายมีสรรพคุณทางยาสมุนไพร ช่วยลดความดันโลหิต เนื่องจากสารบางชนิด

ในขึ้นฉ่ายทำให้หลอดเลือดขยายตัว จึงป้องกันโรคหัวใจขาดเลือด เหมาะสำหรับคนเป็นโรคไต เพราะเป็นผักที่มีโซเดียมน้อยมาก แถมยังช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้ ขึ้นฉ่ายเป็นผักชนิดหนึ่งที่ปลูกยากกว่าผักชนิดอื่น เนื่องจากการปลูกลงดินมีปัญหาโรคพืช ซึ่งโรคจะอยู่ในดินเป็นเวลา 1 ปี ทำให้ไม่สามารถปลูกลงดินซ้ำที่เดิมได้ต้องทิ้งระยะเวลาไว้ 1 ปี ถึงจะปลูกซ้ำดินเดิมได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ร้อนการปลูกขึ้นฉ่ายจึงต้องการอุณหภูมิที่เย็นเพื่อให้ผักเจริญเติบโตได้เต็มที่แปลงปลูกต้องมีความชุ่มชื้นเพื่อให้สามารถทนต่อสภาพอากาศร้อน ถ้าดินแห้งจะทำให้รากหรือใบของต้นขึ้นฉ่ายแห้งตายได้ง่าย และยังมีแมลงศัตรูพืชที่มากัดกินใบต้นอ่อน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ราคาของขึ้นฉ่ายมีราคาค่อนข้างสูง (สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น, 2558) และอีกหนึ่งวิธีที่จะปลูกขึ้นฉ่ายได้ตลอดทั้งปีก็คือการปลูกระบบไฮโดรโพนิกส์และเป็นการปลูกที่ปลอดภัยไร้สารพิษตกค้าง เพราะผักไฮโดรโพนิกส์จะใช้สารละลายธาตุอาหารในน้ำและไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นอีก 1 ทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาของสารพิษตกค้างในดินและศัตรูพืชได้

จากการสอบถามฟาร์มยโสธรผักไฮโดรโพนิกส์ รายงานว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่ฟาร์มผลิตผัก ได้แก่ ปัญหาด้านการควบคุมอุณหภูมิ เนื่องมาจากภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่มีอากาศร้อนส่งผลให้ผักสูญเสียน้ำออกไปได้ง่าย แต่ปัญหาจากแสงแดดนั้นฟาร์มยโสธรไฮโดรโพนิกส์ ได้มีการป้องกันไม่ให้ผักได้รับแสงแดดโดยตรงจากการนำตาข่ายมาคลุมอีกทั้งยังสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ถึง 2องศาเซลเซียสและในบางวันที่มีอุณหภูมิในรางปลูกและอุณหภูมิในโรงเรียนสูงถึง 37 องศาเซลเซียสขึ้นไป ฟาร์มได้มีการนำน้ำแข็งมาใส่ในถังพักน้ำเพื่อไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไป และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกพืชอยู่ที่ 20-35 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผักที่นำมาปลูก และเมื่อเกิดฝนตกหนักฟาร์มจะพบปัญหาต่อรูปทรงของผักที่เสียไปเนื่องจากผักจะดูดซับน้ำได้มากจะมีผลต่อรูปทรงของผักเสียไปและเพิ่มโอกาสทำให้ผักเน่าเสียได้ง่ายซึ่งสอดคล้องกับวิจัย ฟาร์มยโสธรผักไฮโดรโพนิกส์, 2559

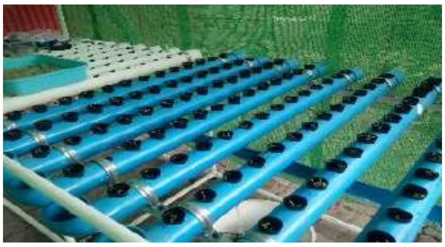
จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการปลูกผักขึ้นฉ่ายลงดินจะมีปัญหาเรื่องโรคพืช และเรื่องของอุณหภูมิ เนื่องจากประเทศไทยมีอากาศร้อนจัดซึ่งผักขึ้นฉ่ายเป็นผักที่ต้องการน้ำมาก และในขั้นตอนการเตรียมแปลงนั้นนิยมใช้หน้าดินใหม่มาผสมกับดินปลูกเดิม หรือเปลี่ยนพื้นที่ปลูกทุกปี เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโรคโคนเน่า และต้องพรางแสงด้วยตาข่ายพราง (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2542) จากปัญหาข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงเลือกปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไฮโดรโพนิกส์เพื่อลดปัญหาในเรื่องอากาศร้อน อุณหภูมิสูง เพราะการปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์นั้นเป็นระบบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในทั้งพักน้ำได้ ตลอดจนมีโรงเรือนที่ป้องกันศัตรูพืชและแสงแดดได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิระบบน้ำในท่อพลาสติกในการปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ขึ้นมาซึ่งสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำในท่อพลาสติกได้

2. วิธีการทดลอง

การปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไฮโดรโพนิกส์ ในปัจจุบันมีการทดลองปลูกหลากหลายรูปแบบ เช่น ใส่ขวดน้ำหรือในภาชนะที่บรรจุน้ำได้ แต่การปลูกผักขึ้นฉ่ายแบบไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT นั้นยังประสบกับปัญหาความร้อนภายในรางปลูกที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จึงทำให้รากของผักนั้นเน่าหรือรากผักทนความร้อนไม่ไหวจนผักนั้นแห้งตาย การควบคุมอุณหภูมิของน้ำในท่อพลาสติก (PVC) ของรางเพาะปลูกนั้นสามมารถควบคุมได้โดยเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ที่สามารถทำความเย็นให้คงที่ได้โดยแผ่นทำความเย็น (Thermoelectric Cooler Paltrier) เพื่อเปรียบเทียบผลการทอลองแบ่งสภาวะการทดสอบ 2 แบบ คือ การปลูกที่ใช้เครื่องทำความเย็น และการปลูกที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็น ซึ่งมีขั้นตอน และวิธีการดำเนินงานดังนี้

2.1 ออกแบบโรงเรือนและรางเพาะปลูกผักไฮโดรโพนิกส์

การออกแบบโรงเรือนและรางเพาะปลูกผักไฮโดรโพนิกส์มีขั้นตอนการออกแบบโรงเรือนทำจากท่อพลาสติกขนาดกว้าง ยาว และสูงเท่ากับ 1.7 x 2.5 x 1.8 เมตร คลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50% และคลุมโรงเรือนด้วยผ้าพลาสติกใส วางรางน้ำจำนวน 16 ท่อ ดังรูป 1 เจาะรูวางกระถางปลูกทั้งหมด 14 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร เว้นระยะห่าง 5 เซนติเมตร ออกแบบระบบไหลเวียนน้ำด้วยปั๊มน้ำด้านล่างเจาะปลายท่อเพื่อให้น้ำไหลออก



รูปที่ 1 โรงเรือนเพาะปลูกผักไฮโดรโพนิกส์

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็น

การปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ควบคุมอุณหภูมิจะใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นตัวกำหนดให้เพาเวอร์ซัพพลายสวิทชิ่งทำงาน ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายสวิทชิ่งจะทำงานร่วมกันกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก ซึ่งการทำงานนั้นจะเริ่มจากจ่ายไฟเข้าเซ็นเซอร์ เมื่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิได้รับอุณหภูมิตามที่กำหนดดีเลย์จะทำงาน โดยดีเลย์จะทำงาน 2 ลักษณะ คือค่าอุณหภูมิต่ำสุดและค่าอุณหภูมิสูงสุดเมื่ออุณหภูมิในท่อ PVC ถึงค่าที่ตั้งไว้ จะมีจอแสดงผลอุณหภูมิเป็นตัวเลข หลังจากนั้นวงจรควบคุมอุณหภูมิจะสั่งให้ดีเลย์ทำงาน โดยดีเลย์จะทำให้ขาไฟฟ้าที่ต่อกับตัวดีเลย์เชื่อมต่อหากัน ทำให้ไฟฟ้าครบวงจร เมื่อไฟฟ้าครบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายจะจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12V เพื่อให้แผ่นทำงานทำงานตามที่เซ็นเซอร์ตั้งไว้ ถ้าอุณหภูมิของน้ำไม่ถึงค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ตั้งไว้ เซ็นเซอร์จะสั่งให้ดีเลย์ทำงานไปเลื่อยๆ จนกระทั้งถึงค่าอุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง

2.3 ขั้นตอนการผสมธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหารมีอยู่ 2 ชนิด คือ สารละลาย A สารละลาย B หรือปุ๋ย A และ B สำหรับการปลูก ผักไฮโดรโพนิกส์ สารอาหาร A ประกอบด้วยแมกนีเซียมซัลเฟส โปรแตสเซียมไนเตร โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟส แมงกานีส จุลธาต และสารอาหาร B ประกอบด้วยแคลเซียมไนแตรท ธาตุเหล็กโดยสาเหตุที่ต้องแยกสารอาหารเนื่องจาก สารละลายเคมีบางชนิดเมื่อผสมกันในความเข้มข้นที่สูงอาจทำให้เกิดการตกตะกอนได้ (พจนีย์ พิมพ์มหา. 2549; พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2557; ธัญญาวรรณ เรือนทิพย์. 2554)

ขั้นตอนการผสมสารละลายธาตุอาหาร A และ B มีอัตราส่วนในการผสมคือ 1:1:200 ลิตร แต่ภาชนะบรรจุน้ำได้ 20 ลิตรมีโดยมีอัตราการผสมสารละลายธาตุอาหาร A และ B อย่างละ 0.05 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นำสารละลายที่เตรียมไว้ใส่ลงในถังเก็บสารละลาย ปรับความเข้มข้นสารละลายให้ค่าการนำไฟฟ้า CE เท่ากับ 1.0 – 3.0 ms/cm โดยปรับสภาพน้ำให้มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5-7.5 ppm ตลอดการทดลอง

2.4 การทดลองการเพาะต้นกล้าผักขึ้นฉ่าย

1) นำฟองน้ำที่ใช้ในการปลูกเรียงในถาดเพาะแล้วเทน้ำสะอาดให้เต็มถาด จากนั้นใช้มือกดก้อนฟองน้ำเพื่อไล่อากาศจากก้อนฟองน้ำ และให้น้ำดูดซับน้ำเข้าไปแทนแล้วเทน้ำลงไปในถาดเพิ่ม

2) คีบเมล็ดผักขึ้นฉ่าย สอดในช่องตรงกลางของฟองน้ำโดยสอดเมล็ดลงไปให้ส่วนท้ายของเมล็ดโผล่จากก้อนฟองน้ำเล็กน้อย และนำกระบอกฉีดน้ำฉีดให้ทั่วถาดเพาะเมล็ดให้ฟองน้ำเปียก

3) เมื่อเมล็ดงอกนำถาดเพาะต้นกล้า ไปวางรับแสงแดดในตอนเช้าหรือช่วงเย็น ประมาณ 3-4 ชั่วโมงต่อวัน ดังรูป 2 (ก)

4) เมื่อต้นกล้าเริ่มมีใบจริงงอกออกมา ให้เทน้ำเก่าในถาดอนุบาลออก แล้วนำน้ำผสมธาตุอาหาร A และ B แบบเจือจาง เติมลงไปในถาดแทนน้ำเดิม และลดระดับน้ำให้เหลือ 1/3 ของก้อนฟองน้ำ และเพิ่มระยะเวลาในการรับแสงแดดของต้นกล้า5-6 ชั่วโมงต่อวัน

5) ย้ายต้นกล้าใส่กระถางปลูก โดยให้ก้นของฟองน้ำโผล่ออกมาจากก้นกระถางต้นกล้าที่สวมกระถางปลูกแล้วไปใส่ในช่องปลูกของรางปลูกในโรงเรือน โดยให้ฟองน้ำสัมผัสกับน้ำในรางปลูกดังรูป 2 (ข)

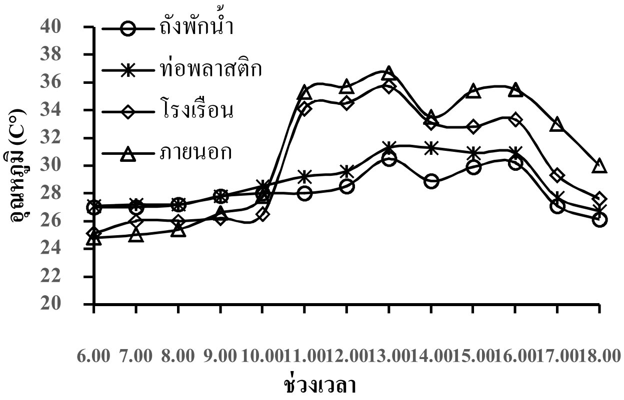
(ก)

(ข)

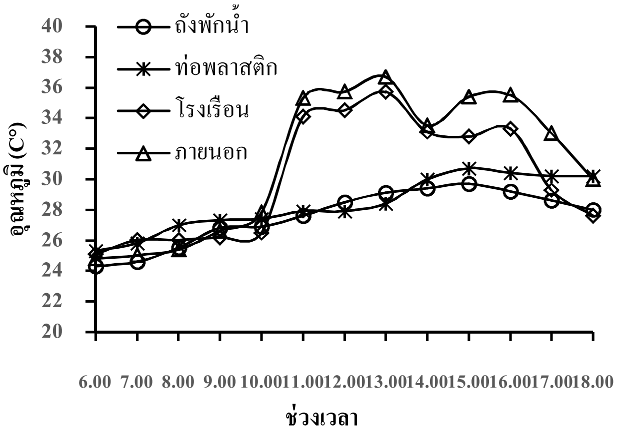
รูปที่ 2 ก) การเพาะต้นกล้าก่อนปลูก และ ข) กระถางปลูกในรางน้ำ

3. ผลการทดลอง

แนวคิดการออกแบบโรงเรือนและรางเพาะปลูกผักไฮโดรโพนิกส์ขนาดกว้าง ยาว และสูง เท่ากับ 1.7 x 2.5 x 1.8 เมตร มีรางน้ำจำนวน 16 ท่อ มีรูวางกระถางปลูกทั้งหมด 14 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างรู 5 เซนติเมตร และใช้ผ้าพลาสติกใสคลุมโงเรือนจากผลการทดสอบเก็บผลอุณหภูมิน้ำที่ใช้ปลูกและอุณหภูมิภายในโรงเรือน ตั้งแต่เวลา 06.00 - 18.00 น. พบว่า รางปลูกผักไม่ใช้เครื่องทำความเย็นอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในท่อจะสูงขึ้น 33 องศาเซลเซียสที่เวลา 13.00 -15.00 น. ส่วนรางปลูกที่ใช้เครื่องทำความเย็นอุณหภูมิจะคงที่ และมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงถึง 30 องศาเซลเซียส เวลา 13.00 -15.00 น. และมีการเก็บผลอุณหภูมิรายในโรงเรือนคือ 36 องศาเซลเซียส ดังรูป 3 (ก)ไม่ใช้เครื่องทำความเย็น



(ก)



(ข)

รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิทดสอบเครื่องทำความเย็นในสภาวะการทดสอบ 2 แบบ ก) ไม่ใช้เครื่องทำความเย็น และ ข) ใช้เครื่องทำความเย็น

3.2 ผลการทดลองเครื่องทำความเย็น

ผลทดสอบเครื่องทำความเย็นสามารถลดอุณหภูมิในถังพักน้ำให้คงที่ต่ำสุดคือ 24 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิถังพักน้ำคงที่สูงสุดคือ 29 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับถังพักน้ำที่ไม่ใช้เครื่องทำความเย็น

อุณหภูมิคงที่ต่ำสุดคือ 27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิถังพักน้ำคงที่สูงสุดคือ 28 องศาเซลเซียส ดังรูป 3 (ข) ใช้เครื่องทำความเย็น

3.3 ผลการทดลองการผสมธาตุอาหาร A และ B

การผสมธาตุอาหาร A และ B วัดค่า pH ได้เท่ากับ 7 และค่า EC เท่ากับ 1.08 ms/cm ดังรูป 4 (ก) ภายหลังการเพาะต้นกล้าผักขึ้นฉ่าย อายุ 10 วัน มีความยาวจากรากถึงใบประมาณ 7 เซนติเมตร เมื่อผ่านไป 7 วัน ทำการวัดความสูงของต้นกล้าได้ประมาณ 12 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4 (ข)

(ก)

(ข)

รูปที่ 4 ก) ทดสอบหา pH และ EC และ ข) การวัดความสูงต้นกล้าขึ้นฉ่าย

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบเก็บผลการทดลอง เพื่อประเมินผลการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิในท่อพลาสติกในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขที่ออกแบบทั้งการทำงานตามเวลาที่กำหนดและรักษาอุณหภูมิภายในถังพักน้ำไม่ให้เกิน 30 องศาเซลเซียส โดยการสั่งให้เครื่องทำความเย็นช่วยลดอุณหภูมิน้ำสารละลายธาตุได้ 2-3 องศาเซลเซียส ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้อาจเป็นเพียงการทดสอบในช่วงระยะต้นกล้า จึงควรมีการทดสอบระยะเวลาการเจริญการเจริญเติบโตของผักขึ้นฉ่ายอย่างเต็มที่

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สนับสนุนการวิจัยและนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 นายวุฒิพงษ์ แผลงฤทธิ์ และนายณัฐชัย บรรณสาร ที่ช่วยเก็บข้อมูลทดสอบทั้งหมดในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ไกรเลิศ ทวีกุล ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และธรรมศักดิ์ทองเกตุ. 2549. สถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น.

[2] จรินทร์ทิพย์ จงใจรักษ์. 2548. การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนในการปลูกผักไฮโดรโพนิกส์โดยใช้ระบบ Dynamic Root Flow Technique (DRFT) และระบบ PC. การค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] เจตพล คงดี. 2553. ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผักไฮโดรโพนิกส์ ในอำเภอเมืองเชียงใหม่. การค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4] ฉัตรชัย บุญบวรรัตนกุล. 2554. การวิเคราะห์และการจัดการโครงการ [ออนไลน์]. ค้นวันที่ 2 ธันวาคม 2559. จาก www.dpu.ac.th/graduate/mpa/download.php?id.

[5] ชิติ ศรีตนทิพย์. 2556. เอกสารประกอบค้าสอนวิชาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา. ลำปาง. 247 หน้า.

[6] ชูชีพ พิพัฒศิถี. 2538. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[7] ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. กรุงเทพฯ. 724 หน้า.

[8] ดิเรก ทองอร่าม. 2548. เอกสารประกอบการสอน การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการค้า. (Commercial Soilless Culture) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. กรุงเทพฯ. 1132

[9] ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัทดีการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 816 น.

[11] ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ และ จตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ. 2544. การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินแบบประหยัด. KUElectronic Magazine 9 (2). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.ku.ac.th/e-magazine/september44 /agri/plant.html (4 ธันวาคม 2559).

[12] ธัญญาวรรณ เรือนทิพย์. 2554. ผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 143 น.

[15] พจนีย์ พิมพ์มหา. 2549. การศึกษาเพื่อหาแนวทางลดต้นทุนการเตรียมสูตรสารละลายโดยใช้ปุ๋ยเดี่ยวให้ธาตุอาหารหลักในการผลิตพืชผักไฮโดรโพนิกส์.

[16] รณรงค์จงมีไชย. 2550. “ต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรในการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษ เขตทวีวัฒนากรุงเทพมหานคร.” การค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.เรวัตร จินดาเจี่ย. 2546.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

อุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมจากแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

Automatic Watering System for Vegetable Garden using Solar and Hydro Turbine Hybrid Power Systems

กุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต พิชิต อ้วนไตร
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
321 ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422125
E-mail: kulsomsap.ycl@gmail.com, pichitutri@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมจากแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าโดยมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ระบบจ่ายน้ำแปลงผัก ระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้เป็นพลังงานสำรองโดยสามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 11.91 โวลต์ และ 12.66 โวลต์ ตามลำดับ และผักที่ใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติมีการเติบโตอย่างมีคุณภาพเมื่อเทียบกับการรดน้ำแบบปกติ

คำสำคัญ: อุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผัก, เซลล์แสงอาทิตย์, กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

Abstract

This article presents the development of Automatic Watering System for Vegetable Garden using Solar and Hydro Turbine Hybrid Power Systems. Consist of vegetable watering system. Solar power and hydro turbine power system are used as alternate power sources, generating an average of 11.91 volts and 12.66 volts, respectively, and vegetables that use automatic watering systems are growing in quality compared to conventional power plants. Regular watering

Keywords: Automatic Watering System, Solar cells, Hydro turbine power system

1. บทนำ

เกษตรกรรมนับเป็นหนึ่งในอาชีพหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย เกือบครึ่งหนึ่งของแรงงานส่วนใหญ่ทำงานในภาคการเกษตร [1] ผลผลิตทางการเกษตรที่ได้มีหลายส่วนทั้งจากการผลิตพืช การประมงและปศุสัตว์ โดยปริมาณความต้องการสินค้าเกษตรภายในประเทศและการส่งออกไปยังต่างประเทศมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากจำนวนของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ความต้องการในท้องตลาดเพิ่มตามซึ่งผักเองก็นับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้บริโภคเป็นอาหารประจำวัน อัตราการบริโภคผักที่ใช้ภายในครอบครัวและการส่งออกไปขายยังต่างประเทศและการนำเข้ามาในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปแบบของผักสด ผักกระป๋อง ผักตากแห้ง เมล็ดพันธุ์ผักและอื่นๆ ก็นับเป็นปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นตลอดดังนั้นการปลูกผักจึงนับได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นตัวเลือกแรกๆของเกษตรกร จึงมีการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์และกรรมวิธีการปลูกตลอดเวลาซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในยุคปัจจุบันที่มีนโยบายที่ใช้ในชื่อของประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) ซึ่งเป็นนโยบายที่มีจุดมุ่งหมายหลักคือต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่ “Value–Based Economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” โดยมีฐานความคิดหลัก คือ เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และเปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น [2] ดังนั้นลักษณะสำคัญของการเกษตรในยุคนี้คือเปลี่ยนจากการเกษตรแบบดั้งเดิมในปัจจุบัน ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยี (Smart Farming)

ในการปลูกผักนั้นน้ำเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผักเจริญเติบโตและมีคุณภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งเพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดิน และเป็นตัวกลางนำธาตุอาหารเข้าสู่ส่วนต่างๆของผัก นอกจากนี้ น้ำยังเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง ตลอดจนช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้ดินอ่อนนุ่มและร่วนซุยช่วยรักษาอุณหภูมิของดินให้พอเหมาะไม่ร้อนจัดหรือเย็นจัดจนเกินไปทำให้อินทรียวัตถุสลายตัวและเกื้อกูลจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์แก่พืชให้มีชีวิตอยู่ได้ การออกแบบระบบน้ำสำหรับการเกษตรกรรมนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะระบบน้ำที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้สามารถพัฒนาผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและในด้านคุณภาพได้มากขึ้น ปัจจุบันการวางระบบน้ำแบบท่อแรงดันที่ใช้สปริงเกอร์ (Springer) เป็น

วิธีที่ได้รับความนิยม การรดน้ำผักในปริมาณที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดจึงเป็นเรื่องที่ไม่ควรมองข้าม หากทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าลงทุน ค่าวัสดุ ค่าน้ำมัน ค่าไฟฟ้า และค่าน้ำประปาอีกด้วย ซึ่งรายจ่ายเหล่านี้หากเป็นระบบเพาะปลูกเล็กๆอาจไม่มีผลกระทบมากนัก แต่หากเป็นระบบขนาดใหญ่ที่จะต้องมีผู้ควบคุมดูแลการจ่ายน้ำในแต่ละจุดบางครั้งการจ่ายน้ำอาจมีการผิดพลาด จุดเปิดน้ำที่อยู่ห่างกันอาจทำให้ผักรับน้ำมากหรือน้อยเกินกว่าที่ควรเป็นและใช้ระยะเวลาในการเปิด-ปิดระบบที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติที่สามารถรดน้ำให้เหมาะกับผักแต่ละชนิด พร้อมทั้งมีระบบจ่ายน้ำปุ๋ยที่ตรงเวลาและแม่นยำ มีระบบการตรวจวัดความชื้นของดิน และใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลักควบคู่กับกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ลดต้นทุน การจ้างแรงงานคน และค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเพาะปลูก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

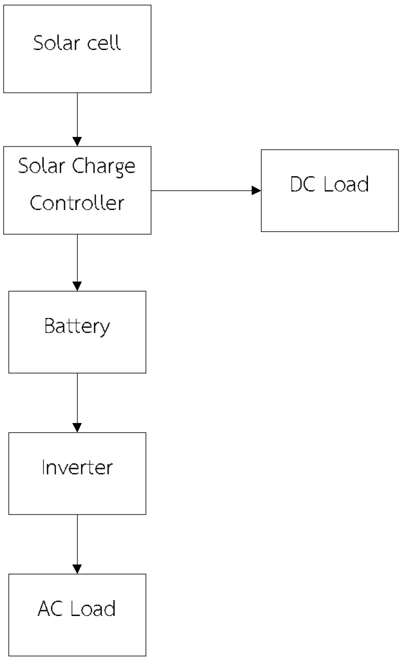
2.1 การปลูกผัก และชนิดของผัก

ผัก เป็นแหล่งอาหารสำคัญทั้งสำหรับมนุษย์และสัตว์ที่ให้แร่ธาตุวิตามินที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์การจำแนกประเภทของผักออกเป็นประเภทต่างๆนั้น มีเกณฑ์อยู่หลายอย่าง ที่สามารถใช้ในการจำแนก ประเภทของผักได้ แต่ที่นิยมกันหลักๆแล้ว ใช้เกณฑ์จำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เช่น ตระกูลกะหล่ำ ได้แก่ กะหล่ำดาว กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี กวางตุ้ง คะน้า บรอคอลี , จำแนกส่วนที่ใช้ในการบริโภคได้แก่ ใบ ลำต้น ราก ดอก ผล และเมล็ด เช่น รากแก้ว ได้แก่ แครอท ผลอ่อน ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ข้าวโพดฝักอ่อน และจำแนกตามฤดูปลูกที่เหมาะสม เช่น ผักฤดูหนาว สามารถเจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 18-28 องศาเซลเซียส หากปลูกในช่วงนี้ ผักกลุ่มนี้ สามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูง

2.2 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้มักทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon) ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้โดยแบ่งเป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) ชนิดผลึกรวม (Poly crystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบาง

รูปที่ 1 เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Mono , Poly และ Amorphous



รูปที่ 2 ผังการเชื่อมต่อใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

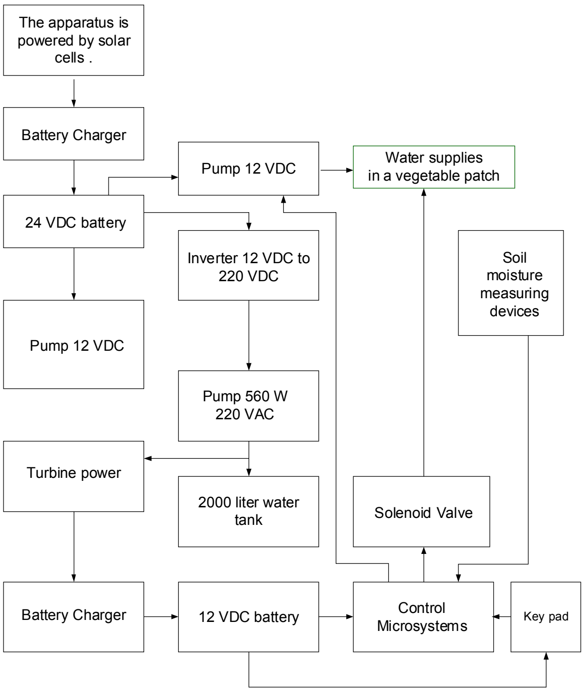
2.3 การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำ

ในการพัฒนาอุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติได้ใช้กังหันน้ำแบบเพลตัน (Pelton type) มีลักษณะคล้ายถ้วย 2 ใบทำจากโลหะ วางเป็นวงกลมยึดติดแน่นกับวงล้อ ผลิตพลังงานกลจากเพลา และการเคลื่อนไหวของการหมุนกังหันเพลาจะถูกส่งโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่ระดับหัวน้ำสูงกว่า 250 เมตร หรือน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก การทำให้กังหันน้ำนี้หมุน อาจใช้ความเร็วของลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดไม่ต้องมีความเร็วสูงนัก

รูปที่ 3 กังหันน้ำแบบเพลตัน

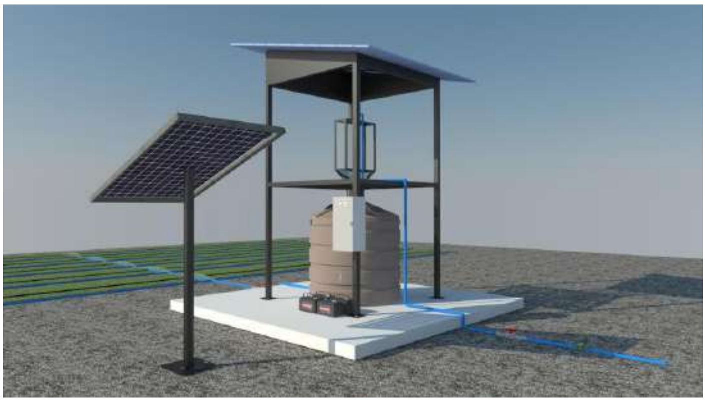
3.การออกแบบอุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

อุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมจากแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้ามีการออกแบบเป็นส่วนๆ โดยส่วนแรกเป็นการออกแบบระบบจ่ายน้ำผักด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด PIC ส่วนที่สองการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และส่วนที่สาม การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำเพื่อเป็นพลังงานสำรอง



รูปที่ 4 ผังการทำงานของระบบจ่ายน้ำ

จากรูปที่ 4 ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบจ่ายน้ำได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถหมุนตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ และนำพลังงานไปสำรองเก็บไว้ในแบตเตอรี่และจ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถตั้งเวลาในการโปรแกรมการรดน้ำและปุ๋ยตามชนิดของผักผ่านหน้าจอแสดงผล โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์ปั๊มน้ำและโซลินอยวาล์วในแปลงทำงานตามเวลา และสามารถตรวจสอบค่าความชื้นในแปลงผักได้ด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินเพื่อสั่งให้ไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุมให้มอเตอร์และโซลินอยส์วาล์วหยุดทำงานเมื่อมีความชื้นในดินมากเกินไป ระบบน้ำจะสูบผ่านมอเตอร์เพื่อกักเก็บน้ำไว้ในถัง เพื่อสำรองน้ำไว้ใช้ในช่วงเวลาถัดไป และในขณะน้ำถูกดูดขึ้นมาเก็บไว้ในถัง 2,000 ลิตร กระแสน้ำที่ถูกดูดขึ้นมาจะมีแรงตกสู่ในถัง โดยขณะนี้น้ำที่มีความเร็วจะถูกปล่อยลงสู่ถังโดยผ่านกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าเพื่อกักเก็บพลังงานไว้ใช้ในการจ่ายอุปกรณ์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำในแปลงผักต่อไป



รูปที่ 5 แบบจำลองโครงสร้างของอุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

4. ผลการทำงาน

4.1 ทดสอบระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ

การทดลองแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบประสิทธิภาพการจ่ายน้ำ การทดสอบประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันน้ำ ซึ่งช่วงแรกจะเป็นการทดสอบการจ่ายน้ำอัตโนมัติให้กับแปลงผัก ซึ่งเราสร้างพื้นที่ทดสอบประกอบด้วยแปลงผักขนาด 3 ตารางเมตร จำนวน 20 แปลงทำการวัดผลการจ่ายน้ำให้กับแปลงผักตามเวลาการทำงาน ปริมาณน้ำที่จ่ายออกมาจากระบบ การทดสอบเวลาในการให้ปุ๋ย และการเจริญเติบโตของผักเปรียบเทียบกันระหว่างแปลงที่มีระบบการจ่ายน้ำอัตโนมัติ กับรดน้ำผักที่ไม่ได้ใช้ระบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างแปลงที่มีระบบการจ่ายน้ำอัตโนมัติ กับรดน้ำผักที่ไม่ได้ใช้ระบบอัตโนมัติ

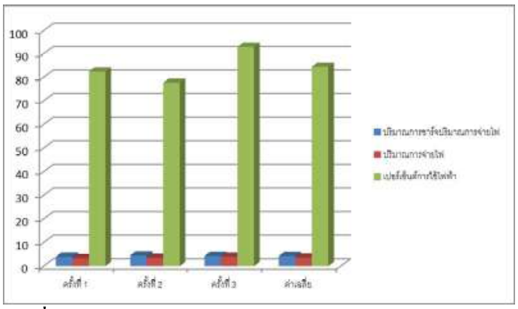
ครั้งที่	ลักษณะของพืชที่ได้รับปุ๋ย	ลักษณะของพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย
1		
2		
3		

จากตารางที่ 1 พบว่าการทำงานของไมโครคอลโทรลเลอร์สามารถจ่ายน้ำให้กับแปลงผักได้ทุกแปลงในเวลาที่เท่ากันตามเวลาที่กำหนด คือ 1 ครั้งในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งเราใช้ปุ๋ยน้ำที่ผ่านการผสมแล้วจึงทำให้ง่ายต่อการจ่ายน้ำ จะสังเกตุเห็นว่าพืชที่ได้รับปุ๋ยจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันน้ำ

การทดลองที่	ปริมาณน้ำที่จ่ายออกจากปั๊ม (ลิตร)	แรงดันที่วัดได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (Volt)	แรงดันที่วัดได้จากกังหันน้ำ (Volt)
1	10	11.99	12.45
2	20	12.42	13.22
3	30	11.32	12.32
เฉลี่ย	20	11.91	12.66

จากตารางที่ 2 พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เฉลี่ย 11.91 โวลต์ และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 12.66 โวลต์และ จากรูปกราฟที่ 5 พบว่าการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อนำประจุไฟฟ้าไปใช้งานนั้นมีความเหมาสมะกับระบบและไม่เกิดการใช้แรงดันไฟฟ้าเกิน ซึ่งจากค่าเฉลี่ยพบว่าการใช้ไฟฟ้าต่อวันของระบบฯ อยู่ที่ประมาณ 84.5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการชาร์จไฟฟ้าเข้าระบบทั้งหมด



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการชาร์จไฟจ่ายไฟของแบตเตอรี่

5. สรุปผล

อุปกรณ์จ่ายน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าร่วมจากแสงอาทิตย์และกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่พัฒนาสามารถใช้งานได้ดีและมีประสิทธิภาพสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ แต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมเช่น การหยุดระบบน้ำยังไม่สามารถตัดได้ทันทีทันใดและยังคงมีน้ำค้างในท่อซึ่งส่วนที่ค้างเกินอาจทำให้ผักได้รับน้ำเกินกว่าที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2559, มีค 10.). ทิศทางการทำงานของแรงงานไทย [Online]. Available: http://www.nso.go.th
[2] ประเทศไทย 4.0 “Thailand 4.0” [Online]. Available: https://www.learningstudio.info
[3] เสกสรรค์ วินยางค์กูลและคณะ, “ระบบการให้น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาการปลูกสตรอเบอรี่”.การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 8, 2559

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาระบบควบคุมเกลียวป้อนสำหรับเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ

DEVELOPMENT OF A SCREW FEEDER CONTROL SYSTEM FOR PRECISION FERTILIZING MACHINE

ภิญญาพัชญ์ พัชรกิตติพงศ์, สิริกมล เสถียรภัทรธานี, สุณัฐชา ธเนศานนท์, ธราธิป นวมยากูล, สุชาวดี สีกัน และ วสุ อุดมเพทายกุล

หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8337-8 E-mail: vasu.ud@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการให้ปุ๋ยแบบผันแปร (Variable Rate Technology, VRT) เป็นการควบคุมการให้ปุ๋ยต่อพื้นที่ตามอัตราที่กำหนดอย่างแม่นยำถึงแม้ว่าความเร็วในการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงในขณะทำงาน ช่วยให้การให้ปุ๋ยมีสม่ำเสมอ ลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น และลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบระบบอัตโนมัติควบคุมความเร็วรอบของเกลียวป้อนสำหรับติดตั้งในเครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยเพื่อให้มีอัตราการหยอดปุ๋ยเชิงพื้นที่ตามที่กำหนด ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA เป็นระบบควบคุม โดยรับข้อมูลความเร็วในการเคลื่อนที่จากเครื่องรับ GPS แล้วทำการคำนวณและส่งสัญญาณควบคุมให้กับวงจรขับมอเตอร์เพื่อขับมอเตอร์กระแสตรงควบคุมเกลียวหยอดปุ๋ยตามความเร็วรอบที่เหมาะสม

การทดสอบการในห้องปฏิบัติการ พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีการตอบสนองต่อคำสั่งที่ดี สามารถปรับอัตราการหยอดได้อย่างรวดเร็ว และมีความแม่นยำในการหยอด (เชิงมวล) ที่ดี ส่วนการทดสอบภาคสนาม พบว่าระบบสามารถหยอดปุ๋ยได้ใกล้เคียงกับอัตรา (เชิงพื้นที่) ที่กำหนด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราการหยอดเชิงพื้นที่เทียบกับอัตราที่ต้องการ 0.4 – 1.2 กิโลกรัมต่อไร่

คำสำคัญ: เครื่องหยอดปุ๋ย; การควบคุมเกลียวป้อน; เทคโนโลยีการให้ปุ๋ยแบบผันแปร; VRT

Abstract

Variable Rate Technology (VRT) in fertilization is to control fertilizing at the desired rate with a compensation of traveling speed variation. VRT helps farmers to utilize the fertilizer as needed and, so that, to minimize farmer's production cost. The objective of this research is to develop and test an automatic screw feeder control system installed on a typical sugarcane fertilizing machine for a VRT application. The system uses an Arduino MEGA microcontroller to receive the traveling speed from a GPS receiver, then, calculates and sends the control signal to a motor driver for controlling a DC motor and the screw feeder at a desired rate.

In laboratory, the system showed a high accuracy in application rate with fast response. Output rate instantly followed the change of input command. For the field test, the system performed good accuracy in application rate with application error of 0.4 - 1.2 kg/rai.

Keywords: fertilizing machine; screw feeder control; variable rate technology; VRT

1. บทนำ

ผลผลิตทางการเกษตรจะมีคุณภาพที่ดีในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการนั้น พืชต้องได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นในปริมาณที่เหมาะสม โดยในระบบการปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น มักมีการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ดินขาดความสมบูรณ์ การใส่ปุ๋ยจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตตามที่คาดหวัง ส่งผลให้ปุ๋ยกลายเป็นปัจจัยการผลิตหลัก คิดเป็นต้นทุนที่สำคัญของการผลิตพืชในเชิงเศรษฐกิจ เช่น การเพาะปลูกอ้อยในฤดูการผลิต 2555/56 [1] มีต้นทุนค่าปุ๋ยโดยเฉลี่ยทั้งประเทศคิดเป็นร้อยละ 16.2 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด และมากที่สุดถึงร้อยละ 20.2 ในภาคตะวันออก ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการใช้เครื่องทุ่นแรงมาช่วยในการให้ปุ๋ยที่ทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว แต่ยังพบว่ายังมีความแปรปรวนของปริมาณการให้ปุ๋ยที่สูงเนื่องจากข้อจำกัดของเทคนิคการทำงานของเครื่อง ทำให้เกษตรกรนิยมใส่ปุ๋ยในปริมาณที่สูงขึ้นกว่าคำแนะนำเพื่อชดเชยความไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้น และเชื่อว่าจะให้ผลผลิตในปริมาณที่สูงขึ้น ดังนั้น หากสามารถพัฒนาระบบการให้ปุ๋ยที่มีความแม่นยำก็จะช่วยลดปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้

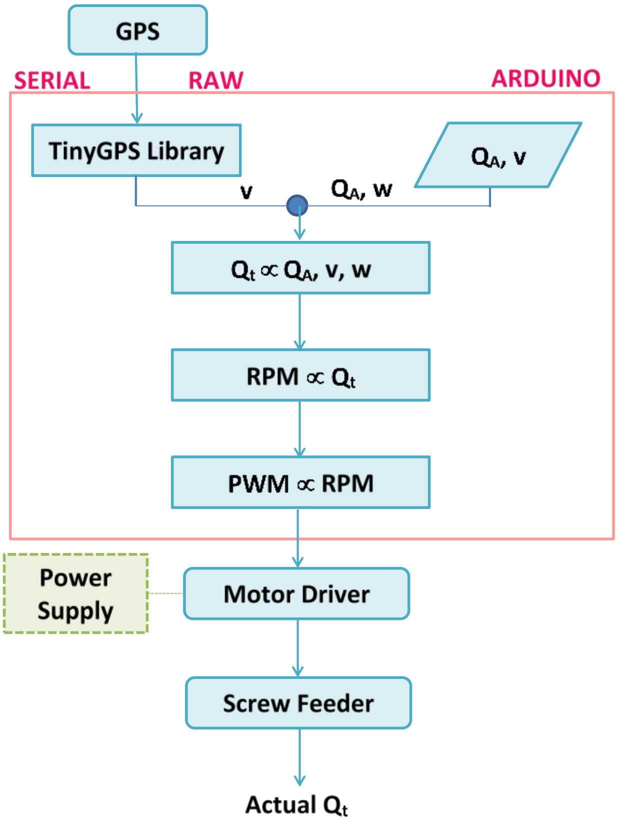
เครื่องหยอดปุ๋ยแบบทั่วไปกำหนดอัตราการหยอดที่สัมพันธ์กับความเร็วรอบของล้อดิน (Ground wheel) ซึ่งมีโอกาสลื่นไถลเมื่อวิ่งบนพื้นดินที่ไม่เรียบหรือมีความหนาแน่นของดินที่ไม่สม่ำเสมอ งานวิจัยนี้ให้ความสนใจกับเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยแบบผันแปร (Variable Rate Technology, VRT) [2] ซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณปุ๋ยต่อพื้นที่ตามอัตราที่กำหนดแม้ความเร็วในการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงในขณะทำงานเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบอัตโนมัติควบคุมความเร็วรอบของเกลียวป้อนสำหรับติดตั้งในเครื่องหยอดปุ๋ยอ้อย และทดสอบความแม่นยำของระบบที่พัฒนาขึ้น

2. ระบบและหลักการทำงาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการดัดแปลงเครื่องหยอดปุ๋ยที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป โดยถอดล้อดินและชุดโซ่ส่งกำลังออก แล้วติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงเพื่อขับเกลียวหยอดปุ๋ยแทน ในส่วนของการควบคุม ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA (Arduino.org, Italy) รับสัญญาณความเร็วของรถแทรกเตอร์จากเครื่องรับ GPS (U-blox M8N, U-blox Inc., Switzerland) เพื่อคำนวณและส่งสัญญาณควบคุมให้กับวงจรขับมอเตอร์ เพื่อขับมอเตอร์กระแสตรงโดยควบคุมความเร็วรอบของเกลียวหยอดปุ๋ยตามที่ต้องการ สามารถแสดงแผนผังการทำงานของระบบได้ดังรูปที่ 1

ข้อมูลที่ต้องป้อนให้กับระบบได้แก่ อัตราการหยอดปุ๋ยเชิงพื้นที่ (Q_A, กิโลกรัมปุ๋ยต่อพื้นที่) ระยะระหว่างแถวของพืช (w) และความเร็วในการเคลื่อนที่ (v) สองปัจจัยแรกถูกกำหนดโดยความต้องการและลักษณะการปลูกของเกษตรกร ส่วนความเร็วในการเคลื่อนที่สามารถทราบได้จากเครื่องรับ GPS ซึ่งส่งสัญญาณในรูปแบบ UART Serial Communication โดยใช้ไลบรารี่ TinyGPS ในไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA เพื่อถอดรหัสข้อมูลความเร็ว

สิ่งที่ต้องคำนวณในระบบควบคุมนี้คืออัตราการหยอดเชิงเวลา (Q_t, กิโลกรัมปุ๋ยต่อเวลา) ซึ่งต้องถูกควบคุมให้สัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ (v) เพื่อให้สามารถหยอดปุ๋ยได้ตามอัตราการหยอดเชิงพื้นที่ (Q_A) ในระยะระหว่างแถว (w) ที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากระบบการหยอดปุ๋ยนี้ ใช้เกลียวป้อนในการจ่ายปุ๋ย อัตราการหยอดเชิงเวลาจึงสามารถควบคุมโดยการใช้ความเร็วรอบของเกลียวป้อน (RPM) ที่เหมาะสม โดยต้องคำนวณและส่งสัญญาณ PWM (Pulse-width modulation) ที่ถูกต้องให้กับวงจรขับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์และเกลียวป้อนตามความเร็วรอบที่ต้องการ



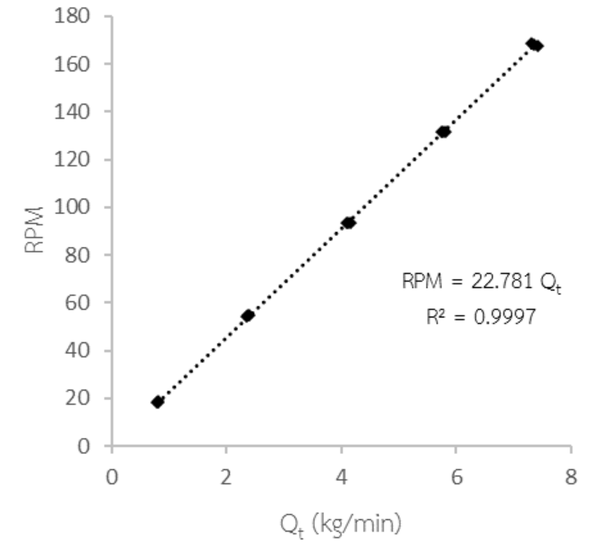
รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของระบบ

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

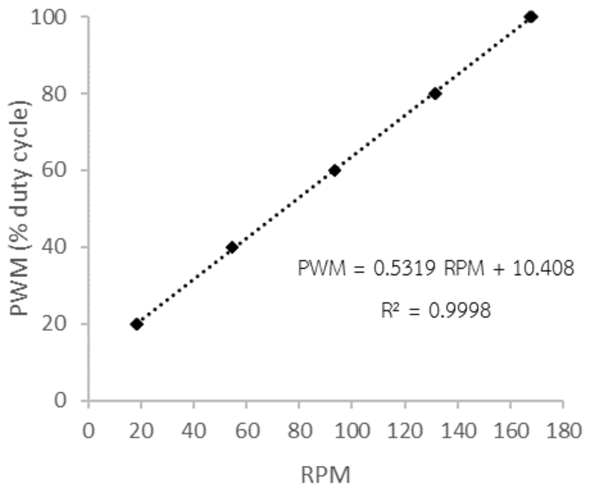
3.1 การหาสมการควบคุมเกลียวป้อน

เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยอดเชิงมวล (Q_t) ที่ได้, ความเร็วรอบของเกลียวป้อน (RPM) ที่เกิดขึ้น และ สัญญาณควบคุม Pulse-Width Modulation (PWM) ที่ใช้ โดยทำการทดสอบการหยอดปุ๋ยด้วยระดับสัญญาณ PWM ที่ duty cycle 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ตามลำดับ แล้วสุ่มเก็บปริมาณปุ๋ยที่ได้ในระยะเวลา 10 วินาที ของแต่ละระดับสัญญาณ เป็นจำนวน 3 ซ้ำ นำมาชั่งมวล บันทึกผล

จากรูปที่ 2 อัตราการหยอด (Q_t) ที่ได้ และความเร็วรอบของเกลียวป้อน (RPM) ที่ใช้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงเป็นสมการ RPM = 22.781 Q_t โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูงถึง 99.97% นั่นคือ ตัวชุดเกลียวป้อนนี้สามารถกำหนดการจ่ายปุ๋ยในปริมาณที่ต้องการได้ด้วยการควบคุมความเร็วรอบของเกลียวป้อน



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยอด (Q_t) ที่ได้ และความเร็วรอบของเกลียวป้อน (RPM) ที่ใช้

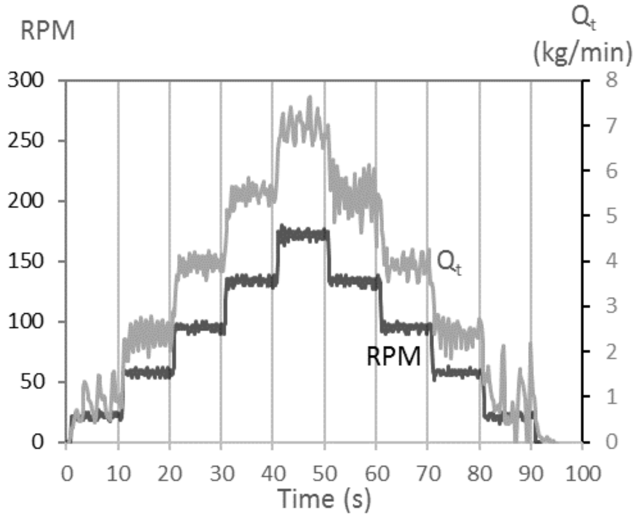


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุม (PWM) ที่ให้ และ ความเร็วรอบของเกลียวป้อน (RPM) ที่ได้

และเช่นเดียวกัน ในรูปที่ 3 ค่าสัญญาณควบคุม PWM แปรผันโดยตรงอย่างเป็นเชิงเส้นกับความเร็วรอบของเกลียวป้อน โดยมีสมการความสัมพันธ์คือ PWM = 0.5319 RPM + 10.408 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 99.98% เมื่อรวมสมการทั้งสองเข้าด้วยกัน จะสามารถกำหนดค่าสัญญาณควบคุม PWM ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้อัตราการหยอด Q_t ที่ต้องการ

6.2 การทดสอบการตอบสนองของระบบควบคุม

ทำการทดสอบโดยการส่งสัญญาณควบคุม PWM 6 ระดับ (0% 20% 40 % 60% 80% และ 100%) เป็นลักษณะขั้นบันได (รูปที่ 4) ใช้เวลาระดับละ 10 วินาที โดยบันทึกข้อมูลมวลของวัสดุแบบ Real-time ด้วย Load cell (LU-50KE, Kyowa Electronic Instruments Inc., Japan) และ Data logger (CR6, Campbell Scientific Inc., USA) พร้อมบันทึกความเร็วรอบของเกลียวป้อนในขณะที่ทำงาน เนื่องจากค่ามวลที่ได้เป็นค่ามวลสะสมจึงต้องนำมาคำนวณเทียบกับเวลาเพื่อหาค่าอัตราการหยอดเชิงมวล ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4



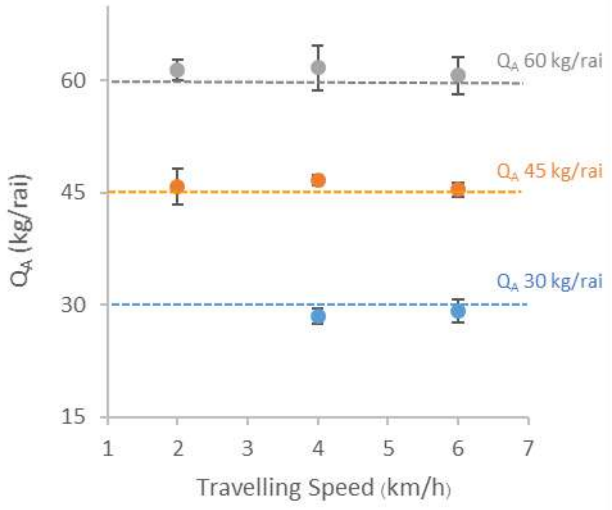
รูปที่ 4 การตอบสนองของความเร็วรอบของเกลียวป้อน และอัตราการหยอดเชิงเวลา (Q_t) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของสัญญาณควบคุม

กราฟในรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อป้อนสัญญาณPWM เข้าไปในระบบ ความเร็วรอบของเกลียวป้อนจะเปลี่ยนแปลงตอบสนองต่อคำสั่งในทันที ส่วนอัตราการหยอดเชิงเวลาใช้เวลาเล็กน้อย (ไม่เกิน 2 วินาที) ในการเข้าสู่อัตราที่ต้องการ โดยความแปรปรวนของอัตราการป้อนที่เห็นในภาพ เกิดจากการที่เกลียวลำเลียงที่มีระยะพิทช์ (ในระบบมีระยะ 5 cm) วัสดุจะถูกใบเกลียวกวาดออกเป็นชุดๆ ซึ่งระบบบันทึกข้อมูลสามารถบันทึกสัญญาณได้อย่างรวดเร็ว และค่าเฉลี่ยของอัตราที่ได้สอดคล้องกับอัตราที่ต้องการ

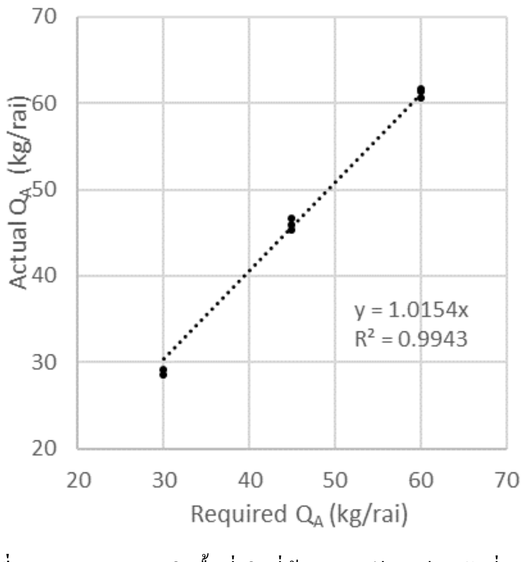
6.3 การทดสอบและผลการทดสอบภาคสนาม

ทำการทดสอบโดยติดตั้งระบบที่พัฒนาขึ้นบนรถแทรคเตอร์ ทำการทดสอบที่ระยะทาง 30 เมตร (ไป-กลับ) ที่ความเร็วต่างระดับ 3 ระดับคือ 2, 4 และ 6 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยแต่ละความเร็วกำหนด

ทดสอบที่อัตราการหยอดปุ๋ย 3 ระดับคือ 30, 45 และ60 กิโลกรัม/ไร่ ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยใน 3 ช่วงของระยะทางทดสอบ (ช่วงละ 10 เมตร) ทดสอบทั้งทิศทางไปและกลับ (รวมเป็น 6 ตัวอย่างต่อการทดสอบ) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง บันทึก และวิเคราะห์ผลการทดสอบ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5 โดยพบว่าอัตราการหยอดที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากอัตราการหยอดที่ต้องการ 0.4 ถึง 1.2 กิโลกรัมต่อไร่ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 ถึง 3.2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถหยอดปุ๋ยได้ตามอัตราที่ต้องการ โดยกราฟการเปรียบเทียบมีค่าความชันใกล้เคียงหนึ่ง และมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) สูงถึง 99.4%



รูปที่ 5 อัตราการหยอดเชิงพื้นที่จริงที่วัดได้ในการทดสอบภาคสนามที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 6 อัตราการหยอดเชิงพื้นที่จริงที่ต้องการ เปรียบเทียบกับที่วัดได้

4. สรุป

ระบบที่อัตโนมัติสำหรับควบคุมเกลียวป้อนในเครื่องหยอดปุ๋ยถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA เป็นระบบควบคุม โดยรับสัญญาณความเร็วของรถแทรกเตอร์จากเครื่องรับ GPS เพื่อคำนวณและส่งสัญญาณควบคุมให้กับวงจรขับมอเตอร์ เพื่อขับมอเตอร์กระแสตรงควบคุมเกลียวหยอดปุ๋ยตามความเร็วรอบที่กำหนด

ในห้องปฏิบัติการ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมเกลียวป้อนให้จ่ายปุ๋ยด้วยอัตราการไหลเชิงมวลที่กำหนด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของความสัมพันธ์มากกว่า 99%

ในแปลงทดสอบ ระบบสามารถควบคุมอัตราการหยอดเพื่อให้ได้อัตราการให้ปุ๋ยเชิงพื้นที่ตามที่กำหนด โดยมีความคลาดเคลื่อนจากอัตราการหยอดที่ต้องการ 0.4 ถึง 1.2 กิโลกรัมต่อไร่ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 ถึง 3.2 กิโลกรัมต่อไร่

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมเครื่องหยอดปุ๋ยในร่องอ้อยเพื่อใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการจัดทำต้นทุนผลผลิตและถ่ายทอดความรู้เพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกร ในปีเพาะปลูก 2557/58. 2557, สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

[2] The Precision Farming Guide for Agriculturists. 2003. Delmar Cengage Learning.

การประยุกต์ใช้รหัสคิวอาร์เพื่อให้ข้อมูลสินค้าและผลิตภัณฑ์

QR Code Application for Goods and Product Information

ประภาส ผ่องสนาม
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
60 ถนนร่มเกล้า แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510
E-mail: p.phongsanam@gmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเทคโนโลยีรหัสคิวอาร์ (QR Code) มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเว็บไซต์และระบบแผนที่ เพื่อให้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า ผลิตภัณฑ์ และระบุแหล่งที่มาของสินค้าและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในปัจจุบันสำหรับผู้ซื้อสินค้าและผลิตภัณฑ์ โดยระบบนี้จะทำให้ผู้ซื้อสินค้าและผลิตภัณฑ์ได้รับข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้า ผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าจะได้รับสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ จากแหล่งผู้ผลิตที่ถูกต้องจริง อีกทั้งผู้ผลิตสินค้ายังจะสามารถทราบถึงการกระจายตัวของสินค้าได้ด้วย

คำสำคัญ: QR Code, การประยุกต์ใช้ QR Code

Abstract

In this paper we apply QR code technology with the website and map system. To provide information and detail about products and identify the sources of the goods and products for buyers. This system will allow product and buyers to get information and detail about the goods and product. This system can make the buyers confident that can get quality products and information from the right source. Also, the manufacturer will be able to know the distribution of the product.

Keywords: QR Code, Applied QR Code

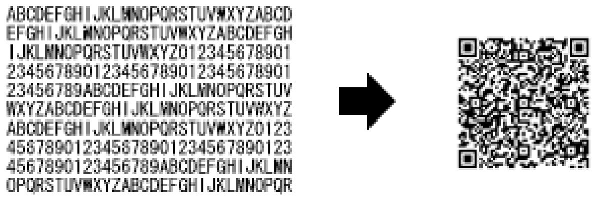
1. บทนำ

ในปัจจุบันรหัสคิวอาร์เป็นที่นิยมใช้งานอย่างมากเนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าบาร์โค้ดและอ่านข้อมูลได้รวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนในการอ่านข้อมูลผ่านทางแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้โดยตรงอีกด้วย โดยส่วนใหญ่แล้วรหัสคิวอาร์จะถูกนำมาใช้กับการให้ข้อมูลสินค้า สื่อโฆษณา เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือจะเป็น URL เว็บไซต์ หรือ แม้แต่การแชร์ข้อมูลต่าง ๆ ก็สามารถทำได้เพียงนำกล้องของโทรศัพท์มือถือถ่ายรหัสคิวอาร์ก็จะได้ข้อมูลหรือเข้าสู่เว็บไซต์ได้ทันทีโดยไม่ต้องพิมพ์

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการทราบข้อมูลรายละเอียดสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการให้ข้อมูลสินค้าและผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภคจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นในการเลือกซื้อสินค้าจากแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะสินค้าทางการเกษตรที่จะมีรสชาติ คุณลักษณะ คุณภาพและคุณสมบัติเฉพาะแตกต่างกันไปตามถิ่นที่ปลูกอันเนื่องมาจากสภาพดิน ฟ้า อากาศ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณภาพผลผลิตทางการเกษตรที่ได้แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งการที่จะพิสูจน์ทราบถึงแหล่งที่มาของสินค้าทางการเกษตรนั้นอาจเป็นเรื่องยากหากขาดซึ่งแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้มีการนำเสนอการนำเทคโนโลยีรหัสคิวอาร์มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเว็บไซต์และระบบแผนที่ (GEO Location) เพื่อให้ข้อมูลรายละเอียดสินค้า ผลิตภัณฑ์ ในด้านต่าง ๆ เช่น รหัสเฉพาะของสินค้า วันที่ผลิต แหล่งที่มา และอื่น ๆ ได้อย่างสะดวก ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ซื้อเกิดความเชื่อมั่นในสินค้าและสามารถทราบรายละเอียดของสินค้า ผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งผู้ผลิตยังสามารถที่จะติดตามและประเมินผลถึงการกระจายสินค้าของตัวเองไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีพื้นฐาน

QR Code ย่อจาก Quick Response Code มีลักษณะเป็นป้ายบาร์โค้ดแบบสองมิติ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถที่จะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ได้ทุกชนิด ซึ่งรหัสคิวอาร์มีมาตรฐานของการเข้ารหัส 4 แบบ คือ ตัวเลข (Numeric) อักขระอักษรเลข (Alphanumeric) เลขฐานสอง 8 บิต/ไบต์ (Binary 8 bit) และ คันจิ (Kanji) โดยที่ปริมาณการเก็บข้อมูลสูงสุดของการเข้ารหัสแต่ละแบบแสดงดังตารางที่ 1 [1-2]

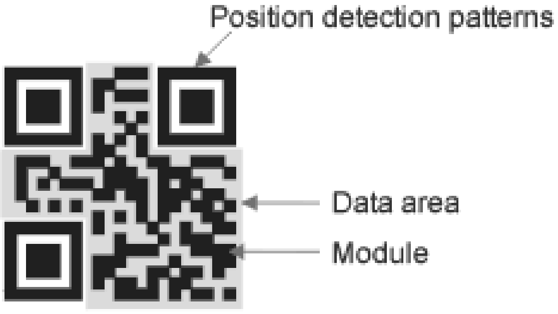


รูปที่ 1 QR Code การเข้ารหัสอักขรอักษรเลข 300 ตัว

ตารางที่ 1 ความจุข้อมูลมากสุดของ QR Code

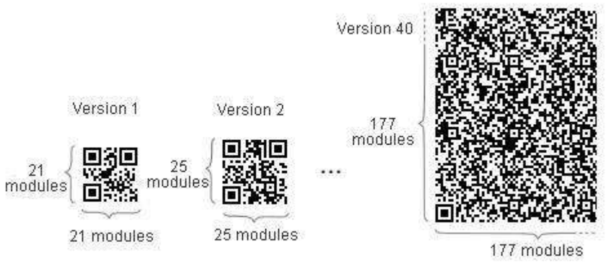
รูปแบบการเข้ารหัส	**จำนวนข้อมูลสูงสุด (ตัวอักษร)**
ตัวเลข	7,089
อักขระอักษรเลข	4,296
เลขฐานสอง 8 บิต/ไบต์	2,953
คันจิ	1,817

รหัสคิวอาร์สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยเครื่องมืออ่านภาพ เช่น กล้องถ่ายรูปหรือเครื่องแสกนรหัสคิวอาร์ เพื่อนำไปประมวลผลแปลความหมายจนได้ข้อมูลที่ต้องการ โดยการอ่านรหัสคิวอาร์สามารถอ่านได้ 360 องศา (omni-directional) ด้วยความเร็วสูง [3] โดยตัวอ่านคิวอาร์จะทำการตรวจจับต้นแบบ ที่ตำแหน่งมุมทั้งสามด้าน แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เครื่องอ่านมีความเสถียรและป้องกันการรบกวนข้อมูลจากพื้นหลังได้ด้วย



รูปที่ 2 ตำแหน่งข้อมูลต่าง ๆ ในรหัสคิวอาร์

สัญลักษณ์รัหสคิวอาร์ตั้งแต่เวอร์ชัน 1 ถึงเวอร์ชัน 40 จะมีจำนวนหน่วยที่แตกต่างกันขึ้นกับโมดูล (module) หรือจำนวนแท่งสีขาวและสีดำที่อยู่บนรหัสคิวอาร์ แสดงดังรูปที่ 3 โดยเวอร์ชันแรกของรหัสคิวอาร์นั้นจะมีโมดูลเท่ากับ 21 x 21 โมดูล และเวอร์ชัน 40 จะมีจำนวนโมดูล 177x177 โมดูล โดยจะมีการเพิ่มขึ้น 4 โมดูลในแต่ละเวอร์ชัน



รูปที่ 3 ตัวอย่างรหัสคิวอาร์โมดูลต่าง ๆ

3. การออกแบบและนำไปใช้งาน

กระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบแสดงดังรูปที่ 4ในการสร้างรหัสคิวอาร์สำหรับสินค้าและผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้งนั้นจะทำงานผ่านระบบเว็บไซต์กลางที่ทำงานโดยใช้ภาษา PHP [4] ทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL [5] เพื่อสร้างรหัสคิวอาร์และรหัสอ้างอิงเฉพาะของสินค้าแต่ละชิ้น และเก็บบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลออนไลน์โดยในกระบวนการสร้างรหัสคิวอาร์นั้นจะมีการเก็บบันทึกหมายเลขไอพีของผู้ผลิตที่สร้างเก็บไว้ด้วย เพื่อที่จะให้ผู้บริโภคสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลแหล่งผลิตของสินค้าได้โดยโครงสร้างตารางที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

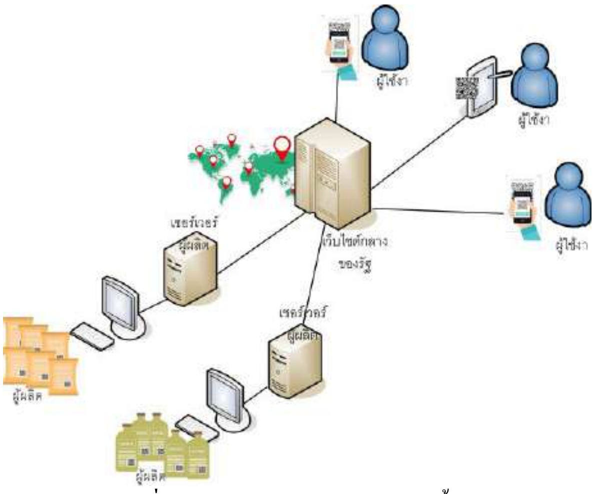
ตารางที่ 2 โครงสร้างตารางเก็บข้อมูลสินค้า

ชื่อฟิลด์	**คำอธิบาย**
ID	รหัสสินค้า
DETAIL_ID	รายละเอียดสินค้า
KEY	HASH เฉพาะสินค้าชิ้นนั้น
CREAT_DATE	วันเวลาที่สร้าง
IP	หมายเลขไอพีของผู้สร้าง

ในการตรวจสอบข้อมูลสินค้าแต่ละครั้งจากผู้ใช้งานจะมีการส่ง KEY ผ่านทาง URL เพื่อนำหมายเลข KEY นั้นมาดึงข้อมูลรายละเอียดสินค้าต่าง ๆ เพื่อนำไปแสดงผล โดยในการเรียกดูข้อมูลรายการสินค้าแต่ละครั้งจะมีการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานเพื่อนำไปใช้ประมวลผลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โครงสร้างตารางเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน

ชื่อฟิลด์	**คำอธิบาย**
KEY	HASH เฉพาะสินค้าชิ้นนั้น
IP	หมายเลขไอพีของผู้ใช้งาน
DATE	วันเวลาที่ดูข้อมูล



รูปที่ 4 กระบวนการทำงานของระบบทั้งหมด

ในการแสดงข้อมูลตำแหน่งที่อยู่จากหมายเลขไอพีของผู้ใช้งานสามารถทำได้หลายวิธี [9-10] ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเรียกใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ freegeoip.net โดยมีรูปแบบการเรียกใช้งานดังนี้

```
$location = file_get_contents('http://freegeoip.net/json/'.$ip);
```

โดยข้อมูลที่รายงานผลจะอยู่ในรูปแบบของ JSON [7] ซึ่งแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5

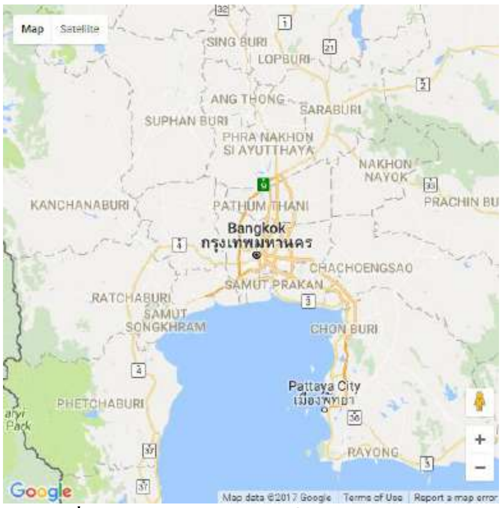
```
{
"ip":"110.170.150.18",
"country_code":"TH",
"country_name":"Thailand",
"region_code":"10",
"region_name":"Bangkok",
"city":"Bangkok",
"zip_code":"10200",
"time_zone":"Asia/Bangkok",
"latitude":13.7594,
"longitude":100.4889,
"metro_code":0
}
```

รูปที่ 5 ข้อมูลที่ได้จากการเรียกใช้งานเว็บไซต์ freegeoip.net

ในการแสดงตำแหน่งที่อยู่สามารถใช้ Google Map [8] ในการแสดงผลโดยการส่งพิกัด Latitude และ Longitude โดยสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลหลากหลาย ซึ่งมีรูปแบบการเรียกใช้งานดังนี้

```
<div id="map" ></div>
<script>
var map;
function initMap() {
map=new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
    center: {lat: Latitude, lng: Longitude},
    zoom: 8
  });
 }
</script>
<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_K
EY&callback=initMap"  async defer></script>
```

ตัวอย่างการแสดงผลจาก Google Map แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่าง Google Map ที่ใช้ในการแสดงผล

4. ผลการทดลอง

ในการทดสอบใช้งานระบบผู้ใช้งานจะต้องติดตั้งโปรแกรมแสกนรหัสคิวอาร์และทำการแสกนที่รหัสคิวอาร์ที่ติดไว้กับสินค้าแต่ละชิ้นตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 7 โดยโปรแกรมจะแสดง URL ที่อยู่เว็บไซต์และรหัสลับเฉพาะของสินค้านั้น ๆ แสดงดังรูป 8 ซึ่งผู้ใช้งาน

สามารถคลิกลิงค์เพื่อเข้าไปดูข้อมูลรายละเอียดของสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนั้น ๆ ได้ แสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 7 ตัวอย่างรหัสคิวอาร์ที่สร้างโดยโปรแกรม

รูปที่ 8 ตัวอย่างการอ่านรหัสคิวอาร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

ในการเรียกดูข้อมูลแต่ละครั้งจากผู้ใช้งานระบบจะทำการเก็บบันทึกหมายเลขไอพีเพื่อระบุพิกัดตำแหน่งแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อให้เจ้าของสินค้าสามารถตรวจสอบแหล่งที่มา และการกระจายตัวของสินค้าชนิดนั้น ๆ ได้แสดงตัวอย่างดังรูป 9

รูปที่ 9 ตัวอย่างการแสดงข้อมูลสินค้าและผลิตภัณฑ์

5. สรุป

การนำระบบ QR Code มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบเว็บไซต์และแผนที่ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มความเชื่อมั่น และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค ในการให้ข้อมูลของสินค้า และผลิตภัณฑ์ อีกทั้งเจ้าของสินค้ายังสามารถติดตามการกระจายตัวของสินค้าแต่ละชนิดได้ด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงรูปแบบของสินค้าและผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

[1] QR Code features, http://www.qrcode.com
[2] QR Code Essentials, http:/Denso-wave.com
[3] QR Code, http://www.vcharkarn.com/varticle/41376
[4] Hypertext Preprocessor, http://php.net/
[5] MySQL, http://www.mysql.com/
[6] PHP QR Code, http://phpqrcode.sourceforge.net/
[7] JSON, http://www.json.org
[8] Google Map, https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/get-api-key
[9] IPInfo, http://ipinfo.io
[10] freegeoip.net, http://freegeoip.net

การประกันคุณภาพของการวัดความชื้นในข้าวด้วยการพัฒนาข้าวความชื้นอ้างอิงมาตรฐาน

Quality Assurance of Moisture Content in Rice: Development of Certified Reference Material for Moisture Content in Paddy

ธสร สิงหะเนติ[1] ธาดา แก้วประเสริฐ[1] จีรพา บุญญคง[2]
[1]กลุ่มงานถ่ายทอดค่ามาตรฐานและความชื้น ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง [2]กลุ่มงานอินทรีย์เคมีวิเคราะห์ ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ 3/4-5 หมู่ 3 คลอง 5 คลองหลวง ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 025-775-100 E-mail: thasorn@nimt.or.th

บทคัดย่อ

การพัฒนามาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวัดความชื้นในข้าวเป็นงานวิจัยเพื่อยกระดับคุณภาพข้าวหอมมะลิของประเทศไทย ผ่านวัสดุอ้างอิงที่สอบกลับได้ ด้วยต้องการมุ่งเน้นความสะดวก ถูกต้อง และรวดเร็วในการตรวจสอบ พร้อมกับช่วยสนับสนุนการดำเนินงานของสำนักงานกลางชั่งตวงวัด ในการตรวจสอบเครื่องวัดความชื้นในข้าวแบบไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้ข้าวจะถูกวางในตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น (Climatic Chamber) เพื่อทำให้ข้าวมีความชื้น 14 %MC และ 18 %MC เมื่อข้าวมีความชื้นตามต้องการแล้วจึงบรรจุลงภาชนะที่เป็นขวดแก้วสีชาและขวดโพลีโพรพิลีน ปริมาณ 80 กรัม/ขวด หลังจากนั้นจะใช้ oven method ในการวัดความชื้นในข้าวที่เตรียมได้ รวมถึงการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวของความชื้นในข้าว (Homogeneity) ซึ่งพบว่าข้าวที่ใส่ความชื้น 14 %MC มีความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นข้าวระหว่าง (0.12 ถึง 0.15) %MC ในขณะที่ความชื้น 18 %MC มีความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นข้าวระหว่าง (0.04 ถึง 0.06) %MC

คำสำคัญ: ความชื้น, วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน, ความเป็นเนื้อเดียวกัน

Accurate moisture content (MC) testing is important in marketing and managing paddy and rice. Moisture content of grain can be measured by using either primary method, based on weight measurements such as oven method and infrared moisture balance, or secondary method, using an electronic instrument that uses electrical characteristics of the grains. Certified Reference Material (CRM) for moisture content determination in paddy has been prepared by National Institute of Metrology, Thailand (NIMT) in collaboration with Central Bureau of Weights and Measures (CBWM). This aims to establish traceability of moisture content measurement of paddy in Thailand to support national legal metrology and local marketing which lead to a fare trade.

Paddy of two levels of moisture contents, 14 % MC and 18% MC, were prepared employing humidity and temperature test chamber. Candidate CRMs were kept in amber glass and polypropylene bottles. Homogeneity of moisture content was evaluated from the results of duplicate measurements of 10 sub-samples using oven method. The results showed that paddy with lower moisture content exhibited greater uncertainty. This behavior differences in moisture content of paddy will be extensively investigated. In addition, moisture contents were studied in one month period to assess the stability of the candidate CRMs.

Keywords: moisture content, certified reference material, homogeneity

1. บทนำ

ความชื้นในข้าววัดได้จากปริมาณของไอน้ำจากการระเหยของข้าว โดยสามารถสอบย้อนกลับไปยังหน่วย SI ได้ผ่านการชั่งน้ำหนักของข้าวหลังจากที่น้ำระเหย และเป็นวิธีที่นิยมใช้ตรวจสอบความชื้นของสารในปัจจุบัน รวมทั้งเป็นวิธีเดียวกับที่ใช้ในการเตรียมข้าวเพื่อตรวจสอบเครื่องมือวัดความชื้นในข้าวแบบไฟฟ้า แต่อาจไม่รองรับตามลักษณะการทำงานตามปกติ เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเตรียมข้าวมาตรฐานเพื่อใช้วัด อีกทั้งยังไม่สามารถตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ในทันที

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติจึงเกิดแนวความคิดจะทำชุดทดสอบเครื่องมือวัดความชื้นในข้าวด้วยวิธีการใช้สารอ้างอิงข้าวมาตรฐาน ที่ความชื้นต่างๆ กัน เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบเครื่องมือวัดความชื้นในข้าวแบบไฟฟ้า อีกทั้งยังเพื่อสร้างความยุติธรรมให้กับตลาดการค้าข้าว และยังช่วยประกันคุณภาพของการวัด

ความชื้นในข้าวเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง นอกจากต้องส่งเครื่องมือไปสอบเทียบยังสำนักงานกลางชั่งตวงวัด กระทรวงพาณิชย์เพียงอย่างเดียว

2. การดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบงานวิจัย

ข้าวหอมมะลิที่จะเตรียมให้มีความชื้นค่าต่างๆ ได้ถูกทำให้สะอาดด้วยการใช้ตะแกรงร่อนฝุ่นละอองที่ติดอยู่ตามเปลือกข้าว คัดแยกสิ่งปนเปื้อน รวมทั้งข้าวที่เป็นเมล็ดไม่สมบูรณ์ออกให้มากที่สุด หลังจากนั้นจึงทำการผสมด้วยเครื่องเขย่าเพื่อให้ความชื้นกระจายทั่วถึง โดยเลือกระดับความชื้นเป็น 14 %MC ตามพื้นฐานของการซื้อขายข้าว และที่ 18 %MC ซึ่งเป็นตัวแทนของความชื้นสูง และเป็นความชื้นที่พบได้บ่อยจากการขายข้าวของเกษตรกร

ในการเตรียมข้าวที่ความชื้นต่างๆ จะใช้ตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น (Climatic Chamber) ในการสร้างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่สามารถควบคุมได้ โดยข้าวจะถูกจัดใส่ถาดวางไว้ในตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น จนกระทั่งน้ำหนักของข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยของเวลา ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศที่ควบคุมไว้ในตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น

อย่างไรก็ตามสามารถตั้งสมมุติฐานถึงความชื้นในข้าวที่ต้องการได้จากน้ำหนักของข้าวที่เปลี่ยนแปลงหลังจากปล่อยให้อยู่ภายใต้สภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาหนึ่ง ดังสมการที่ 1

$$M_t = 100 - \left[(100 - M_0) \times \frac{w_0}{w_t} \right] \qquad (1)$$

โดยที่
- M_t = ความชื้นในสาร ณ เวลาที่ต้องการ (%MC)
- M_0 = ความชื้นในสาร ณ เวลาตั้งต้น (%MC)
- w_0 = น้ำหนักสารตั้งต้น (g)
- w_t = น้ำหนักสาร ณ เวลาที่ต้องการ (g)

จากสมการที่ (1) เมื่อวางข้าวไว้ภายใต้สภาวะที่ควบคุม และสุ่มนำข้าวที่เป็นตัวแทนขณะใส่ความชื้นไปชั่ง จนกระทั่งได้น้ำหนัก w_t จะทำให้ประมาณความชื้นข้าว M_t ได้

หลังจากได้ข้าวที่ความชื้นตามต้องการแล้ว ข้าวจะถูกบรรจุลงในภาชนะที่มีวัสดุแตกต่างกัน ได้แก่ขวดแก้ว และขวดโพลีโพรพิลีน เพื่อตรวจวัดความชื้นที่อาจสูญเสียเนื่องจากภาชนะบรรจุ ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกวัสดุในการเก็บรักษาเพื่อจำหน่ายในลำดับถัดไป

วิธีการวัดความชื้นในข้าวสำหรับงานวิจัยนี้ใช้ Oven Method ซึ่งเป็นกระบวนการวัดจากน้ำหนักของข้าว ก่อนการระเหยของน้ำเทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นของข้าว เมื่อให้ความร้อนจนความชื้นในข้าวระเหยออก ดังสมการที่ 2

$$\text{Moisture content}(M) = \frac{m_0 - m_1}{m_0 - m_c} \times 100\% \qquad (2)$$

โดยที่
- M = ค่า Moisture Content (% MC)
- m_0 = ค่าน้ำหนักของข้าวมาตรฐาน (g)
- m_1 = ค่าน้ำหนักของข้าวมาตรฐานหลังการอบแห้ง (g)
- m_c = ค่าน้ำหนักของกระป๋องในการทดสอบ (g)

2.2 การดำเนินงานวิจัย

ข้าวสะอาดประมาณ 2.5 kg ถูกจัดใส่ถาด และเก็บไว้ในตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น เช่น การเตรียมข้าวให้มีความชื้น 14%MC โดยสร้างสภาวะของความชื้นสัมพัทธ์ 65% และอุณหภูมิอากาศ 23 °C ทิ้งข้าวไว้ในสภาวะดังกล่าวเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 96 ชั่วโมง

เลือกสร้างสภาวะอุณหภูมิอากาศที่ 23 °C ในการเตรียมความชื้นข้าว เนื่องจากเป็นอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการ อีกทั้งยังต้องการลดการสูญเสียของความชื้นในข้าวเมื่ออุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงหลังจากนำข้าวออกมาจากสภาวะที่ทำการควบคุม

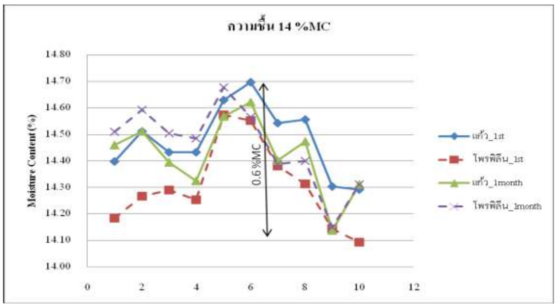
รูปที่ 1 ตู้สร้างอุณหภูมิ/ความชื้น และการเตรียมความชื้นในข้าวภายใต้สภาวะที่ถูกควบคุม

หลังจากได้ความชื้นในข้าว M_t ตามสมการ (1) แล้ว นำข้าวที่ได้ความชื้นตามต้องการบรรจุไว้ในขวดเพื่อเข้ากระบวนการกระจายความชื้นในข้าวให้ทั่วถึงด้วยเครื่องผสม (Rotating Mixer Machine) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงบรรจุข้าวที่ใส่ความชื้นเรียบร้อยแล้ว ลงในภาชนะที่เป็นแก้ว และโพรพิลีนตามลำดับ

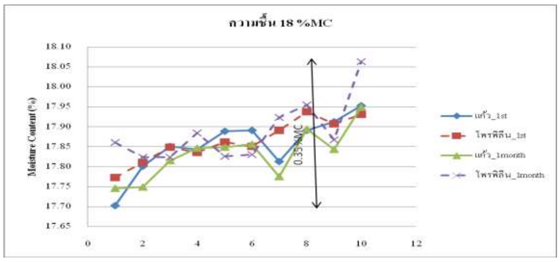
รูปที่ 2 การกระจายความชื้นข้าวด้วยเครื่องผสมชนิดกลิ้ง และการบรรจุข้าวหลังจากได้ความชื้นตามที่เตรียม

2.3 ผลการวัด

ข้าวที่เตรียมโดยใส่ความชื้นที่ 14 %MC และ 18 %MC จะถูกเก็บไว้ในภาชนะที่เป็นวัสดุ 2 ชนิดได้แก่ แก้ว และโพลีโพรพิลีน หลังจากวัดความชื้นในข้าวด้วย Oven method พบว่าข้าวที่มีค่าความชื้น 14 %MC มีการกระจายของค่าความชื้นที่วัดได้ถึง 0.6 %MC และโตกว่าการกระจายค่าความชื้นของข้าวที่มีความชื้น 18 %MC ซึ่งมีการกระจายของความชื้นที่วัดเพียง 0.35 %MC ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4

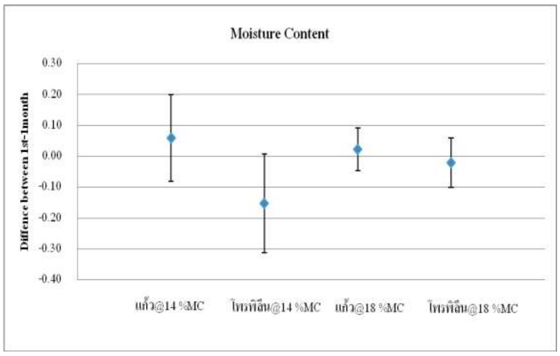


รูปที่ 3 ความชื้นในข้าว 14 %MC โดยเป็นความสัมพันธ์ของผลต่างระหว่างความชื้นครั้งแรกที่วัด เทียบกับความชื้นหลังเก็บไว้ 1 เดือน



รูปที่ 4 ความชื้นในข้าว 18 %MC โดยเป็นความสัมพันธ์ของผลต่างระหว่างความชื้นครั้งแรกที่วัด เทียบกับความชื้นหลังเก็บไว้ 1 เดือน

เมื่อสังเกตจากผลต่างของความชื้นจากการวัดครั้งแรกเทียบกับการวัดหลังเก็บไว้ 1 เดือน จะพบว่าผลต่างของความชื้นในข้าวที่ถูกเก็บไว้ในขวดโพลีโพรพิลีน ที่ความชื้น 14 %MC มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลต่างของความชื้นในข้าวที่ถูกบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีวัสดุแตกต่างกัน

จากการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นในข้าวที่เตรียมขึ้นและวิเคราะห์ผลที่ได้โดยใช้ ANOVA ตาม ISO Guide 35 สามารถประเมินค่าความไม่แน่นอนอันเกิดจากความเป็นเนื้อเดียวกันได้ดังสมการที่ 3

$$u_{homogenety} = \sqrt{\frac{MS_{within} - MS_{between}}{n}} \quad (3)$$

โดย $u_{homogenety}$ = ค่าความไม่แน่นอนของความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นในข้าว
MS_{within} = ความแปรปรวนภายในกลุ่ม
$MS_{between}$ = ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
n = จำนวนการวัดซ้ำ/ตัวอย่าง

ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นในข้าวแสดงดังตารางที่ 6

	ภาชนะเป็นแก้ว		ภาชนะเป็นโพลีโพรพิลีน	
	1st	1Month	1st	1Month
14 %MC	0.13	0.12	0.16	0.15
18 %MC	0.05	0.04	0.01	0.06

ตารางที่ 6 ความไม่แน่นอนอันเกิดจากความเป็นเนื้อเดียวกันของความชื้นในข้าว

3. สรุป

จากผลการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันและประเมินความไม่แน่นอนของค่าความชื้นในข้าวพบว่าข้าวที่เตรียมให้มีความชื้น 14 %MC มีค่าความไม่แน่นอนที่มากกว่าข้าวที่เตรียมให้มีความชื้น

18 %MC ซึ่งจะส่งผลต่อค่าความไม่แน่นอนรวมของการวัดความชื้นในข้าวมาตรฐาน อย่างไรก็ตามค่าความไม่แน่นอนที่โตกว่า อาจเกิดจากกระบวนการใส่ความชื้นในข้าวที่ไม่สามารถทำให้ความชื้นในอากาศกระจายไปสู่ตัวอย่างข้าวได้อย่างทั่วถึง รวมถึงอาจมีองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้าต่อไป

ข้าวที่มีความชื้นต่างๆ จะถูกพัฒนาวิธีการเตรียม และหาวิธีการวัดความชื้นให้มีความแม่นยำ เพื่อใช้เป็นข้าวอ้างอิงมาตรฐานสำหรับการประกันคุณภาพของการวัดความชื้นในข้าวให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อรูปแบบการวัดที่สะดวก และรวดเร็วขึ้นกว่าวิธีการเตรียมข้าวในรูปแบบเดิมๆ โดยคาดว่าหลังจากพัฒนาการเตรียมข้าวมาตรฐานแล้ว ค่าความไม่แน่นอนรวมของความชื้นในข้าวจะมีค่าไม่เกิน 1 %MC

เอกสารอ้างอิง

[1] ISO GUIDE 35:2006 (E), “Reference materials – General and statistical principles for certification”, 3rd Edition, 2006.

[2] ISO GUIDE 34:2000 (E), “General requirements for the competence of reference material producers”, 2nd Edition, 2000,

[3] ISO 712:2009 (E), “Cereals and cereal products-Determination of moisture content-Reference method”, 4th Edition, 2009

[4] ISO 7700-1:2008 (E), “Food products-Checking the performance of moisture meter in use-Part1:Moisture meters for cereals”, 2nd Edition, 2008

[5] A. M. H. Van der Veen, T. Linsinger, J. Pauwels, “Uncertainty calculations in the certification of reference materials - 2 part: Homogeneity study”, Accreditation and Quality Assurance, vol. 6, pp. 26-30, 2001.

3. สมการแก้ค่าการสอบเทียบของ Thermo-Hygrometer ที่อุณหภูมิต่างๆกัน

4. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กับการประกันคุณภาพของการวัดความชื้นในข้าวของสำนักงานกลางชั่งตวงวัด

ระบบเว็บสำหรับสร้างแบบจำลองธุรกิจด้วยแนวคิด Business Model Canvas

A Web-based Application for Business Model Creation with Business Model Canvas

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ และ จิรัชญา นาคแจ้ง

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

แนวคิดการวางแผนธุรกิจด้วย Business Model Canvas และ Empathy Map เป็นแนวคิดการระดมสมองที่เป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน โดยใช้กระดาษ post-it ในการแสดงความคิด จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมโหวตแนวคิด แล้วสรุปแนวคิดที่ดีที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนด อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวนี้ใช้กระดาษ post-it แผ่นเล็ก ๆ ที่ทำให้ไม่สะดวกในการอ่านพร้อมกันหลายคน รวมถึงผู้เข้าร่วมการระดมสมองต้องอยู่ในที่ที่เดียวกันทั้งหมด และบางครั้งการลงคะแนนเสียงต่อหน้าอาจทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในองค์กรได้ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการระดมสมองอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเว็บนี้ขึ้นเพื่อให้หน่วยงาน/บริษัทสามารถระดมสมองได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ผู้ใช้แต่ละคนสามารถสร้าง แก้ไข ลบ โหวตคะแนนให้แนวคิดบน post-it แต่ละใบและทำการแสดงคะแนนบน post-it สามารถบันทึกแบบจำลอง Business Model Canvas และ Empathy Map ได้หลาย Version เพื่อใช้เป็นแผนรองรับในแต่ละสถานการณ์ และยังสามารถทำการเชิญให้ผู้เข้าร่วมที่ต้องการมาทำกิจกรรมระดมสมองได้อีกด้วย

คำสำคัญ: แบบจำลองธุรกิจ แผนธุรกิจ เข้าใจความต้องการลูกค้า

Abstract

Both Business Model Canvas and Empathy Map are the brainstorming concepts using post-its to populate ideas, and having stakeholders to vote for the ideas, and concluding the best business ideas in a given situation. Unfortunately, post-its can be too small to be read by many people at once, and all stakeholders must present at one place to arrange the brainstorm activity. Additionally, open voting can cause conflicts among stakeholders. This may consume time and resources significantly. Therefore, we develop a web-based application to allow an organization to brain-storm without the limitation of time and place, and the users can create, edit, and delete their own post-it and vote for other's post-its. The system will display the percentage of the vote on every post-it. The organizations also can store many Business Model Canvases and Empathy Maps as many versions as they want for preparation in each situation. The organization also can invite people into their brainstorming session.

Keywords: Business Model, Business Model Canvas, Empathy Map, Design Thinking

1. บทนำ

ในปัจจุบันคนรุ่นใหม่ให้ความสำคัญ และหันมาทำธุรกิจเป็นจำนวนมาก ตั้งแต่ธุรกิจที่มีขนาดเล็ก จนไปถึงธุรกิจที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ในปัจจุบันมีธุรกิจใหม่ ๆ เกิดขึ้นค่อนข้างมาก แต่ก็มีเพียงไม่กี่ธุรกิจที่ทำรายได้ และสร้างผลกำไร ทำให้ธุรกิจนั้นสามารถบริหารงานได้ในภาวะเศรษฐกิจยุคปัจจุบัน แต่ก็มีอีกหลายธุรกิจที่ต้องปิดตัวลง สาเหตุมาจากการขาดความรู้ ความสามารถ ขาดประสบการณ์ บริหารงานได้ไม่ครอบคลุม จึงทำให้มองข้ามจุดอ่อน และหาจุดแข็งของธุรกิจไม่พบ ไม่สามารถหาข้อแตกต่างของธุรกิจตัวเองกับคู่แข่งได้ ห่วงแต่ต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายมากเกินไป ทำให้ละเลยความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า ยึดติดกับความสำเร็จและกลยุทธ์เดิม ๆ ไม่คิดหากลยุทธ์วิธีการใหม่ๆในการบริหารงาน ไม่มีการวางแผนธุรกิจเพื่อรองรับอนาคต หรือแผนสำรองฉุกเฉิน ซึ่งสิ่งที่ได้กล่าวมานี้คือสาเหตุหลักของความล้มเหลวทางธุรกิจ

Business Model Canvas [1] เปรียบเสมือนทางออกให้กับธุรกิจ เมื่อนำ Business Model Canvas เข้ามาช่วยในการระดมสมองเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ และวางแผนกลยุทธ์ ก็จะสามารถทำการบริหารงานรวมไปถึงติดตามผลได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมทุกแง่มุมของทั้งธุรกิจ Business Model Canvas ทำให้เข้าใจภาพรวมของธุรกิจทั้งหมดด้วยความตรงไปตรงมา ง่ายต่อการทำความเข้าใจ แต่ครอบคลุมรายละเอียดที่สำคัญของธุรกิจทั้งหมด เพื่อที่จะสามารถทำการวิเคราะห์หาจุดอ่อน และจุดแข็งให้กับธุรกิจ ซึ่งส่งผลให้ธุรกิจสามารถตอบโจทย์ลูกค้าได้ดีกว่าคู่แข่ง อีกทั้งยังสามารถนำมาประเมินความเสี่ยง ลดความ

เสี่ยงในการลงทุน ควบคุมกระบวนการผลิต รวมไปถึงลดต้นทุนการผลิต ให้เหมาะสมกับธุรกิจ ซึ่งเข้ามาช่วยในเรื่องของการจัดทรัพยากรให้เพียงพอ รองรับต่อทุกสถานการณ์ รวมไปถึงภาวะฉุกเฉิน ส่งผลให้ธุรกิจผลิตเทคโนโลยีใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือบริการใหม่ ๆ ออกสู่ตลาด

ทั้งนี้จึงเป็นสาเหตุให้ผู้วิจัยเลือกพัฒนา Business Model Canvas เข้ามาใช้งานบนเว็บไซต์ ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วย PHP, JQuery, Bootstrap และฐานข้อมูล MySQL การใช้งานบนเว็บไซต์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน่วยงาน/องค์กร สามารถสร้าง แก้ไข ลบ Business Model Canvas และEmpathy Map และ post-it ได้ และทำการเชิญให้ผู้เข้าร่วมมาทำกิจกรรมระดมสมอง อีกทั้งยังสามารถโหวตให้คะแนน post-it แต่ละใบ รวมไปถึงแสดงผลบน post-it นั้น และยังทำการบันทึก Business Model Canvas และ Empathy Map ได้หลาย Version เพื่อรองรับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบัน และอนาคต อีกส่วนคือส่วนของผู้เข้าร่วมระดมสมอง ซึ่งสามารถเข้าร่วมระดมสมองใน Business Model Canvas และ Empathy Map สามารถแสดงความคิดเห็นลงบน post-it สามารถทำการแก้ไข หรือลบ post-it รวมไปถึงการโหวตให้คะแนน post-it อีกด้วย

2. งานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Business Model Canvas

Business Model Canvas เป็นแนวคิดที่ถ่ายทอดภาพรวมของธุรกิจทั้งหมดบนผืนผ้าใบแผ่นเดียว ให้ผู้เข้าร่วมได้ช่วยกันกำหนดยุทธศาสตร์ วางแผนเชิงกลยุทธ์ อีกทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ธุรกิจ วางแผนรองรับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์คับขันหรือรองรับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อพัฒนาธุรกิจให้เติบโตขึ้น ทำการผลิตเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ บริการใหม่ๆออกสู่ท้องตลาด Business Model Canvas ประกอบไปด้วย 9 ส่วนคือ การจัดสรรทรัพยากรหลัก (Key Resource), กิจกรรมหลักที่จำเป็นต้องทำ (Key Activities), การสร้างเครือข่าย (Key Partners), คุณค่าที่มอบให้ลูกค้า (Value Propositions), กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย(Customer Segment), ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า (Channels), ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships), รูปแบบการหารายได้ (Revenue Streams), ต้นทุนการสร้างและส่งคุณค่า (Cost Structure)

2.2 Empathy Map

คือ แผนที่ความเข้าใจลูกค้า ซึ่งใน [1] ได้ดัดแปลงมาจากแบบฟอร์มของบริษัท XPLANE ประกอบไปด้วย 6 ส่วน ได้แก่ See (เขามองเห็นอะไร), Hear (เขาได้ยินอะไร), Think & Feel (เขาคิดและรู้สึกอย่างไร), Say & Do (เขาพูดและทำอะไรบ้าง), Pain(อะไรคือความเจ็บปวดของคุณลูกค้า) และ Gain(อะไรคือสิ่งที่คุณลูกค้าได้รับ)

ทั้ง Business Model Canvas และ Empathy Map เป็นแนวคิดการระดมสมองที่ผู้เข้าร่วมการระดมสมองต้องอยู่ในที่ที่เดียวกันทั้งหมด โดยใช้กระดาษ post-it เสนอแนวคิดของตนเอง แล้วโหวตให้คะแนนแต่ละแนวคิด กิจกรรมระดมสมองแบบนี้มักมีปัญหาหลายอย่างเช่น post-it แผ่นเล็กไม่สะดวกในการอ่านพร้อมกันหลายคน และหากมีแนวคิดที่เสนอขึ้นมาจำนวนมาก ผู้เข้าร่วมอาจอ่านได้ไม่ครบ นอกจากนี้การลงคะแนนเสียงต่อหน้าอาจทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในองค์กรได้ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการระดมสมองอย่างมาก

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเว็บนี้ขึ้นเพื่อให้หน่วยงาน/องค์กรสามารถระดมสมองได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ โดยระบบจะแสดงคะแนนบน post it และแสดงสีของ post-it ตามคะแนนให้คัดกรองได้ง่าย นอกจากนี้ องค์กรยังสามารถบันทึกแบบจำลอง Business Model Canvas และ Empathy Map ได้หลายเวอร์ชันเพื่อใช้เป็นแผนรองรับในแต่ละสถานการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต

2.3 jQuery

jQuery [2] เป็นไลบรารี่ของ JavaScript ซึ่งได้มีการรวบรวมเอาฟังก์ชั่น และคำสั่งต่างๆ ของ JavaScript ที่ใช้อยู่เป็นประจำ ทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องทำการเขียนสคริปต์ขึ้นใหม่ทั้งหมด และยังมีความสามารถ ในการทำงานแบบ AJAX และยังสามารถเขียน JavaScript เพื่อดักเหตุการณ์ต่างๆ เช่น การ click, rollover, mouse moved ฯลฯ นอกจากนี้ jQuery ยังรองรับภาษาได้หลายรูปแบบ รองรับการใช้งานได้หลายเว็บเบราวเซอร์ โดยไลบรารีของ jQuery จะมีการเลือกใช้ function ที่เหมาะสมกับการทำงาน และแสดงผลในเว็บเบราวเซอร์ที่กำลังเปิดใช้งาน ซึ่งช่วยลดปัญหาที่อาจจะเกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดในฝั่งของ Client ได้ และอื่น ๆ อีกมากมายขึ้นอยู่กับการใช้งานและประยุกต์ใช้

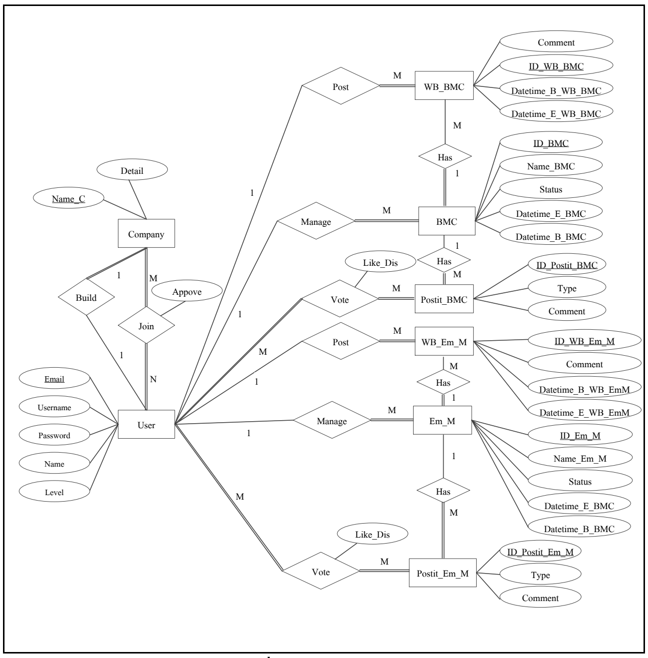
2.4 Bootstrap

Bootstrap[3] เป็น Front-end Framework ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างเว็บไซต์ ทำให้สามารถสร้างเว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และง่ายต่อการใช้งาน Bootstrap ประกอบไปด้วย CSS, Component และ JavaScript Plugin ให้เรียกใช้งานได้อย่างหลากหลาย ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถรองรับการทำงานแบบ Responsive Web ซึ่งรองรับการใช้งานผ่านเบราว์เซอร์ได้ทั้งบน มือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ทั่วไป Bootstrap ถูกพัฒนาขึ้นจากกลุ่มนักพัฒนาที่มาจากทั่วโลก ซึ่งมีการพัฒนา แก้ไขปัญหา และปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อทำให้สามารถรองรับการทำงานได้อย่างทันสมัย

3. การออกแบบและพัฒนา

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบ 3-tier ด้วย PHP, jQuery, Bootstrap และใช้ฐานข้อมูล MySQL รูปที่ 1

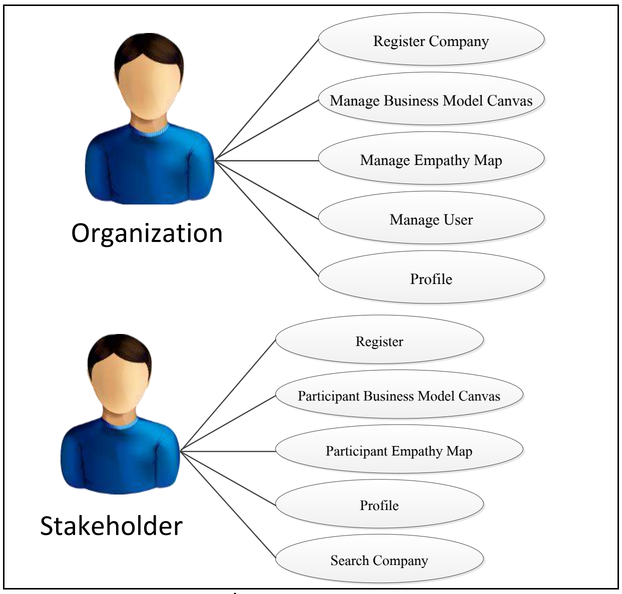
แสดงแผนภาพอีอาร์ของระบบ ซึ่งประกอบด้วยเอนทิตีของผู้ใช้, หน่วยงาน/องค์กร, Business Model Canvas, Empathy Map, Post-it สำหรับ Business Model Canvas, Post-it สำหรับ Empathy Map, Web board สำหรับ Business Model Canvas และ Web board สำหรับ Empathy Map



รูปที่ 1 แผนภาพอีอาร์

รูปที่ 2 แสดงแผนภาพ Use-case ของระบบ ที่มีการแบ่งผู้ใช้งานระบบเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ผู้ใช้งานที่เป็นตัวแทนของหน่วยงาน/องค์กร(Organization) และผู้ใช้งานทั่วไป(Stakeholder) ผู้ใช้งานที่เป็นตัวแทนของหน่วยงาน/องค์กรสามารถสมัครสมาชิกระดับองค์กรและจัดการ Business Model Canvas และ Empathy Map รวมถึงเชิญ/ระงับสิทธิ์สมาชิกที่เชิญเข้ามาร่วมการระดมสมองได้

หลังจากผู้ใช้ทั่วไปได้รับคำเชิญทางอีเมลแล้ว ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้ามาสมัครสมาชิกและระบุองค์กรที่เชิญบนหน้าเว็บไซต์ จากนั้นสามารถเข้ามาสร้างและแก้ไข post-it ของตนเองให้ Business Model Canvas และ Empathy Map ขององค์กรที่เชิญ และโหวตให้ post-it ของผู้ใช้คนอื่นในองค์กรได้ นอกจากนี้ยังสามารถพูดคุยผ่านสมาชิกในองค์กรเดียวกันผ่านเว็บบอร์ดได้

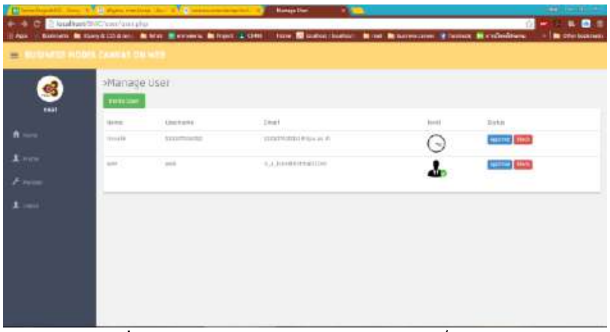


รูปที่ 2 แผนภาพ Use-Case

4. ผลการทดสอบระบบ

เราได้ทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้ใช้ระดับตัวแทนหน่วยงาน/องค์กรสร้าง Business Model Canvas และเชิญผู้ใช้ทั่วไปเข้าใช้งาน เมื่อผู้ใช้ทั่วไปได้รับอีเมลเชิญเข้าใช้งานที่มาพร้อมลิ้งค์เพื่อสมัครสมาชิกขององค์กรดังกล่าว ผู้ใช้ทั่วไปจะทำการสมัครสมาชิก จากนั้นองค์กรจะเห็นรายการผู้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งองค์กรสามารถอนุมัติการเข้าใช้งานหรือบล็อคผู้ใช้ดังกล่าวไม่ให้ใช้งานก็ได้ โดยคลิกที่ปุ่มด้านขวามือของรายการ ส่วน level รูปนาฬิกา หมายถึงยังไม่ได้อนุมัติการเข้าใช้งาน ส่วนรูปคนหมายถึงผู้ใช้ที่อนุมัติแล้ว ถ้าองค์กรต้องการเชิญผู้ใช้เพิ่มเติม ก็สามารถคลิกที่ปุ่ม Invite User ด้านบนของตารางรายชื่อผู้ใช้ เพื่อเชิญผู้ใช้อื่นๆ ทางอีเมลต่อไป

เมื่อผู้ใช้เข้ามาในส่วน Business Model Canvas จะพบหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 4 Business Model Canvas จะแบ่งหน้าจอเป็น 9 ส่วน ตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 2.1 หากผู้ใช้ต้องการเพิ่ม post-it ที่ส่วนใด ให้คลิกที่ปุ่ม post-it ที่ส่วนนั้น แอปพลิเคชันจะแสดงฟอร์มให้กรอกรายละเอียดของ post-it ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งเจ้าของ post-it แต่ละใบสามารถแก้ไขและลบ post-it ของตัวเองได้



รูปที่ 3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้ากำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน

รูปที่ 4 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าระดมสมอง Business Model Canvas

รูปที่ 5 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้า Post-it

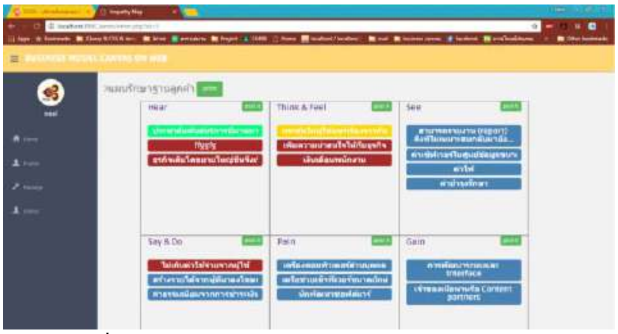
ตารางที่ 1 เงื่อนไขการเปลี่ยนสี post-it

เงื่อนไข	**สี post-it**
(LIKE-DISLIKE)*100/จำนวนสมาชิก < 30	แดง
30 <= (LIKE-DISLIKE)*100/จำนวนสมาชิก < 70	เหลือง
(LIKE-DISLIKE)*100/จำนวนสมาชิก >= 70	เขียว
ไม่มีการโหวต	น้ำเงิน

ในขณะเดียวกัน ผู้ใช้คนอื่นก็สามารถดูรายละเอียดใน post-it แต่ละใบได้โดยการคลิกที่ post-it และอาจกดปุ่ม LIKE เพื่อให้คะแนน หรือ DISLIKE เพื่อตัดคะแนน คะแนนจากการคลิก LIKE และ DISLIKE ของสมาชิกจะทำให้ post-it เปลี่ยนสี ดังตารางที่ 1 การเปลี่ยนสี post-it นี้ก็เพื่อให้สมาชิกระดับองค์กรสามารถตัดสินใจเลือก post-it ที่มีแนวคิดที่น่าสนใจที่สุดในความคิดของสมาชิกได้อย่างสะดวก

เมื่อผู้ใช้เข้ามาในส่วน Empathy Map จะพบหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งจะแบ่งหน้าจอเป็น 6 ส่วนตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 2.2

หากผู้ใช้ต้องการเพิ่ม post-it ที่ส่วนใด ให้คลิกที่ปุ่ม post-it ที่ส่วนนั้น และเจ้าของ post-it สามารถแก้ไขและลบ post-it ที่ตัวเองสร้างขึ้นได้ นอกจากนี้ผู้ใช้คนอื่น ๆ สามารถโหวต post-it และคะแนนโหวตจะทำให้สีของ post-it เปลี่ยนไปเช่นเดียวกับที่อธิบายในตารางที่ 1



รูปที่ 6 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้าระดมสมอง Empathy Map

จากการทดสอบประสิทธิภาพทางเวลาของระบบเว็บที่สร้างขึ้น เวลาเฉลี่ยที่ใช้งานในทุกหน้าเว็บ ใช้เวลาไม่เกิน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ผู้ใช้งานเว็บยอมรับได้ [4]

5. สรุป

บทความนี้กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ที่ใช้ในการระดมสมองเพื่อจัดทำแบบจำลองทางธุรกิจตามแนวคิด Business Model Canvas และ Empathy Map โดยระบบถูกพัฒนาขึ้นด้วย PHP, jQuery, Bootstrap และ ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL จากผลการทดสอบระบบพบว่า แอปพลิเคชันสามารถทำงานตามหน้าที่ได้ถูกต้อง ทั้งการจัดการผู้ใช้ การจัดการ Business Model Canvas และ Empathy Map การจัดการ post-it และการเปลี่ยนสี post-it ตามร้อยละของการโหวต โดยทุกหน้าเว็บสามารถทำงานได้โดยเฉลี่ยภายใน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาตอบกลับที่ผู้ใช้งานเว็บสามารถยอมรับได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Alexander Osterwalder, Yves Pigneur. Business Model Generation. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วีเลิร์น, 2557.

[2] “jQuery” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://jquery.com/ /

[3] “Bootstrap: The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework.” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://getbootstrap.com/

[4] Kissmetrics (2011) How loading time affects your bottom line. Retrieved (27 สิงหาคม 2559), from: https://blog.kissmetrics.com/loading-time/

แอปพลิเคชันเพื่อความสะดวกสบายในการท่องเที่ยวแบบเป็นกรุ๊ปทัวร์

Application To Enhance Facilitation For Group Inclusive Tour

นายวรัญญู วิศาลศิริกุล[1] ,นายฐิติพันธ์ ปั้นแตง[2] และ ผศ.อุมาพร ศิรธรานนท์[3]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
E-mail: varanyu.v@ku.th[1] , thitipan.p@ku.th[2] , fscipam@nontri.ku.ac.th[3]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการท่องเที่ยวเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการ เพื่อการพักผ่อนจึงเป็นตัวเลือกแรกๆของทุกคน ธุรกิจการท่องเที่ยวจึงได้ผลประโยชน์มากมายทั้งการท่องเที่ยวในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่การที่ทุกคนจะวางแผนการท่องเที่ยวนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย อาจจะต้องใช้ประสบการณ์และเวลาจำนวนมาก แม้ว่าคุณจะสามารถวางแผนการท่องเที่ยวเองได้ทั้งหมด แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าคุณจะท่องเที่ยวได้อย่างราบรื่นถ้าหากว่าคุณนั้นเดินทางไปต่างท้องที่ที่ใช้ภาษาที่แตกต่างกัน ผู้จัดทำจึงนำเสนอการท่องเที่ยวแบบเป็นทัวร์และได้ศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันที่เป็นตัวช่วยในการท่องเที่ยวของคุณให้สะดวกเรียบง่ายโดยใช้ชื่อว่า "Easy travel" โดยจะมีฟังก์ชันเพื่อความสะดวกสบายเช่น การพูดคุยติดต่อสื่อสารกับเพื่อนในกรุ๊ปทัวร์ได้ตลอดเวลา มีระบบนำทางเพื่อบอกตำแหน่งของเพื่อนและสามารถปักหมุดสถานที่ได้เพื่อกันการหลงทาง และหากผู้ใดมีข้อสงสัย ก็สามารถตั้งคำถามขึ้นมาถามในบอร์ดรวมได้เป็นต้น แอปพลิเคชันนี้ได้รวมสิ่งที่จำเป็นในการท่องเที่ยวไว้ทั้งหมด ซึ่งสามารถช่วยให้คุณท่องเที่ยวได้อย่างสะดวกสบาย

คำสำคัญ: การท่องเที่ยว, ระบบนำทาง, แอปพลิเคชัน, ตัวช่วย, บอร์ดคำถาม

Abstract

Travelling is becoming global lifestyle and holiday choices for people of different social groups. Tourism industry is therefore gaining more profits especially in Thailand and other countries with specific landmarks and attractions. Planning for a trip requires a great deal of effort and time. However, with a great travelling plan, it does not always guarantee that your life will be easy when in different countries and among people who speak different languages. This study aims to facilitate travellers by creating the mobile application which is acting as your personal travelling helper. "Easy Travel" application includes features such as 24-hour chat with the tour agencies and travelling consultants, GPS map and group location spotter which will allow the group members to locate themselves with GPS real time tracking system. In addition, the application allows users to create their question board the way in which the private group conversation can be set up and utilised. "Easy Travel" application is therefore all-in-one application for travellers.

Keywords: travelling, GPS, application, helper, question board

1. บทนำ

การท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ นั้นล้วนแต่เป็นการท่องเที่ยวนอกสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย ถ้าหากว่าเดินทางในประเทศแล้วเกิดปัญหาระหว่างการเดินทาง ก็สามารถที่จะสอบถามผู้ที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นได้ แต่ถ้าหากว่าคุณอยู่ต่างประเทศและคุณเป็นคนที่ใช้ภาษาต่างประเทศไม่ได้ อาจจะทำให้คุณไม่สามารถที่จะแก้ปัญหานั้นได้ และจะทำให้การท่องเที่ยวของคุณไม่สนุกอย่างที่คุณคาดหวังไว้ ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะทำแอปพลิเคชันที่เพิ่มความสะดวกสบายแก่การไปท่องเที่ยวกันเป็นกลุ่ม เนื่องจากผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าการไปเที่ยวโดยการซื้อทัวร์นั้นยังมีปัญหาหลายๆด้าน

2. ปัญหาและที่มาของโครงงาน

2.1 การหลงทาง

เป็นปัญหาหลักๆ เนื่องจากการไปเที่ยวส่วนใหญ่จะมีการนำนักท่องเที่ยวไปเดินตาม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ย่านการค้า เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้เดินซื้อของ ซึ่งอาจจะทำให้มีการหลงทางเกิดขึ้นถ้าหากเป็นตลาดใหญ่ๆ หรือสถานที่ที่มีคนเป็นจำนวนมาก ในบางคนที่ขี้หลงขี้ลืม ไม่สามารถจดจำสิ่งแวดล้อมรอบข้างได้ดีพอ ก็จะเกิดปัญหาเหล่านี้ขึ้นและคนที่ขี้หลงขี้ลืมก็มีเป็นจำนวนไม่น้อย และเมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้นก็จะทำให้ทุกคนในกรุ๊ปทัวร์ต้องเสียเวลารอ และเป็นผลให้ตารางเวลาที่จัดไว้ล่าช้า

2.2 การลืมจุดนัดพบ

เมื่อไกด์พาไปยังสถานที่ท่องเที่ยวแล้ว ก็มักจะบอกจุดนัดพบเสมอว่านักท่องเที่ยวต้องมาเจอกันที่ไหน เวลาไหน ซึ่งถ้าหากใช้เป็นการ

จดจำก็อาจมีการลืมได้ในบางครั้ง และจะส่งผลให้ตารางเวลากิจกรรมถัดๆไปนั้นช้าลงไปอีก ซึ่งอาจเป็นผลให้ทำกิจกรรมอื่นไม่ทันเวลาในเวลาที่กำหนดไว้

2.3 การได้รับข้อมูลจากไกด์ไม่ครบถ้วน

การบอกข้อมูลที่สำคัญๆ ไกด์มักจะบอกให้ลูกทัวร์ทราบเมื่ออยู่บนรถ แต่ในบางครั้งลูกทัวร์อาจจะเหนื่อยจากการเดิน การเที่ยว ทำให้อาจจะหลับไปได้ หรือบางคนอาจจะสนใจสิ่งที่อยู่นอกหน้าต่างรถจนไม่ได้สนใจไกด์ให้ข้อมูล หรือประการใดๆทั้งปวง จึงทำให้อาจจะไม่ได้รับทราบข้อมูล ซึ่งอาจจะทำให้มีผลกระทบต่อการเดินทางและการท่องเที่ยวได้

2.4 การลืมตารางเวลานัด

ในทุกกิจกรรมเมื่อตัดสินใจซื้อทัวร์แบบไปเป็นกลุ่ม เวลาจะถูกล็อคไว้หมดแล้ว รายละเอียดของกิจกรรมจะอยู่ในกระดาษแผ่นเดียว ซึ่งอาจจะทำให้ลูกทัวร์หลงลืมเวลาการนัดหมายกิจกรรมได้

2.5 การต้องย้ายจุดนัดพบกะทันหัน

ในบางครั้งถ้าหากว่าต้องการที่จะเปลี่ยนจุดนัดพบกะทันหัน อาจเป็นเพราะถนนแถวนั้นรถติด รถทัวร์ไม่สามารถจอดรอนาน หรือเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นก็ตาม และถ้าหากว่าคุณอยู่ในสถานที่ซึ่งมีคนที่พลุกพล่าน การที่ไกด์จะบอกลูกทัวร์ทุกคนให้ทราบพร้อมกันนั้นเป็นสิ่งที่ยาก

2.6 ปัญหาการนัดพบกันระหว่างลูกทัวร์

ในการไปเดินซื้อของ ลูกทัวร์อาจจะต้องการไปหาเพื่อนในกลุ่ม แต่การนัดเจอกันในสถานที่ที่ลูกทัวร์ไม่รู้จักนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะว่าลูกทัวร์ไม่สามารถบอกพิกัดที่แน่ชัดได้

2.7 ปัญหาการหาสถานที่ซื้อของฝาก

การไปเที่ยวนั้นมักจะมีรายการที่จดบันทึกการซื้อของของฝากติดไปด้วยเสมอ และการซื้อของฝากนั้นส่วนใหญ่จะต้องเดินทางไปซื้อด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ของที่ตนเองต้องการอย่างครบถ้วน จึงเป็นปัญหาสำหรับคนที่ไม่สามารถไปไหนมาไหนคนเดียวได้

3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.1 Android Studio

ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เป็นระบบปฏิบัติการโอเพนซอร์ซ โดยใช้เครื่องมือ "Android Studio" ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และยังมีฟังก์ชันการจำลองอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ หรือแท็ปเล็ตรุ่นต่างๆ เพื่อให้ผู้พัฒนาแอปพลิเคชันสามารถที่จะทดสอบแอปพลิเคชันของตนโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์จริงได้[1]

3.2 Google Map

เป็นแผนที่ที่ทางกูเกิลเปิดให้บริการ ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพที่ดีซึ่งเป็นหัวใจหลักของระบบ โดยผู้พัฒนาได้ใช้ API ของกูเกิลเพื่อนำแผนที่นี้มาใช้ในการพัฒนาระบบ และใช้ในการแสดงสิ่งต่างๆเช่น จุดนัดพบ ตำแหน่งผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ที่อยู่ในกลุ่มสามารถมองเห็นได้ทั้งหมด[2]

3.3 Phpmyadmin

พีเอชพีมายแอดมินนั้นเป็นสคริปต์ที่เขียนขึ้นเพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล ซึ่งระบบที่ผู้เขียนได้พัฒนาขึ้นนั้นจะมีการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน ซึ่งใช้ฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยทำการจัดการข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การแก้ไขข้อมูลด้วยภาษา SQL ผ่านทางแอปพลิเคชัน ดังนั้นข้อมูลของผู้ใช้งาน จะอยู่บนเซิร์ฟเวอร์

3.4 Xampp

เนื่องจากจะต้องมีเซิร์ฟเวอร์เพื่อเก็บข้อมูลและให้บริการข้อมูลกับผู้ใช้ ในขั้นตอนการพัฒนา ผู้พัฒนาจึงได้ใช้เซิร์ฟเวอร์จำลองของ "Xampp" เพื่อจำลองการรับและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบ

4. ฟังก์ชันการทำงานของระบบ

แอปพลิเคชันที่ผู้เขียนได้พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วย ผู้นำทัวร์, ไกด์ และลูกทัวร์ ซึ่งบทบาทและการทำงานของผู้นำทัวร์และไกด์จะมีหน้าที่และความสามารถในแอพไม่ต่างกัน ส่วนลูกทัวร์นั้นก็จะมีบทบาทที่ต่างจาก โดยระบบของแอปพลิเคชันจะเป็นในรูปแบบของการสร้างกลุ่มขึ้นมา และทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้ภายในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น ซึ่งผู้ที่อยู่ภายนอกกลุ่มหรือไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าร่วมกลุ่มก็ไม่สามารถที่จะเห็นข้อมูลภายในกลุ่มได้ โดยหน้าที่การทำงานและสิทธิความสามารถที่จะเรียกใช้ฟังก์ชันของผู้ใช้ระบบในแต่ละบทบาทจะแสดงดังรูปที่ 1

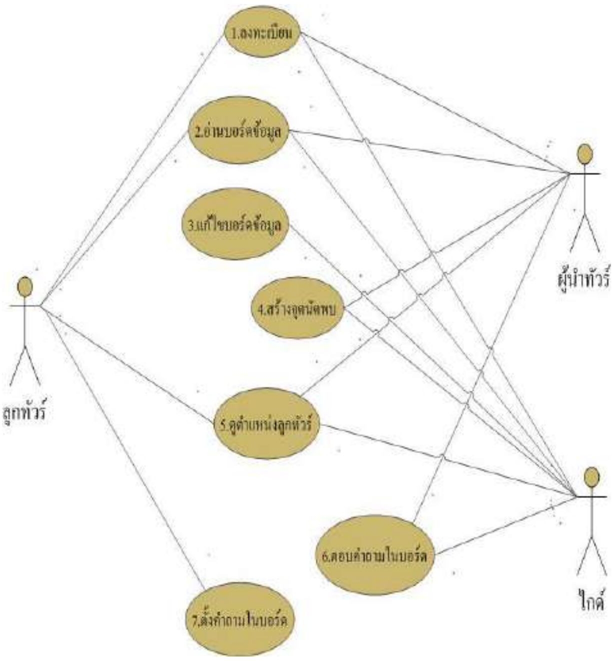
4.1 ลงทะเบียน

เป็นการสมัครสมาชิกเพื่อที่จะเข้าใช้ระบบ ซึ่งการสมัครสมาชิกจะมี 3 ประเภทคือ ผู้นำทัวร์, ไกด์ หรือ ลูกทัวร์ ซึ่งแต่ละบุคคลก็ควรสมัครสมาชิกตามบทบาทของคนเอง เพื่อเข้าใช้ฟังก์ชันได้ตามที่ระบบได้ออกแบบไว้

4.2 อ่านบอร์ดข้อมูล

บอร์ดข้อมูลจะประกอบไปด้วยคำถามที่น่าสนใจจากลูกทัวร์ ซึ่งลูกทัวร์ในกลุ่มสามารถที่จะอ่านข้อความจากบอร์ดข้อมูลได้ทุกคน เพื่อให้ลูกทัวร์ในกลุ่มได้รับข่าวสารหรืออาจจะเกิดปัญหาเดียวกันสามารถแก้ปัญหาตามคำแนะนำของไกด์ได้โดยที่ไม่ต้องรอคำตอบจากไกด์อีก โดยสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มก็จะสามารถเห็นสถานะของคำถามที่บ่ง

บอกด้วยว่าคำถามใดๆ มีการตอบคำถามไปแล้วหรือไม่ โดยถ้าคำถามที่ตอบแล้วจะมีสัญลักษณ์เครื่องหมายถูกสีเขียวกำกับอยู่ ส่วนคำถามที่ยังไม่ได้มีการตอบคำถามจะมีเครื่องหมายกากบาทสีแดงกำกับอยู่ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ

4.3 แก้ไขบอร์ดข้อมูล

เมื่อผู้นำทัวร์หรือไกด์ได้ทำการตอบคำถามไปแล้ว แต่มีการตอบคำถามที่ตกหล่น พิมพ์ผิด หรืออื่นๆ ก็สามารถที่จะเข้าไปแก้ไขข้อความที่ตนเองได้ตอบไปแล้วได้ดังรูปที่ 3

4.4 สร้างจุดนัดพบ

เป็นฟังก์ชันหลักของระบบ โดยผู้นำทัวร์และไกด์สามารถที่จะสร้างจุดนัดพบเพื่อบอกลูกทัวร์ของตนว่าจุดใดบ้างที่จะเดินทางไปหรือนัดมาเจอกันโดยจะใช้แผนที่จากกูเกิลเป็นเครื่องมือ โดยจุดนัดพบจะสามารถตั้งชื่อ คำอธิบาย และเลือกประเภทของจุดนัดพบได้ และจะทำการปักหมุดรายละเอียดเหล่านั้นลงในแผนที่ โดยผู้ที่อยู่ในกลุ่มสามารถที่จะมองเห็นได้ทุกคนจึงมีความสะดวกสบายในการนัดหมายลูกทัวร์

4.5 ดูตำแหน่งลูกทัวร์

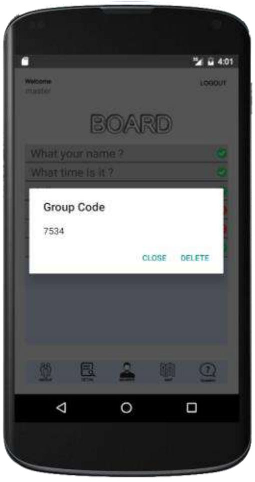
สมาชิกที่อยู่ในกลุ่มทัวร์สามารถที่จะดูได้ว่าบุคคลใดอยู่ที่ตำแหน่งไหนบ้างบนแผนที่ เพื่อการป้องกันการหลงออกจากกลุ่ม ผู้นำทัวร์และไกด์สามารถที่จะตามลูกทัวร์ในกรณีที่ลูกทัวร์นั้นลืมตารางเวลาที่ได้นัดหมายเอาไว้[3] โดยแต่ละบุคคลที่อยู่ในกลุ่ม จะถูกแสดงอยู่บนแผนที่โดยจะแสดงชื่อที่แต่ละบุคคลได้ตั้งเอาไว้ในขั้นตอนลงทะเบียน ทำให้สามารถทราบได้ว่าบุคคลใดอยู่ที่ใดบ้าง โดยกดคลิกไปที่ชื่อของลูกทัวร์คนที่อยากจะทราบตำแหน่งดังรูปที่ 5

4.6 ตอบคำถามในบอร์ด

ผู้นำทัวร์และไกด์สามารถที่จะเข้าไปตอบคำถามของลูกทัวร์ได้ เพื่อตอบข้อสงสัยของลูกทัวร์ โดยเมื่อในส่วนของคำตอบมีข้อมูลตัวอักษรอยู่ ลูกทัวร์จะมองเห็นสถานะของคำถามว่าเป็นคำถามที่ตอบแล้ว มาสามารถที่จะเข้ามาเพื่ออ่านคำตอบของคำถามได้

4.7 ตั้งคำถามในบอร์ด

ลูกทัวร์ที่สงสัยหรือมีข้อซักถามผู้นำทัวร์หรือไกด์ สามารถที่จะตั้งคำถามในบอร์ดรวมได้ เมื่อทำการตั้งคำถามแล้วจะส่งการแจ้งเตือนไปที่ผู้นำทัวร์และไกด์ เพื่อให้การตอบคำถามเป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด



รูปที่ 2 บอร์ดข้อความรวม

รูปที่ 3 การตอบคำถาม

รูปที่ 4 การสร้างจุดนัดพบ

รูปที่ 5 แสดงสมาชิกในกลุ่ม

6.สรุป

แอปพลิเคชัน Easy Travel เป็นแอปพลิเคชันสำหรับกรุ๊ปทัวร์ที่มีการเดินทางไปท่องเที่ยวยังสถานที่ต่างๆทั่วทุกมุมโลก โดยแอปพลิเคชันจะเป็นตัวช่วยที่เพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้งาน และลดปัญหาในการท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มประสบการณ์การท่องเที่ยวได้อย่างเต็มที่ แต่เนื่องจากระบบต้องมีการสื่อสารกับผู้อื่น ดังนั้นผู้ที่จะสามารถใช้ระบบได้นั้นจะต้องมีอินเทอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันนั้น ถ้าหากว่าอยู่ในประเทศ คนส่วนใหญ่ล้วนที่จะใช้บริการอินเทอร์เน็ตและสัญญาณโทรศัพท์ตามแหล่งท่องเที่ยวก็มักจะมีเพียงพอต่อการใช้อินเทอร์เน็ต การท่องเที่ยวในประเทศจึงมักจะไม่ค่อยมีปัญหา แต่ต่างประเทศนั้นต้องมีการซื้อแพคเกจอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม แต่ในผู้สูงอายุบางคนก็มักจะไม่ค่อยได้ใช้อินเทอร์เน็ตหรือเหตุผลอื่นก็ตาม จึงมีกลุ่มคนบางคนที่ไม่ได้ซื้อแพคเกจเพิ่มเติม และจะไม่สามารถที่จะใช้ระบบได้ แต่ในบางประเทศก็มีบริการอินเทอร์เน็ตฟรีตามสถานที่ท่องเที่ยว ก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะสามารถเข้าร่วมใช้ระบบได้

7.กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปัญหาพิเศษโครงงานนี้จะไม่สามารถประสบความสำเร็จลุล่วงได้หากขาดคำแนะนำ ต้องขอขอบคุณ ผศ.กัลยาณี บรรจงจิตร และ ผศ.พบสิทธิ์ กมลเวชช ที่ได้ร่วมให้โอกาส และคำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนในทุกรายวิชา ทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงทุกวันนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มอบเงินทุนสนับสนุนโครงงาน และ เป็นสถานที่ให้ความรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาความสามารถให้เติบโตเป็นบุคคลที่มีคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] Google. Google Maps for every platform. Retrieved April 1, 2015, from https://developers.google.com/maps/.

[2] Android. Android Studio. retrieved March 17, 2015, from https://developer.android.com/index.html.

[3] Radhika Kinage, Jyotshna Kumari, Purva Zalke, Meenal Kulkarni. March 2013. Mobile Tracking Application. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

โมเดลแนะนำการท่องเที่ยวของกรุงเทพมหานครโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

Bangkok Touristic Recommendation Model using Decision Tree

จิรวัฒน์ เขม้นเขตการ [1] อนงค์นาฏ ศรีวิหค [2]

[1] ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 02-5790113 E-mail: jirawat.kha@gmail.com

[2] ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 02-5790113 E-mail: jirawat.kha@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อทำการศึกษาและทดลองหาโมเดลแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวและที่พักในกรุงเทพมหานครสำหรับนักท่องเที่ยวขาเข้าการพัฒนาโดยใช้ข้อมูลนักท่องเที่ยวขาเข้าที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยจำนวนนักท่องเที่ยว ทั้งสิ้น 8783 คน คุณลักษณะที่นำมาใช้ ในการสร้างโมเดลได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ สัญชาติ สถานะภาพ สมรส แหล่งพักอาศัย ผู้ร่วมท่องเที่ยวและพฤติกรรมการใช้จ่าย (นักท่อง เที่ยวชั้นดีนักท่องเที่ยวปาน กลาง นักท่องเที่ยวชั้น ประหยัด) ต่อมาทำการ เปรียบเทียบอัลกอริทึมในการทำนายคลาสของนักเที่ยว ระหว่าง 3 อัลกอริทึม ได้แก่ อัลกอริทึม RepTree, J48 และ Bayesian Network พบว่ามี ความแม่นยำ 74.963%, 74.871% และ 70.386% ตามลำดับ อัลกอริทึม RepTree (Decision Tree) มีความแม่นยำ ในการ ทำนาย สูงสุดอยู่ ผู้วิจัยจึงเลือกอัลกอริทึม RepTree และสร้าง โมเดลความ สัมพันธ์ของคุณ ลักษณะของนักท่องเที่ยวขาเข้าและทำนายคลาสของ นักท่องเที่ยวต่อมาสามารถแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร ให้ตรงกับคลาสของนักท่องเที่ยวโมเดลนี้สามารถนำมาใช้ในพัฒนาแอปพลิชั่นสำหรับแนะนำการท่องเที่ยวของกรุงเทพมหานครต่อไป

คำสำคัญ: ระบบแนะนำ, เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ, RepTree, การท่องเที่ยวกรุงเทพมหานคร, นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ, เหมืองข้อมูล

Abstract

The objectives of this research are to study and generate a recommendation model for inbound tourists who come to Thailand. The inbound tourist database including 8783 records was preprocessed. Tourist attributes include sex, age, occupation, salary, purpose of travel, marital status, expenses are chosen as attributes for classifications. It is proposed that these above attributes are used to predict the tourist class (hi-end, average, economy). The prediction model Angsana New # 14 making a comparison between the three classification algorithms. They include RepTree, J48, and Bayesian Network. Results show the accuracy of the three algorithms are 74.963%, 74.871% and 70.386% respectively. RepTree (Decision Tree) shows the best performance. Thus, RepTree is selected as the algorithm to build a model of inbound tourist for Bangkok tourism. After the class of an inbound tourist is predicted, the system can recommend touristic places and accommodations which associated to his/her class. This model can be used to develop the recommendation systems for Bangkok Tourism in the future.

Keywords: Recommendation, Decision Tree, RepTree Bangkok tourism, Inbound tourists, Data Mining

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะอินเตอร์เน็ตโดยผู้ใช้งานอินเตอร์มีการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตเป็นจำนวนมาก ซึ่งพบได้ว่าเป็นการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตส่วนใหญ่ผ่านทางอุปกรณ์ "สมาร์ทโฟน" มากที่สุดตามด้วยคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ, คอมพิวเตอร์พกพา, แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์, สมาร์ททีวี และ อื่น ๆ ตามลำดับอัตราการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 82.1, 54.7, 45.2, 21.1, 8.6 และ 0.6 ในปี พ.ศ. 2558 (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์(องค์การมหาชน, 2558)) [5] รายงานการเติบโตอย่างรวดเร็วของอินเตอร์เน็ตนี้ มีผลกระทบต่อธุรกิจเกือบทุกประเภทรวมถึงธุรกิจการท่องเที่ยวในประเทศไทย ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในกลุ่ม ของนักท่องเที่ยวต่างชาติซึ่งนักท่องเที่ยวเหล่านี้ สามารถสืบค้นและ เข้าถึงข้อมูลการท่องเที่ยวในประเทศไทยได้ผ่านอินเตอร์เน็ตได้ด้วยตน เอง ทำให้ธุรกิจการให้ข้อมูลท่องเที่ยวในประเทศไทยออนไลน์

กลายเป็น ธุรกิจที่มีความสำคัญมากในยุคอินเตอร์เน็ต โดยธุรกิจเว็บไซต์การให้ข้อ มูลการท่องเที่ยวจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยวสำหรับ แนะนำให้กับนักท่องเที่ยวในหลายมิติรวมถึงข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวด้วยแต่โดยส่วนใหญ่จะมีการแนะนำข้อมูลการท่องเที่ยวที่ไม่ได้คำนึงถึง ความต้องการและคุณลักษณะส่วนบุคคลของนักท่องเที่ยวแต่ละบุคคลซึ่งอาจจะทำให้นักท่องเที่ยวที่สืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตได้รับข้อมูล จำนวนมากเกินไปหรือได้ข้อมูลไม่ตรงกับความต้องการ

จากปัญหาข้างต้นจึงได้เป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบแนะนำการท่องเที่ยวของกรุงเทพมหานครโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในการวิเคราะห์หาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างแอตทริบิวต์กับคลาสกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสนใจที่มากที่สุด โดยการจำแนกประเภท Classification ข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ (Class) โดยใช้คุณลักษณะข้อมูล (Attribute) ในการจำแนกประเภทต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากการเรียนรู้และจับคู่ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวที่ตรงต่อกลุ่มความต้องการของนักท่องเที่ยวต่างประเทศแต่ละบุคคลมากที่สุดกับสถานที่ท่องเที่ยวที่สนใจและได้รับข้อมูลที่เร็วตรงความต้องการและคุณลักษณะส่วนบุคคลมากกว่ารูปแบบการสืบค้นข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวแบบเดิมได้ [1],[9]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบให้คำแนะนำ (Recommendation System)

เป็นระบบที่นำเสนอข้อมูลให้ตามคุณลักษณะของผู้ใช้ แต่ละคนเพื่อให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้แต่ละบุคคลโดยจะนำข้อมูลต่าง ๆ จากผู้ใช้แต่ละบุคคลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยอัลกอริธึมเพื่อให้ได้ข้อมูลการแนะนำออกมา [1],[2],[8]

Decision Tree

Decision Tree คือ ต้นไม้ตัดสินใจมีโครงสร้างเป็นแผนผังต้นไม้ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการบริหารความเสี่ยง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision theory) โดยภายในต้นไม้จะประกอบไปด้วย โหนด (Node) กิ่ง ของต้นไม้ (branch) ซึ่งโดยแต่ละโหนดจะมีคุณลักษณะ (attribute) เป็นตัวทดสอบ และใบ (leaf) เป็นสิ่งที่อยู่ล่างสุดของการตัดสินใจแสดงถึงกลุ่มข้อมูล (class) ที่เป็นผลจากการทำนายจากโหนดราก (root node) [1]

REPTree

REPTree เป็น ต้นไม้ตัดสินใจชนิดหนึ่งด้วยหลักการคำนวณหาค่าเกน (Gain) และค่า คาดคะเนของข้อมูลโดยที่ จะทำการลดทอน ข้อผิดพลาดของข้อมูลระหว่างที่ทำการดำเนินการสร้างต้นไม้ซึ่งเทคนิคนี้จะมีความรวดเร็วในการดำเนินการหลักการจะทำการสร้างต้นไม้หลาย ๆ ต้นที่แตกต่างกันหลังจากนั้นจะเลือกต้นที่ดีที่สุดจากที่สร้างขึ้นทั้งหมดถือว่าเป็น ตัวแทนในการตัดแต่งและข้อผิดพลาดหรือ ลดความแปรปรวน

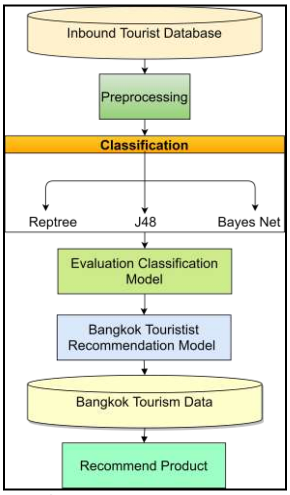
Bayesian belief Network

Bayesian belief Network เป็นเครือข่ายสร้างขึ้นจากทฤษฎีความน่า เป็นตามกฎของเบย์ (Bayes' Theorem) เพื่อหาสมมุติ ฐานใดน่าจะถูกต้องที่สุดและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งแบบมีความสัมพันธ์และไม่ขึ้นต่อกันอย่างมีเงื่อนไข (Condition Independent) ให้ออกมาแสดงเป็นรูปแบบกราฟฟิคโดยอาศัยข้อมูลความรู้ก่อนหน้า (Prior Knowledge) ในความหมายของ Bayesian "ตัวแปร" จะแทนด้วยความว่า "คุณสมบัติ" การทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพจะมีการความรู้ใส่ในรูปแบบของโครงสร้างข่ายง่ายและตารางความน่าจะเป็นรูปแบบสมการอย่างง่ายดังนี้

$$P(x \mid y,z) = P(x \mid z) \quad (1)$$

ซึ่งเทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยเบย์เซียนอย่างง่ายจะยึดติดกับสมมติฐานที่ว่า คุณสมบัติต่าง ๆ แต่ละตัวจะไม่ขึ้นต่อกันซึ่งเป็น การทำให้เกิดข้อจำกัดในการทำงานทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาข่ายงานความเชื่อเบย์เพื่ออธิบายความขึ้นต่อกันระหว่างเซตของคุณสมบัติต่าง ๆ ด้วยการแสดงออกในรูปแบบกราฟฟิค โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ Directed Acyclic graph (DAG) และ ตาราง ความน่าจะเป็น Probability tables [4],[8],[10]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบการศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบการให้คำแนะนำ การท่องเที่ยวกรุงเทพมหานครโดยใช้ขั้นตอนการจำแนกประเภท

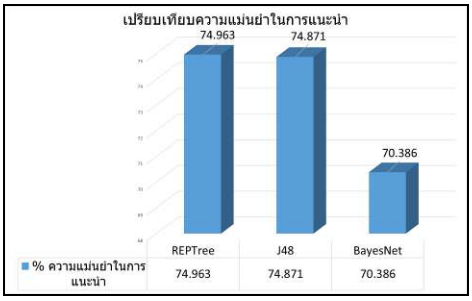
จากกรอบการศึกษานำฐานข้อมูลพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวขาเข้าประเทศจากที่ได้จากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2557 จำนวน ขนาดข้อมูลทั้งหมด 20,815 ระเบียนข้อมูล จำนวนคุณลักษณะ

(Attribute) 139 จำนวน มาคัดกรองจะพบว่ามี ข้อมูลบางส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องและไม่สมบูรณ์มีค่าที่หายไปแล้วกรองเฉพาะที่นักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยวในจังหวัดกรุงเทพมหานครและคุณลักษณะที่สมบูรณ์เพื่อความเหมาะสมที่มีผลต่อการเลือกสถานที่ของนักท่องเที่ยวจากการศึกษาได้ข้อมูล 8783 ระเบียน ได้คัดเลือกจำนวนคุณลักษณะ (Attribute) 8 คุณลักษณะ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ สัญชาติ สถานะภาพสมรส แหล่งพักอาศัย ผู้ร่วมท่องเที่ยวและพฤติกรรมการใช้จ่าย (นักท่องเที่ยว ชั้นดี นักท่องเที่ยวปานกลางนักท่องเที่ยวชั้นประหยัด) เป็นต้น ซึ่งได้จาก ผลการศึกษาของ [3] คุณลักษณะที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลของนักท่อง เที่ยว แสดง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของนักท่องเที่ยวขาเข้า

คุณลักษณะ	คำอธิบาย
Gender	เพศของนักท่องเที่ยว
Age	ช่วงอายุของนักท่องเที่ยว
Occupation	อาชีพของนักท่องเที่ยว
Status	สถานะภาพสมรสของนักท่องเที่ยว
Income	รายได้ต่อเดือนของนักท่องเที่ยว
Region	แหล่งพักอาศัยของนักท่องเที่ยว
Travel with	การท่องเที่ยวกับบุคคลใด
Expense (Class)	พฤติกรรมการใช้จ่ายเพื่อการท่องเที่ยว ของนักท่องเที่ยว

ต่อมานำฐานข้อมูลพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวขาเข้าประเทศมาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Weka version 3.8.0 [9] เพื่อทำ การสร้างโมเดลทดสอบประสิทธิภาพการทำนายของ 3 อัลกอริทึม มาเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Cross-validation Test วิธีนี้ทำ การแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วนโดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากันใช้เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลทำวนไปเช่นนี้จนครบจำนวนได้ผลการทดสอบค่าความแม่นยำ ดังภาพที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของเทคนิคอัลกอริทึมในการแนะนำ



รูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของเทคนิค อัลกอริทึมในการทำนายคลาส

จากผลการเปรียบเทียบความแม่นยำในการทำนาย พบว่าอัลกอริทึม RepTree ทำงานได้ค่าสูงสุด นักวิจัยจึงเลือกใช้อัลกอริทึม RepTree ในการสร้างแบบจำลอง ความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณลักษณะของนักท่องเที่ยว และ คลาสนักท่องเที่ยว โมเดลที่สร้างขึ้นจาก RepTree ใช้สร้างกฎสามารถแบ่งกฎเป็น 3 Class ตาม Class ของ นักท่องเที่ยวดังนี้ 1) กฎนักท่องเที่ยวชั้น Economy นักท่องเที่ยวที่มีพฤติ กรรมการใช้จ่ายสำหรับการท่องเที่ยวแบบประหยัดมีจำนวน 210 กฎ เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวที่ส่วนมากจะมีรายได้น้อยหรือไม่มีรายได้ประจำต้องการการบริการทางการท่องเที่ยว แบบธรรมดาราคาถูกและไม่ต้องการความเอาใจใส่มาก 2) กฎนักท่องเที่ยวชั้น Moderate นักท่องเที่ยวที่มีพฤติกรรมการใช้จ่ายสำหรับการท่องเที่ยวแบบปานกลางมีจำนวน 23 กฎเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีรายได้ปานกลางและมักจะต้องการบริการทางการท่องเที่ยวไม่หรูหรามากนักหรือบางส่วนอาจจะต้องการบริการทางการท่องเที่ยวชนิดหรูหราเหมือนนักท่องเที่ยวชนิดหรูหรา 3) กฎนักท่องเที่ยวชั้น Hi-end นักท่องเที่ยวที่มีพฤติกรรมการใช้จ่ายสำหรับการท่องเที่ยวแบบหรูหรามีจำนวน 5 กฎ เป็นกลุ่ม นักท่องเที่ยวที่มีรายได้สูงและมักพร้อมที่จะจ่ายค่าบริการในอัตราสูงสำหรับการบริการและการท่องเที่ยวชนิดหรูหรา และต้องการความเอาใจใส่อย่างมาก รวมกฎทั้งสิ้น 238 กฎ ที่นำไปใช้ใน การพัฒนาแอปพลิเคชั่นได้ดัง ตาราง ที่ 2 แสดงตัวอย่างกฎและคลาสนักท่องเที่ยว

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกฎการทำนายคลาสนักท่องเที่ยว

กฎการการทำนายคลาสนักท่องเที่ยว	พฤติกรรม การใช้จ่าย (Class)
If Region = SOUTH ASIA and Income = $100,000 or Higher	หรูหรา
If Region = MIDDLE EAST and Occupation = Government and Military Personnel and Income = $70,000 - $79,999	ปานกลาง
If Region = EUROPE and Income = Less than $10,000 and Occupation = Professionals	ประหยัด

จากกฎการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว จะพบว่าผลที่ได้ตามพฤติกรรมการใช้จ่ายสามารถแสดงการเลือกประเภทสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อการแนะนำกับพฤติกรรมการใช้จ่ายของนักท่องเที่ยว [6],[7] สามารถสรุป ได้ดังตารางที่ 3 ตารางแสดงข้อมูลความสัมพันธ์การเลือกประเภท สถานที่ท่องเที่ยวสถานเพื่อการแนะนำ

ตารางที่ 3 ตารางข้อมูลความสัมพันธ์การเลือกประเภทสถานที่ ท่องเที่ยวเพื่อการแนะนำ

พฤติกรรม	ประเภทสถานที่ท่องเที่ยวและที่พัก

การใช้จ่าย	
หรูหรา	ห้างสรรพสินค้า, ฟิตเนส, สปา, แหล่งช็อปปิ้ง, รีสอร์ท, โรงแรมระดับ 4-5 ดาว, ร้านอาหาร, ภัตตาคาร, ผับ, โรงภาพยนตร์, แหล่งบันเทิง
ปานกลาง	วัด, แหล่งศาสนา, ห้างสรรพสินค้า, รีสอร์ท, บังกะโล, โรงแรมระดับ 3 ดาว, ร้านอาหารพื้นเมือง, เทศกาล, พิพิธภัณฑ์, สวนสัตว์
ประหยัด	ร้านอาหาร, สวนสาธารณะ, เชิงนิเวศ, เชิงประวัติศาสตร์, เทศกาล. วัด, เสริมสวย, รีสอร์ท, โรงแรมระดับ 1-2 ดาว

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวความคิดของการศึกษาและทดลองหารูปแบบการพัฒนาโมเดลระบบการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวขาเข้าประเทศโดยใช้โปแกรมสำเร็จรูป Weka V.3.8.0 [9] พบว่าคุณลักษณะของนักท่องเที่ยวที่มีผลต่อการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวทั้งหมด 8 คุณลักษณะประกอบด้วย 1) เพศ 2) ช่วงอายุ 3) อาชีพ 4) สถานะภาพสมรส 5) รายได้ 6) แหล่งพำนัก 7) การท่องเที่ยวกับ บุคคลใด 8) พฤติกรรมการใช้จ่ายเพื่อการท่องเที่ยวโดยผลค่าความแม่นยำ ในการแนะนำด้วยอัลกอริทึม Reptree (Decision) เท่ากับ 74.963% ซึ่งถือ ว่าอยู่ในเกณฑ์ดีเพื่อนำกฎการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวไปใช้ในการ พัฒนาแอปพลิเคชั่นแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว

ข้อเสนอแนะควรมีการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่พึงพอใจในการแนะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมและมีจำนวนมากเพื่อให้การวิเคราะห์หาโมเดลความสัมพันธ์มีความแม่นยำในการแนะนำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] เรขา โสมพงษ์ และ ธงชัย แก้วกิริยา, “ระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่ง,” การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on information Technology: NCIT) ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2558 หน้า 28-33.

[2] นลินี โสพัศสถิตย์, “การใช้ระบบแนะนำสนับสนุนการตัดสินใจ,” มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สถาบันวิจัยและพัฒนา พ.ศ.2555.

[3] ธรา อั่งสกุล และ จิติมนต์ อั่งสกุล, “การพัฒนาระบบส่วนบุคคลสำหรับแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับนักท่องเที่ยวต่างชาติ,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2557.

[4] ชุติมา อุตมะมุณีย์ และ ประสงค์ ปราณีตพลกรัง, “การพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา,” Journal of Information Science and Technology, Vol.1, No.2 , pp. 39-48, 2010.

[5] สำนักงานดัชนีและสำรวจสำนักยุทธศาสตร์สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) ,กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร,รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2558 , กรกฎาคม พ.ศ.2558.

[6] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, โครงการสำรวจทัศนคติและพฤติกรรมด้านการท่องเที่ยวของชาวไทยในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล ปี พ.ศ.2553, พ.ศ.2553.

[7] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, โครงการสำรวจมุมมองของชาวไทยต่อการท่องเที่ยวเพื่อการจัดแบ่งกลุ่มฐานลูกค้า ปี พ.ศ. 2555, พ.ศ.2555.

[18] Julia Chiseled, Melanie JI Mueller, Lucas Bernardi, Chad Davis, Ivan Kovacek, Mats Stafseng Einarsen, Jaap Kamps, Alexander Tuzhilin and Djoerd Hiemstra, “Where to go on your next trip?: optimizing travel destinations based on user preferences,” Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp. 1097-1100, 2015.

[9] Sushilkumar Kalmegh, “Analysis of WEKA Data Mining Algorithm REPTree, Simple Cart and RandomTree for Classification of Indian News,” IJISET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 2, Issue 2, pp. 438-446, 2015.

[10] Terje Nesbakken Lillegraven, Design of a Bayesian Recommender System for Tourists Presenting a Solution to the Cold-Start User Problem, Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, 2010.

การทำนายข้อมูลใบยาสูบจาก Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) ด้วยเทคนิคดาต้าไมน์นิ่งและการคัดเลือกคุณลักษณะ

Prediction of Tobacco data on Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) using Data Mining and Feature Selection Techniques

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

เทียนชัย อุ่นน้อย[1] กฤษณะ ไวยมัย[2]
[1]สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
68/1 หมู่ที่ 2 ตำบลหลักแก้ว อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง โทรศัพท์ 084-7549520 E-mail: theanchai.o@ku.th
[2]คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาวเขตจตุจักร กรุงเทพ ฯ 10900โทร. 0-2797-0999 ต่อ 1403-04 1450 E-mail: fengknw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคทางดาต้าไมน์นิ่งและการคัดเลือกคุณลักษณะในการทำนายข้อมูลชนิด 2D-Gel ที่ได้จากใบยาสูบ โดยนำเสนอการเตรียมข้อมูลสำหรับข้อมูล 2D-Gel และการทดสอบการคัดเลือกคุณลักษณะรวมไปถึงการสร้างโมเดลในการทำนายเพื่อค้นหาระบบที่ดีที่สุดในการทำนายข้อมูล 2D-Gel จากการทดสอบกับข้อมูลใบยาสูบในงานวิจัยนี้พบว่าการทำงานของ Moderated T-Test ร่วมกับการใช้ Model Classification เทคนิค K-NN มีความถูกต้องในการทำนายมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในทุกสายพันธุ์ใบยาสูบ

คำสำคัญ: Two-Dimensional Gel Electrophoresis, 2D-Gel, ดาต้าไมน์นิ่ง, การคัดเลือกคุณลักษณะ, ใบยาสูบ

Abstract

The objective of this paper is to develop a method for prediction of tobacco data on two-dimensional gel electrophoresis (2D-Gel) using data mining and feature selection techniques. Four feature selections techniques which are Principal Component Analysis (PCA), Moderated T –Test, Sparse Partial Least Squares Discriminant Analysis (sPLS-DA), and Recursive Feature Elimination (RFE) are combined, compared and discussed. The best combination is Moderated T –Test and K-Nearest Neighbors (K-NN), with 80% accuracy for each tobacco species

Keyword: Two-Dimensional Gel Electrophoresis, 2D-Gel, Data Mining, Feature Selection, Tobacco Data

1. บทนำ

กรมสรรพสามิตมีหน่วยตรวจสอบและปราบปรามเพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของใบยาสูบที่นำมาขายให้แก่กรมสรรพสามิต เพื่อกำหนดราคาซื้อขายและคิดอัตราภาษีตามแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งการตรวจสอบสายพันธุ์ของใบยาสูบแต่ละแห่งนั้นทำได้ยาก และใช้เวลานานในการยืนยันสายพันธุ์ เนื่องจากใบยาสูบที่ผู้ปลูกนำมาขายแก่กรมสรรพสามิตเป็นใบยาสูบที่ผ่านการบ่มแห้งมาแล้ว ทั้งนี้สำหรับใบยาสูบสดนั้นจะสามารถระบุสายพันธุ์ได้จากการสังเกตลักษณะของใบ แต่ใบยาสูบตากแห้งนั้นจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทำให้ไม่สามารถแยกแยะด้วยตาเปล่าได้ จึงทำให้การระบุสายพันธุ์ใบยาสูบจำเป็นต้องไปเดินทางไปเก็บตัวอย่างใบยาสูบจากไร่เท่านั้น เนื่องด้วยการตรวจสอบสายพันธุ์ใบยาสูบที่ยากลำบากและต้องใช้เวลานาน จึงมีแนวทางในการช่วยลดขั้นตอนและลดเวลาในการตรวจสอบให้สามารถตรวจสอบได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีทางด้านโปรตีโอมิกส์ (Proteomics) ที่เป็นการศึกษาด้านโปรตีนเช่น การแสดงออกของโปรตีนและวิเคราะห์เชิงปริมาน และหนึ่งในเทคนิคที่สำคัญทางโปรตีโอมิกส์และใช้กันอย่างกว้างขวางคือ Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) ที่เป็นเทคนิคการแยกโปรตีนที่ประกอบไปด้วยการแยกสองขั้นตอน ในขั้นตอนแรกเรียกว่า Isoelectric focusing (IEF) จะทำการแยกโปรตีนโดยใช้ความแตกต่างของค่า Isoelectric point (pl) ขั้นตอนที่สองเรียกว่า Sodium Dodecyl Sulfate Electrophoresis (SDS) จะแยกโปรตีนโดยอาศัยความแตกต่างของขนาดโปรตีน เป็นกระบวนการวิเคราะห์โปรตีนและการถ่ายภาพดิจิตอลในห้องปฏิบัติการ ซึ่งช่วยลดขั้นตอนในการตรวจสอบใบยาสูบที่ไร่ของผู้ขายและข้อได้เปรียบหลักของวิธีนี้คือความทนทานของข้อมูลที่ให้

รายละเอียดของข้อมูลสูง สามารถแสดงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะในแต่ละชนิดของตัวอย่างได้อย่างชัดเจน เป็นผลให้สามารถจำแนกประเภทของตัวอย่างได้ [1-4] แต่อย่างไรก็ตามการตีความและวิเคราะห์ผลข้อมูล 2D-Gel จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการวิเคราะห์และที่สำคัญต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกอบรมเท่านั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดนี้ [5]เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีจำนวนมิติ(Dimension) ของข้อมูลสูง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอการใช้การคัดเลือกคุณลักษณะกับข้อมูลประเภท 2D- Gel อาทิเช่น Artigaud, Gauthier et al. 2013[6] ได้นำเสนอวิธี Moderated T–Test ในการลดจำนวนมิติของข้อมูล และ Silva and Richard. 2016[7] ได้นำเสนอ Principal Component Analysis (PCA), Moderated T–Test ,Sparse Partial Least Squares Discriminant Analysis (sPLS-DA) และ Recursive Feature Elimination (RFE) เพื่อหาคุณลักษณะของข้อมูลที่ดีนำไปสู่การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างสองชนิด ด้วยการค้นหาจุดของโปรตีนหรือฟีเจอร์ ที่สามารถแสดงความแตกต่างของจุดของโปรตีนหรือฟีเจอร์ ในแต่ละชนิดของตัวอย่างจากงานวิจัยที่กล่าวมา พบว่าผลการทำนายเป็นที่สนใจในความถูกต้องของการ จำแนกประเภท และแสดงเหตุผลสำคัญที่ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูล 2D-Gel มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยการลดมิติของข้อมูล อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่กล่าวมานั้นยังเป็นการทำงานกับชุดข้อมูลที่มีจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย ยังเป็นการยากต่อการยอมรับและให้ความน่าเชื่อถือของผลการทดลองที่เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการประยุกต์ใช้เทคนิคทางดาต้าไมน์นิ่งและการคัดเลือกคุณลักษณะในการทำนายข้อมูล 2D-Gel จากใบยาสูบประกอบไปด้วยการคัดเลือกคุณลักษณะสี่วิธีได้แก่ Moderated T–Test, Principal Component Analysis (PCA) ,Sparse Partial Least Squares Discriminant Analysis(sPLS-DA) และ Recursive Feature Elimination (RFE) สำหรับค้นหากลุ่มของคุณลักษณะที่มีศักยภาพในการจำแนกชนิดของตัวอย่าง รวมถึงการเปรียบเทียบการทำงานของการคัดเลือกคุณลักษณะแต่ละวิธี และนำข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือกคุณลักษณะมาเป็นอินพุตในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลในการจำแนกประเภททั้งหมดสามเทคนิคได้แก่ Support Vector Machines (SVM), Artificial Neural Network (ANN) และ K-Nearest Neighbors (K-NN) เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล ในการค้นหาระบบที่ดีที่สุดในการทำนายข้อมูล 2D-Gel จากใบยาสูบ โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีในการประยุกต์ใช้กับข้อมูลจริง ซึ่งให้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันระหว่างการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธี Moderated T-Test กับเทคนิค K-NN ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทค่าความแม่นยำมีค่ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ในทุกสายพันธุ์ใบยาสูบ

ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึง วิธีการวิจัย ผลการวิจัยและอภิปรายผลในหัวข้อที่ 3 และสรุปในหัวข้อที่ 4

2. วิธีการวิจัย

2.1 ข้อมูล 2D-Gel จากใบยาสูบ

ข้อมูลใบยาสูบของกระทรวงสรรพสามิตทั้งหมด 76 ตัวอย่าง ประกอบไปด้วยใบยาสูบสามสายพันธุ์ สายพันธุ์ เวอร์จิเนีย 32 ตัวอย่าง สายพันธุ์เบอร์เลย์ 19 ตัวอย่างและสายพันธุ์เตอร์กิช 25 ตัวอย่าง ขั้นตอนในการผลิตข้อมูลชนิดนี้เริ่มต้นด้วยการนำใบยาสูบเข้ากระบวนการบ่มจนใบยาสูบแห้งเป็นสีน้ำตาลดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ใบยาสูบที่ผ่านการบ่มจนแห้งและเป็นสีน้ำตาล

จากนั้นนำใบยาสูบที่ผ่านการบ่มแห้งเข้าสู่การบวนการแยกโปรตีนด้วยเทคนิค Two-dimensional Polyacrylamide Gel Electrophoresis และอ่านผลด้วยเครื่อง GS-900 ™ Calibrated Densitometer

2.2 การเตรียมข้อมูล (Data preprocessing) 2D-Gel

เนื่องจากข้อมูลจากเครื่อง GS-900 ™ Calibrated Densitometer ให้รายละเอียดของข้อมูลอย่างสูงจำเป็นต้องมีการเตรียมข้อมูลที่เหมาะสมถือเป็นส่วนสำคัญการทำเหมืองข้อมูลสำหรับการจำแนกชนิดของข้อมูล 2D-Gel โดยรายละเอียดการเตรียมข้อมูลมีดังนี้

2.2.1 ลดขนาดของข้อมูล (Data reduction) แบ่งช่วงมวลโมเลกุลในแต่ละตัวอย่างให้มีช่วงที่เท่ากันในทุก ๆ ตัวอย่างแบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 5 จากนั้นเลือกเฉพาะค่าที่มากที่สุดในแต่ละช่วงเป็นตัวแทนในช่วงนั้น รวมถึงเป็นการลดจำนวนมิติ (Dimension) ลงเพื่อให้เหมาะสมในการประมวลผลข้อมูล

2.2.2 ขั้นตอนการแปลงรูปแบบข้อมูล (Transforming data) อยู่ในรูปแบบของลำดับจุด (Spot) โดยทำการ Pivot ค่ามวลโมเลกุลรวมกับค่า Isoelectric point (pI) ให้ตัวอย่างข้อมูลในหนึ่งแถวของข้อมูลแทนตัวอย่างหนึ่งตัวอย่าง ทั้งหมด 76 แถวหรือ 76 ตัวอย่างจำนวนฟีเจอร์หลังการ Pivot 3301 ฟีเจอร์[8] เพื่อให้เหมาะสมและสามารถนำไปประมวลผล

และเรียนรู้จดจำโปรแกรม R โดยดาต้าเฟรม (data frame) ของข้อมูลมีการแบ่งเป็นสองตัวอย่างที่ต้องการจำแนกประเภท โดยใช้ตำแหน่ง $X_{j,i}$, โดย j แทนตัวอย่างแต่ละตัวอย่างแสดงเป็นคอลัมน์ และ i แทนจุดของโปรตีน(Spot)แสดงเป็นแต่ละแถวดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบข้อมูลนำเข้าสำหรับการประมวลผลด้วยภาษา R

	Sample 1			Sample 2		
	Gel 1	Gel 2	Gel 3	Gel 1	Gel 2	Gel 3
Spot 1	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	$X_{3,1}$	$X_{1',1}$	$X_{2',1}$	$X_{3',1}$
Spot 2	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	$X_{3,2}$	$X_{1',2}$	$X_{2',2}$	$X_{3',2}$
Spot 3	$X_{1,i}$	$X_{2,i}$	$X_{3,i}$	$X_{1',i}$	$X_{2',i}$	$X_{3',i}$

2.3 การคัดเลือกคุณลักษณะ

เมื่อข้อมูล 2D-Gel ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลและแปลงรูปแบบนอร์มัลไลซ์ด้วยเทคนิค Quantiles Normalization ข้อมูลจนสามารถนำมาเป็นข้อมูลอินพุตให้กับการคัดเลือกคุณลักษณะต่อด้วยวิธีต่าง ๆดังนี้

2.3.1 Moderated T-Test เป็นการประมวลผลผ่านโปรแกรม R Library Prot2D[6] สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล 2D-Gel ในการหาความแตกต่างระหว่างสองหมวดหมู่ และใช้ False Discovery Rate (FDR) ในการกำหนดความถูกต้องของการจำแนก ยกตัวอย่างเช่นในจำนวนข้อมูล 100 ข้อมูลหากกำหนด FDR ที่ 0.2 หมายถึงกำหนดให้ข้อมูล 80 ข้อมูลสามารถจำแนกได้อย่างถูกต้อง

2.3.2 Principal Component Analysis (PCA) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการลดมิติของข้อมูลที่มีความซับซ้อน โดยในขั้นตอนการลดตัวแปรโดยกำหนดพารามิเตอร์ ให้ค่าเทคนิคการลดตัวแปรหรือ Dimensionality reduction เป็นแบบ keep variance และเลือกให้ Variance threshold ที่ 90 เปอร์เซ็นต์หมายถึงการกำหนดปริมาณสารเทศใหม่ที่ใช้แทนข้อมูลทั้งหมดที่ 90 เปอร์เซ็นต์

2.3.3 Sparse Partial Least Squares Discriminant Analysis (sPLS-DA) การคัดเลือกคุณลักษณะด้วย sPLS-DA กระบวนการทำงานเป็นไปตามงานวิจัยของ Tomé S. Silva & Richard, 2016 [7] ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลผ่านโปรแกรม R Library mixOmics ด้วยคำสั่งดังนี้

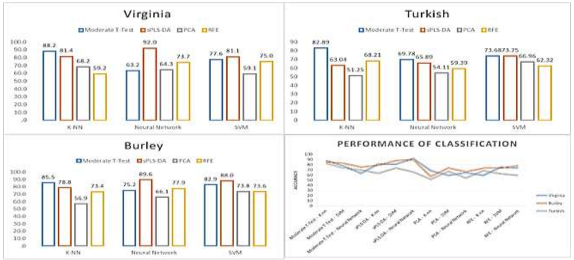
```
require(mixOmics)
results.splsda <- mixOmics::splsda(norm.data,
as.factor(treatment),ncomp=2,keepX=c(n.sig.spots,n.sig.spots))tmp.load
<- ((results.splsda$loadings)$X)[,1]
sig.spots.splsda <- names((tmp.load)[abs(tmp.load) >
(.Machine$double.eps)])
```

2.3.4 Recursive Feature Elimination (RFE) ใช้กับข้อมูลที่มีมิติสูงและเป็นที่ยอมรับในการทำการคัดเลือกคุณลักษณะในข้อมูลชนิด gel-based proteomic โดยกระบวนการทำงานเป็นไปตามงานวิจัยของ Tomé S. Silva & Richard, 2016 [7] นำข้อมูลมาคัดเลือกคุณลักษณะด้วย RFE ด้วยคำสั่งดังนี้

```
require(caret)
require(klaR)
require(e1071)
rfeCtrl <- rfeControl(functions = nbFuncs,method = "LOOCV")
results.rfe <-rfe(norm.data,factor(treatment),
sizes=n.sig.spots,rfeControl=rfeCtrl)
sig.spots.nbrfe<-rownames(varImp(results.rfe))[(1:n.sig.spots)]
```

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ข้อมูลใบยาสูบของกระทรวงสรรพสามิตที่ผ่านการบ่มแห้งและเข้าสู่การบวนการแยกโปรตีนด้วยเทคนิค Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) และ GS-900 ™ Calibrated Densitometer ทั้งหมด 76 ตัวอย่างประกอบไปด้วยใบยาสูบสามสายพันธุ์ สายพันธุ์ ในส่วนของประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทใบยาสูบของแต่ละโมเดลร่วมกับการคัดเลือกคุณลักษณะได้นำเสนอไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลการวัดประสิทธิภาพการจำแนกประเภทของใบยาสูบ

ผลที่ได้จะเห็นได้ว่าการจำแนกสายพันธุ์ใบยาสูบในสายพันธุ์เวอร์จิเนียและเบอร์เลย์จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการทำงานร่วมกันระหว่าง Neural network และ sPLS-DA แต่สำหรับโมเดลที่เหมาะสมในการจำแนกสายพันธุ์ใบยาสูบจากข้อมูลที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการนี้ คือการทำงานร่วมกันระหว่างการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธี Moderated T-Test กับ เทคนิค K-NN ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการจำแนกประเภททั้ง

สามสายพันธุ์ของใบยาสูบให้ค่าความแม่นยำมีค่ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ในทุกสายพันธุ์

5. สรุป

การตรวจสอบสายพันธุ์ของใบยาสูบของกรมสรรพสามิตเพื่อกำหนดราคาซื้อขายและคิดอัตราภาษีตามแต่ละสายพันธุ์นั้นตรวจสอบได้ยากลำบาก ไม่สามารถแยกแยะด้วยตาเปล่าได้ จำเป็นต้องไปเดินทางไปเก็บตัวอย่างใบยาสูบจากไร่เท่านั้น จึงมีแนวทางในการช่วยลดขั้นตอนและลดเวลาในการตรวจสอบ โดยใช้เทคโนโลยีทางด้าน โปรตีโอมิกส์ (Proteomics) ที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางคือเทคนิค Two-Dimensional Gel Electrophoresis (2D-Gel) แต่การตีความและวิเคราะห์ผลข้อมูล 2D-Gel ที่มีจำนวนมิติ (Dimension) ของข้อมูลสูง ต้องใช้ระยะเวลานานในการวิเคราะห์และที่สำคัญต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกอมรบเท่านั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดนี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการนำเสนอระบบในการทำนายข้อมูลชนิด 2D-Gel จากใบยาสูบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลการทำนาย จากการทดลองการจำแนกประเภทข้อมูลใบยาสูบผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการทำงานของ Moderated T-Test ร่วมกับการใช้ Model Classification เทคนิค K-NN มีความถูกต้องในการทำนายมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในทุกสายพันธุ์ใบยาสูบ

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าระบบในการทำนายข้อมูล 2D-Gel จากใบยาสูบ มีประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทที่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ น่าจะเป็นประโยชน์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการจำแนกประเภทข้อมูล 2D-Gel รวมถึงการเตรียมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล 2D-Gel สาขาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจต้องทดสอบกับชุดข้อมูลที่หลากหลายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพที่แท้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] E. Mosquera, J. Fuentes, A. Marina, J. VÃƒ Â¡zquez, and G. Alvarez, "Two-dimensional gel electrophoresis of Mytilus galloprovincialis: differences in protein expression between intertidal and cultured mussels," *Marine Ecology Progress Series*, vol. 224, pp. 149-156, 2001.

[2] T. Rabilloud, M. Chevallet, S. Luche, and C. Lelong, "Two-dimensional gel electrophoresis in proteomics: Past, present and future," *Journal of Proteomics*, vol. 73, pp. 2064-2077, 10/10/ 2010.

[3] C. Fernandez-Lozano, J. A. Seoane, P. Mesejo, Y. S. G. Nashed, S. Cagnoni, and J. Dorado, "Texture Classification of Proteins Using Support Vector Machines and Bio-inspired Metaheuristics," in *Biomedical Engineering Systems and Technologies: 6th International Joint Conference, BIOSTEC 2013, Barcelona, Spain, February 11-14, 2013, Revised Selected Papers*, M. Fernández-Chimeno, L. P. Fernandes, S. Alvarez, D. Stacey, J. Solé-Casals, A. Fred, *et al.*, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, pp. 117-130.

[4] A. Cary, D. Pavisic, and R. Vargas, "Feedforward Neural Networks for the Classification of Two-dimensional Polyacrylamide Gel Electrophoresis Images," *Revista Acta Nova*, vol. 1, 2003.

[5] J. Malone, K. McGarry, and C. Bowerman, "Automated trend analysis of proteomics data using an intelligent data mining architecture," *Expert Syst. Appl.*, vol. 30, pp. 24-33, 2006.

[6] S. Artigaud, O. Gauthier, and V. Pichereau, "Identifying differentially expressed proteins in two-dimensional electrophoresis experiments: inputs from transcriptomics statistical tools," *Bioinformatics*, vol. 29, pp. 2729-34, Nov 1 2013.

[7] T. S. Silva and N. Richard, "Visualization and Differential Analysis of Protein Expression Data Using R," in *Statistical Analysis in Proteomics*, K. Jung, Ed., ed New York, NY: Springer New York, 2016, pp. 105-118.

[8] ส. สิทธิกร, "ระบบจำแนกสายพันธุ์ใบยาสูบโดยใช้ดาต้า ไมน์นิ่ง," วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน

Healthy and Money planning Application

พิศณุ ชัยจิตวณิชกุล[1] ไกรสรทอง รสโสดา[2] และ ภูมิศักดิ์ จันทร์ล้วน[3]
[123]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
E-mail: pitsanuc@gmail.com[1], kaisonthong56@gmail.com[2] และ poomsak1994@gmail.com[3]

บทคัดย่อ

แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน เป็นแอปพลิเคชันที่จะช่วยผู้รักสุขภาพและผู้ที่ใช้จ่ายไม่เป็นระบบ ให้มีการบริหารวางแผนได้ง่ายมากขึ้นในการดำเนินชีวิตประจำวัน เช่น การรับประทานอาหาร การคำนวณหาปริมาณไขมันในร่างกาย การคำนวณการเผาผลาญพลังงานต่อวัน การบันทึกรายรับ-รายจ่าย และการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การเดิน การวิ่ง และการว่ายน้ำ เป็นต้น โดยออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทดสอบความพึงพอใจโดยอาสาสมัครจำนวน 30 คน ผลจากการทดสอบ ค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก อาสาสมัครส่วนมากมีความพึงพอใจในหัวข้อ “สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง” แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

คำสำคัญ: การวางแผน, การเงิน, อาหาร, การดูแลสุขภาพ, แคลอรี่

Abstract

Healthy and Money Planning Application is an application that helps health-conscious people and those who use money not systematically. Make health and financial planning easier in everyday life such as eating, calculation of body fat content, calculation the Basal Metabolic Rate(BMR), recording of incomes-expenses and activities such as walking, running and swimming, etc., this application designed and developed on the android operating system. We tested the application with 30 volunteer. The results of satisfaction survey was at a high level. Most volunteers are satisfied with the topic “Can be applied in everyday life”. Finally, the results show that the application can be really used on an everyday life.

Keywords: Planning, Finance, Foods, Health care, Calorie

1. บทนำ

ปัจจุบันเรื่องของสุขภาพและการใช้จ่ายในชีวิตประจำวันจำเป็นจะต้องให้ความสำคัญ ในปัจจุบันคนไทยมีแนวโน้มอ้วนและเสี่ยงเป็นโรคสูง โดยสาเหตุและปัจจัยหลักคือการอุปโภคอาหารและขาดวินัยไม่ออกกำลังกาย ซึ่งมีผลเสียตามมาทั้งทางด้านจิตใจและร่างกาย เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคความดัน เป็นต้น[1] อีกทั้งมีสิ่งที่ตามมาในการดำเนินชีวิตประจำวันคือค่าใช้จ่าย โดยมี “เงิน” เป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนเพื่อให้ได้มาซึ่งในการดำเนินชีวิต เช่น ค่าเดินทาง ค่าที่พัก ค่ารักษาพยาบาล เป็นต้น [2] ที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดหนี้สินหากบริหารไม่เป็นระบบ

แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินเป็นตัวช่วยในการดูแลสุขภาพจัดการวางแผนการรับประทานอาหารและการออกกำลังกายพร้อมทั้งจัดการบริหารรายรับ-รายจ่ายแล้วยังสามารถดูกราฟสถิติย้อนหลังที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันที่จะช่วยให้การดำเนินชีวิตนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI)

ความสำคัญของการรู้ค่าดัชนีมวลร่างกาย เพื่อประเมินหาส่วนไขมันในร่างกาย ซึ่งค่าดังกล่าวนิยมใช้ในการคำนวณอย่าง แพร่หลาย เนื่องจากคำนวณง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถใช้ได้กับทุกเพศ ทุกวัย [3] โดยสามารถคำนวณค่าดัชนีมวลกายตามสูตรดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีมวลกาย (BMI)} = \text{น้ำหนัก(กิโลกรัม)} / \text{ส่วนสูง(เมตร)}^2$$

2.2 การเผาผลาญพลังงาน (Basal Metabolic Rate : BMR)

การเผาผลาญพลังงานเป็นพลังงานที่ถูกใช้เพื่อรักษาระดับการมีชีวิต เช่น หัวใจเต้น ปอด ตับ กล้ามเนื้อ ผิวหนัง เป็นต้น โดยสามารถคำนวณ ปริมาณพลังงานที่เหมาะสมต่อวันได้จาก Daily Calorie Calculator หรือ สูตรปริมาณแคลอรี่ที่ร่างกายต้องการต่อวันของแต่ละเพศได้ตามสูตรดังนี้ [4]

สูตรการคำนวณการเผาผลาญพลังงานต่อวัน
ผู้ชาย: BMR = 66 + (13.7 x น้ำหนัก หน่วย กิโลกรัม) + (5 x ส่วนสูง หน่วย เซนติเมตร) – (6.8 x อายุ)
ผู้หญิง: BMR = 665 + (9.6 x น้ำหนักตัว หน่วย กิโลกรัม) + (1.8 x ส่วนสูง หน่วย เซนติเมตร) – (4.7 x อายุ)

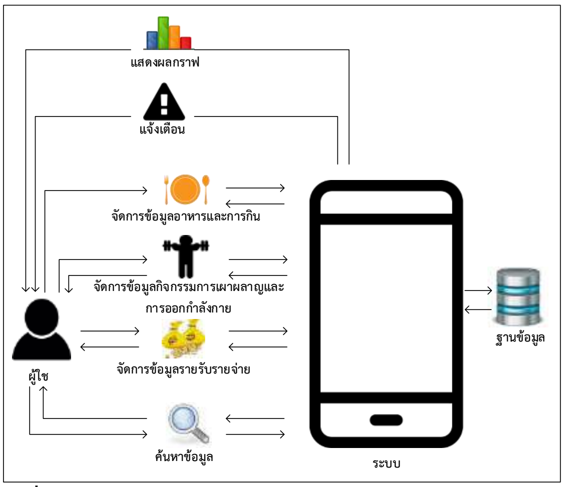
2.3 Hopeful Hearts: A Mobile Health Care Application [6]

จากการศึกษาระบบนี้ได้ใช้ตัวรับรู้ (Sensor) 3 ตัวเข้ามาเกี่ยวข้องคือ การตรวจวัดอุณหภูมิ วัดอัตราการเต้นของหัวใจ และตรวจวัดปริมาณฮีโมโกบิลในเลือด แล้วนำส่วนสูง อายุ น้ำหนัก เพศ และกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวแล้วนำมาหาค่า BMI, BMR และปริมาณแคลอรี่ วิเคราะห์ด้วยตัวรับรู้ แล้วระบบแนะนำการออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร และอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ที่ระบบสามารถช่วยแนะนำระบบเบื้องต้นได้

3. รายละเอียดการพัฒนา

แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถนำมาจัดการปัญหาเรื่องสุขภาพและการบริหารการเงินโดยมีรายละเอียดดังนี้

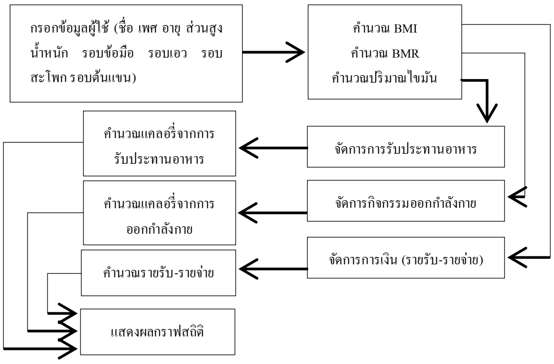
3.1 แนวคิดการออกแบบ



รูปที่ 1 ภาพรวมระบบแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน

3.2 การออกแบบการทำงานของระบบ

ในการออกแบบแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินในแต่ละกระบวนการทำงาน

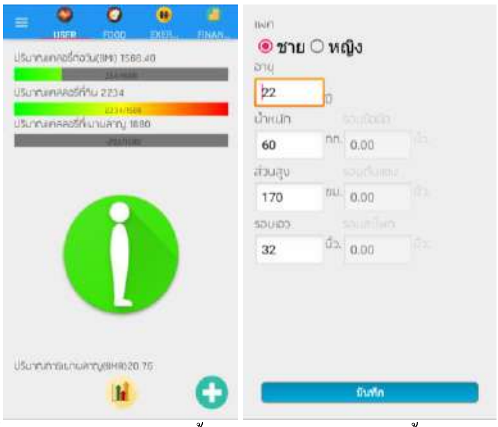


รูปที่ 2 การทำงานของแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินได้ผลลัพธ์จากการออกแบบตามส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ดังต่อไปนี้ หน้าจอเพิ่มข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าจอแสดงข้อมูลพื้นฐาน และจัดการข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้

หน้าจอแสดงผลหลักของการรับประทานอาหารและจัดการข้อมูลการรับประทานอาหาร ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 หน้าจอแสดงข้อมูล และจัดการการรับประทานอาหาร

หน้าจอแสดงผลหลักของกิจกรรมออกกำลังกายและจัดการข้อมูลการออกกำลังกาย ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 หน้าจอแสดงข้อมูล และจัดการกิจกรรมออกกำลังกาย

หน้าจอแสดงผลหลักของรายรับและจัดการข้อมูลรายรับ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 หน้าจอแสดงข้อมูล และจัดการรายรับ

หน้าจอแสดงผลหลักของรายจ่ายและจัดการข้อมูลรายจ่าย ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 หน้าจอแสดงข้อมูล และจัดการรายจ่าย

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากอาสาสมัครจำนวน 30 คน คือนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เพศชายจำนวน 13 และเพศหญิงจำนวน 17 คน โดยให้อาสาสมัครทดลองใช้และนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ได้ผลแสดง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน

ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน	$\bar{x}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. ความสวยงาม	3.7	0.79	มาก
2. ความสะดวกในการใช้งาน	3.4	0.57	ปานกลาง
3. ความถูกต้องแม่นยำของแอปพลิเคชัน	3.9	0.79	มาก
4. สามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้เป็นตัวควบคุมการรับประทานอาหารได้	3.8	0.50	มาก
5. สามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้งานทำเป็นบัญชีครัวเรือนได้	3.6	0.60	มาก
โดยรวม	**3.6**	**0.65**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.75 , S.D. = 0.79) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่ารายการประเมิน 3 รายการที่ให้ความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ ความสวยงาม ($\bar{x}$ = 3.7, S.D. = 0.79) และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ($\bar{x}$ = 4.0, S.D. = 0.45)สามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้เป็นตัวควบคุมการรับประทานอาหารได้ ($\bar{x}$ = 3.8, S.D. = 0.50) สามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้งานทำเป็นบัญชีครัวเรือนได้ ($\bar{x}$ = 3.6, S.D. = 0.60) และรายการประเมิน 1 รายการที่ให้ความพึงพอใจในระดับปานกลาง คือ ความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x}$=3.4 , S.D. = 0.57)

4.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันการวางแผนได้มีการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นคุณสมบัติและข้อแตกต่างจากแอปพลิเคชันอื่น โดยใช้ Hopeful Hearts: A Mobile Health Care Application[6] และ iSpending [5] มาใช้ในการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติซอฟต์แวร์

หัวข้อเปรียบเทียบคุณสมบัติ	แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน	iSpending.	Hopeful Hearts: A Mobile Health Care Application.
1. คำนวณปริมาณการเผาผลาญของร่างกาย	✓	✕	✓
2. คำนวณค่าดัชนีมวลกาย	✓	✕	✓
3. คำนวณปริมาณไขมันในร่างกาย	✓	✕	✓
4. จัดการข้อมูลการออกกำลังกายและการรับประทานอาหาร	✓	✕	✓
5. จัดการข้อมูลรายรับ-รายจ่าย	✓	✓	✓
6. คำนวณยอดรายรับ รายจ่าย และคงเหลือ	✓	✓	✕
7. กราฟสถิติการรับประทานอาหารย้อนหลัง	✓	✕	✕
8. กราฟสถิติการออกกำลังกายย้อนหลัง	✓	✕	✕
9. กราฟสถิติรายรับ รายจ่ายย้อนหลัง	✓	✕	✕

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงิน โดยสามารถจำแนกคุณสมบัติที่ทำให้เห็นข้อแตกต่างได้ 3 กลุ่มดังนี้

1) สุขภาพ ได้แก่ คำนวณปริมาณการเผาผลาญของร่างกาย , คำนวณค่าดัชนีมวลกาย , คำนวณปริมาณไขมันในร่างกาย , จัดการข้อมูลการออกกำลังกายและการรับประทานอาหาร โดยมีคุณสมบัติหรือทำงานเหมือนกับ iSpending.

2) การเงิน ได้แก่ จัดการข้อมูลรายรับ-รายจ่าย , จัดการข้อมูลรายรับ-รายจ่าย , คำนวณยอดรายรับ รายจ่าย และคงเหลือ โดยมีคุณสมบัติหรือทำงานเหมือนกับ Hopeful Hearts: A Mobile Health Care Application.

3) กราฟสถิติ ได้แก่ กราฟสถิติการรับประทานอาหารย้อนหลัง ,กราฟสถิติการออกกำลังกายย้อนหลัง และ กราฟสถิติรายรับรายจ่ายย้อนหลัง ซึ่งเป็นจุดเด่นและข้อแตกต่างที่ทำให้แอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินมีคุณสมบัติที่แตกต่างจาก iSpending. และ Hopeful Hearts: A Mobile Health Care Application.

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และยังสามารถดูกราฟสถิติย้อนหลังเพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลได้ เป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพและเรื่องการเงินที่มีความน่าใช้และความสะดวกสบายผ่านสมาร์ทโฟน

ผลการประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีต่อแอปพลิเคชันการวางแผนสุขภาพและการเงินพบว่าผู้ประเมินให้การยอมรับในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่สำคัญที่ได้รับการยอมรับในระดับมาก ความสวยงาม สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง สามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้เป็นตัวควบคุมการรับประทานอาหารได้ และสามารถนำแอปพลิเคชันมาใช้งานทำเป็นบัญชีครัวเรือน ส่วนสิ่งที่ต้องปรับปรุงและพัฒนา รายการที่ให้ความพึงพอใจในระดับปานกลาง ความสะดวกในการใช้งาน โดยตามวัตถุประสงค์คือหัวข้อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งได้ระดับประเมินอยู่ในระดับมาก จึงควรนำส่วนนี้ไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. (2545). กินดีสุขภาพดี.กรุงเทพฯ: แสงแดด.

[2] ภูวไนย พุ่มไทรทอง. (2551). การสร้างความอยู่ดีมีสุข:การทำบัญชีครัวเรือน.นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

[3] มงคล แฝงสาเคน. (2549). กีฬากับสุขภาพ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

[4] สนธยา สีละมาด. (2557). กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาวะ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] สุพรรณษา อนันต์. (2556). iSpending::แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมรายรับรายจ่าย : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

[6] N. Nirwal, N. Sardana and A. J. Bhatt, "Hopeful hearts: A mobile health care application," 2014 Seventh International Conference on Contemporary Computing (IC3), Noida, 2014, pp. 351-356. doi: 10.1109/IC3.2014.6897199

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาระบบแสดงข้อมูลการวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส

Development of Display Non-Contact Thermometer Systems

อนิรุต ผัดเป้า[1] วุฒิชัย ปวงมณี[2] และ เสฐียรพงษ์ ยอดนิล[3]
[1,2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

E-mail: palmplus11@gmail.com, wutichai@northcm.ac.th, satianpong@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องวัดที่ใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิร่างกายมีหลายแบบ ซึ่งการวัดอุณหภูมิของร่างกายแบบใช้อินฟราเรดเป็นวิธีที่รวดเร็วและสะดวกที่สุด สามารถนำมาพัฒนาในรูปแบบของ IoT (Internet of Things) สำหรับรายงานข้อมูลหรือเพื่อช่วยในการตัดสินใจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บทความนี้ขอนำเสนอระบบแสดงข้อมูลการวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส เพื่อนำไปใช้ในการวัดอุณหภูมิของร่างกาย โดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดและใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมและประมวลผล สามารถแสดงผลได้บนจอแอลซีดีและส่งข้อมูลของการวัดอุณหภูมิไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป จากผลการทดลองสามารถวัดอุณหภูมิของร่างกาย โดยมีค่าความผิดเฉลี่ยรวมไม่เกิน ±4 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลและไม่เกิน ±1.8 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ Non-Contact Infrared

คำสำคัญ: เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด, การเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง

Abstract

The Instrument for body temperature measurement has many types. An infrared thermometer is a fast way to measure body temperature, and most convenient. Can be develop in the form of the Internet of Things (IoT) for reporting information or to help decision over the Internet. This paper purpose a non-contact temperature display system. to be used to measure body temperature, using an infrared sensor and Use the microcontroller board to control, processing. can be displayed on the LCD and Send temperature measurement data to the computer server, for taking advantage to next. The results of the experiment can measure body temperature. The total average error does not exceed ±4°C, compared with the digital thermometer. and not exceed ±1.8°C Compared to Non-Contact Thermometer.

Keywords: Infrared Thermometers, Internet of Think

1. บทนำ

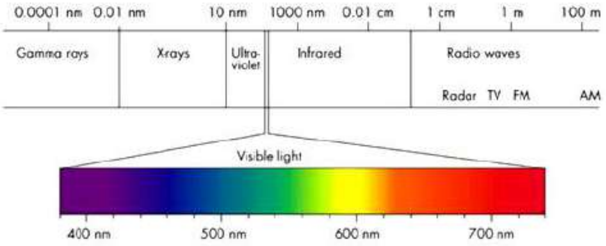
ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของร่างกายนั้นมีด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบปรอท เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลและเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด ซึ่งการวัดอุณหภูมิแบบปรอทจะมีความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าจากสเกล เพราะขณะที่อ่านค่าอุณหภูมิจะต้องใช้สายตาในการมองสารปรอทที่อยู่ระหว่างสเกล เมื่อใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบปรอทกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 2-6 ปี จะมีความลำบากในการวัด เพราะการวัดอุณหภูมิด้วยปรอทต้องใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ถึงจะสามารถอ่านค่าได้ โดยมีผู้ศึกษาความแม่นยำของเครื่องวัดอุณหภูมิทางหน้าผากด้วยอินฟราเรดในผู้ป่วยเด็ก [1] และความแม่นยำของเครื่องวัดอุณหภูมิทางหูและหน้าผาก [2] ในบางครั้งเด็กอาจจะไม่อยู่นิ่งทำให้เครื่องมือเสียหายหรืออุณหภูมิที่วัดจากร่างกายเกิดความคลาดเคลื่อน การวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลจะคล้ายกับการวัดอุณหภูมิแบบปรอทซึ่งจะสะดวกกว่าตรงที่มีค่าอุณหภูมิที่วัดได้แสดงผ่านจอ LCD เป็นตัวเลขและมีเสียงเตือนเมื่อถึงเวลาในการอ่านค่าอุณหภูมิ แต่จะมีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิเมื่อแบตเตอรี่ของเครื่องมือวัดต่ำ การวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด จะทำได้ง่ายกว่าและเร็วกว่า สามารถอ่านค่าอุณหภูมิมาเป็นตัวเลขโดยทันทีที่ทำการวัดอุณหภูมิ ซึ่งควรทำการวัดอุณหภูมิซัก 2-3 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการวัด จากที่กล่าวมาเครื่องวัดอุณหภูมิแต่ละรูปแบบจะไม่สามารถบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิร่างกายขณะที่ทำการวัด โดยมีผู้ที่ออกแบบเทอร์โมมิเตอร์ Non—contact Infrared แต่ก็ไม่สามารถบันทึกข้อมูลหรือเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ [4,6] และมีการนำ Tablet PC เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ด้วยสัญญาณ Bluetooth สำหรับส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ [5] ด้วยข้อมูลดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของร่างกายแบบอินฟราเรด ที่สามารถบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิร่างกายขณะที่วัด และสามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อจัดเก็บและแสดงผลได้

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมมิเตอร์ สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งที่ต้องการวัด แบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่วัดอุณหภูมิแบบสัมผัส ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ที่ต้องจุ่มหรือสัมผัสกับพื้นผิวชิ้นงานโดยตรง เช่น เทอร์โมมิเตอร์แท่งแก้ว (Liquid in Glass Thermometers) เทอร์โมคับเปิล (Thermocouples) เทอร์โมมิเตอร์ความต้านทาน (Resistance Thermometers) และเทอร์มิสเตอร์ (Thermistors) และอีกประเภท คือ การวัดอุณหภูมิแบบไม่ต้องสัมผัส ได้แก่ ไพโรมิเตอร์ (Pyrometers) และ เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด (Infrared Thermometers) [3] และในการออกแบบครั้งนี้จะขอกล่าวถึงเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการออกแบบดังนี้

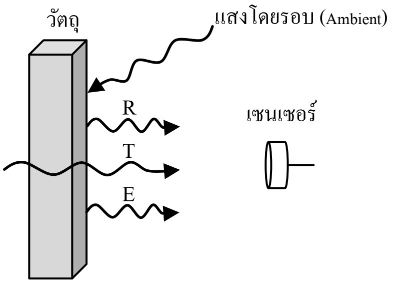
2.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด (Infrared Thermometers)

หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการแผ่รังสีของวัตถุดำตากฎการแผ่รังสีความร้อนของพลังค์ เช่นเดียวกับเทอร์โมมิเตอร์แบบแผ่รังสี จะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงอินฟราเรดเท่านั้น (0.7 μm ถึง 300 μm) ส่วนใหญ่เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ จะวัดปริมาณรังสีในช่วงกว้างของความยาวคลื่นช่วงหนึ่งๆ (Wide Bandwidth Radiation Thermometer) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความยาวคลื่นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่ารังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อนซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งมีการนำมาใช้ในการออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือการสื่อสารข้อมูล โดยรังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อนที่ตกกระทบบนพื้นผิววัตถุ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การถ่ายเทพลังงานของวัตถุในรูปแบบรังสีอินฟราเรด

จากรูปที่ 2 เมื่อแสงตกกระทบบนพื้นผิววัตถุ บางส่วนจะถูกดูดกลืน (Absorbed : A) บางส่วนจะสะท้อน (Reflected : R) และบางส่วนจะส่งผ่านหรือทะลุผ่านออกไป (Transmitted : T) โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ สามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์สรุปได้ว่า ตัวดูดกลืนรังสีในอุดมคติ (Ideal Absorber) คือ วัตถุที่มีค่าการดูดกลืนเป็น 1 และเมื่อกล่าวถึงการแผ่รังสีที่ออกจากวัตถุ จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี (Emissivity : E) แทนการดูดกลืน และเนื่องจากค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ตามกฎของ Kirchhoff's Law จะได้ E = A ดังสมการที่ 1

$$E+T+R = 1 \tag{1}$$

โดยที่ R = พลังงานส่วนสะท้อน (*Reflected*)
T = พลังงานที่แผ่ผ่านไม่ได้ = 0 (*Transmitted*)
E = พลังงานที่แผ่ออกมา (*Emissivity*)

3.วิธีการดำเนินงาน

3.1 ภาพรวมของระบบ

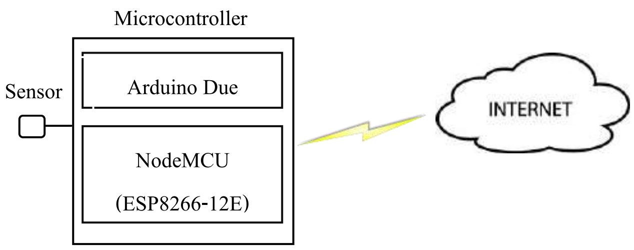
ในการพัฒนาระบบแสดงข้อมูลการวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสนั้นประกอบด้วยส่วนของการทำงาน 2 ส่วนดังนี้

3.1.1 ส่วนของเว็บแอปพลิเคชันผู้ใช้งานต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อน เมื่อเข้าสู่ระบบได้แล้วผู้ใช้งานจะสามารถดูประวัติย้อนหลังของข้อมูลการวัดอุณหภูมิร่างกายในแต่ละครั้ง

3.1.2 ส่วนชุดควบคุมและเซนเซอร์สำหรับการวัดอุณหภูมิ จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังนี้

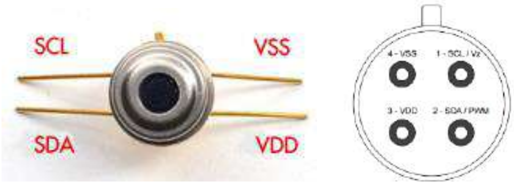
- หน้าจอ LCD จำนวน 1 ตัว
- เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด ใช้ชิป MLX90614ESF จำนวน 1 ตัว
- บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due
- โมดูลเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต NodeMCU รุ่น(ESP8266-12E)

โดยแสดงภาพรวมการทำงานของระบบดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

จากรูปที่ 3 การทำงานจะเริ่มจากเมื่อทำการวัดอุณหภูมิจากตัวเซนเซอร์เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด (MLX90614ESF) แสดงตัวอย่างเซนเซอร์ดังรูปที่ 4 จากนั้นค่าที่วัดได้จะแสดงผลทางจอ LCD โดยโมดูล NodeMCU จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย



(ก) (ข)

รูปที่ 4 เซนเซอร์เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด (MLX90614ESF)

จากรูปที่ 4 เซนเซอร์เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด รุ่น MLX90614ESF ที่ใช้ในการออกแบบในการศึกษาในครั้งนี้ โดย รูป (ก) แสดงตำแหน่งขาจากด้านบน และ (ข) แสดงตำแหน่งขาจากด้านล่าง โดยใช้แหล่งจ่ายไฟในช่วง 3V-5V เชื่อมต่อแบบ I2C ในการควบคุมสามารถทำการวัดอุณหภูมิที่เป้าหมายแบบไร้การสัมผัสที่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีการทดลอง

เพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานของระบบและอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกันประกอบด้วย การทดลองในส่วนของการวัด เปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด 2 ชนิด คือ เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล Microlife รุ่น MT1611 และ เทอร์โมมิเตอร์ Non-Contact Infrared รุ่น DM300 และการทดลองการแสดงผลของการวัดที่ส่งจากอุปกรณ์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยการทดลองอุปกรณ์ที่ออกแบบและวิธีการทดลอง แสดงดังรูปที่ 5 โดยการวัดอุณหภูมิที่บริเวณด้านหน้าศีรษะ โดยจะทำทั้งหมดวิธีละ 3 ครั้ง

(ก) วิธีการใช้อุปกรณ์ (ข) แสดงค่าที่วัดอุณหภูมิ

รูปที่ 5 วิธีการวัดอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ที่ออกแบบ

จากรูปที่ 5 เมื่อทำการวัดด้วยอุปกรณ์ที่ออกแบบโดยแสดงผลค่าที่วัดออกทางจอ LCD เพื่อให้ทราบข้อมูลที่วัดได้ในขณะนั้น

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองในการวัดจำนวน 3 ครั้งจากกลุ่มผู้ทดลอง โดยหาค่าเฉลี่ยจากการวัดเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล Microlife ผลจากการวัดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวัดอุณหภูมิเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ยผลการวัด (°C)	ค่าเฉลี่ยผลการวัดของอุปกรณ์ที่ออกแบบ (°C)	ค่าเฉลี่ยค่าผิดพลาด (°C)
1	36.3	36.1	0.2
2	36.5	36.2	0.3
3	35.6	35.8	0.2
4	36.3	36.6	0.3
5	35.3	35.7	0.4
6	36.4	36.2	0.2
7	36.7	36.9	0.2
8	35.1	35.1	0.0
9	35.6	35.4	0.2
10	36.2	35.8	0.4
	ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวม		2.4

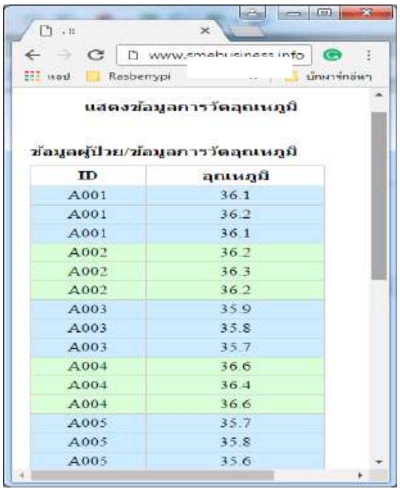
จากตารางที่ 1 ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 2.4° โดยในการวัดแต่ละครั้งมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 0.4° จากการทดลองในการวัดจำนวน 3 ครั้งจากกลุ่มผู้ทดลอง และผลจากการวัดเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ Non-Contact Infrared รุ่น DM300 ผลจากการวัดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวัดอุณหภูมิเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ Non-Contact Infrared

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ยผลการวัด (°C)	ค่าเฉลี่ยผลการวัดของอุปกรณ์ที่ออกแบบ (°C)	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย (°C)
1	36.3	36.1	0.2
2	36.4	36.2	0.2
3	35.7	35.8	0.1
4	36.4	36.6	0.2
5	35.5	35.7	0.2
6	36.4	36.2	0.2
7	36.7	36.9	0.2
8	35.1	35.1	0.0

9	35.6	35.4	0.2
10	36.1	35.8	0.3
ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวม			1.8

จากตารางที่ 2 ค่าผิดพลาดเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 1.8°C โดยในการวัดแต่ละครั้งมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 0.4°C เช่นเดียวกับผลการทดลองก่อนหน้า และผลของการวัดที่ส่งจากอุปกรณ์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แสดงผลลัพธ์ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการวัดอุณหภูมิแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน

จากการทดลองดังรูปที่ 6 สามารถแสดงผลค่าที่ส่งจากการวัดด้วยอุปกรณ์ไปยังเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องแต่ยังต้องใช้วิธีการรีเฟรชหน้าจอในกรณีที่มีการส่งข้อมูลใหม่ เมื่อต้องการแสดงข้อมูลล่าสุด

5. สรุป

จากผลการทดลองของอุปกรณ์ในการวัดและแสดงผลอุณหภูมิ ณ เวลาปัจจุบันอุปกรณ์สามารถแสดงผลอุณหภูมิออกทางจอภาพได้ อุปกรณ์สามารถจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิที่วัดค่าได้ลงฐานข้อมูลและสามารถนำอุปกรณ์ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตามความเหมาะสมและความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ แต่การแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันหากมีข้อมูลใหม่ต้องทำการกดหรือคลิกที่ปุ่มรีเฟรซหน้าจอหรือทำการโหลดหน้าเว็บแอปพลิเคชันใหม่อีกครั้ง

6. ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

การนำเลนส์ที่ใช้กับอินฟราเรด เพื่อนำมาต่อใช้งานร่วมกับตัวตรวจจับอินฟราเรด เพื่อให้สามารถปรับลำคลื่นของอินฟราเรดให้เล็กลงเพื่อเพิ่มอย่างแม่นยำสำหรับการวัดและระยะทางสำหรับการวัด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] รสสุคนธ์ เจริญสัตย์สิริ, คณิสร แก้วแดง และ เพ็ชรรัตน์ ดีนาน. “การศึกษาความแม่นยำของเครื่องวัดอุณหภูมิทางหน้าผากด้วยอินฟราเรดในผู้ป่วยเด็กที่มารับบริการที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลพระปกเกล้า จังหวัดจันทบุรี”, 2014, Vol 31, No 1, pp. 43-51.

[2] สุนันทา ตั้งปนิธานดี, พย.ม. วิมลรัตน์ ทองเชื้อ, พย.บ และ อรดี จริตควร,พย.บ.1.“การศึกษาความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องวัดอุณหภูมิทางหูและหน้าผาก ในผู้ป่วยนอกมีไข้และอาสาสมัครไม่มีไข้”.

[3] อ้อยใจ อ่องหร่าย, “เรื่องน่ารู้เมื่อต้องวัด...อุณหภูมิ”.ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิ”,2014, Vol.16 No.81, pp. 16-21 .

[4] B. Ning and Y. Wu, "Research on Non-Contact Infrared Temperature Measurement," in 2010 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, 2010, pp. 1-4.

[5] D. Santoso and F. D. Setiaji, "Non-contact portable infrared thermometer for rapid influenza screening," in 2015 International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro-Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT), 2015, pp. 18-23.

[6] C. Yi-Sheng, L. Hsin-Ju, and L. Yuan-Hsiang, "Using wireless measuring devices and Tablet PC to improve the efficiency of vital signs data collection in hospital," in 2014 IEEE International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (IEEE ISBB 2014), 2014, pp. 1-4.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน

Performance Analysis of non-persistent Carrier Sense Multiple Access

สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร[1] และ **อภิชฎา ทองรักษ์[2]**
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 E-mail: ssuchada@mut.ac.th
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 E-mail: aphichata.t@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ นั้นจัดเป็นโพรโทคอลการเข้าถึงแบบสุ่มที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางในระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต โดยเป็นโพรโทคอลที่พัฒนาเพื่อที่จะใช้ตรวจสอบช่องสื่อสารก่อนการส่งสัญญาณ โดยระบบของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์นั้นออกแบบมาเพื่อลดการชนกันของข้อมูลในขณะทำการรับส่งข้อมูล บทความนี้จะกล่าวถึงการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางคุณลักษณะของวิสัยสามารถของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานและชนิดไม่ยืนกรานแบบร่องที่เกี่ยวกับทราฟฟิกใช้งาน(หรือโหลดบริการ) ผลที่ได้จากการจำลองการทำงาน พบว่า ประสิทธิภาพของค่าวิสัยสามารถที่ได้จากโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ทั้งสองชนิดนั้นจะมีค่าวิสัยสามารถสูงสุด เมื่อค่าประวิงเวลามีค่าน้อยๆ

คำสำคัญ: โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ การเข้าถึงหลายทาง ระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต

Abstract

Carrier Sense Multiple Access (CSMA) is one of random access protocol which has been widely used in packet communication systems. The key feature of CSMA development is that each link with a pair of transmitter and receiver senses the medium and transmits a packet only if the medium is sensed idle. CSMA system has been designed as random access protocols in order to avoid the collision of packets by the absence of an acknowledgment packet for the receiving station. This paper presents the study about throughput of np-CSMA and slotted np-CSMA systems for the offered traffic. Simulation results show that the maximum throughput of np-CSMA and slotted np-CSMA systems achieve well performance related to lower propagation delay.

Keywords: Carrier Sense Multiple Access (CSMA), Multiple Access Protocol, Packet communication systems

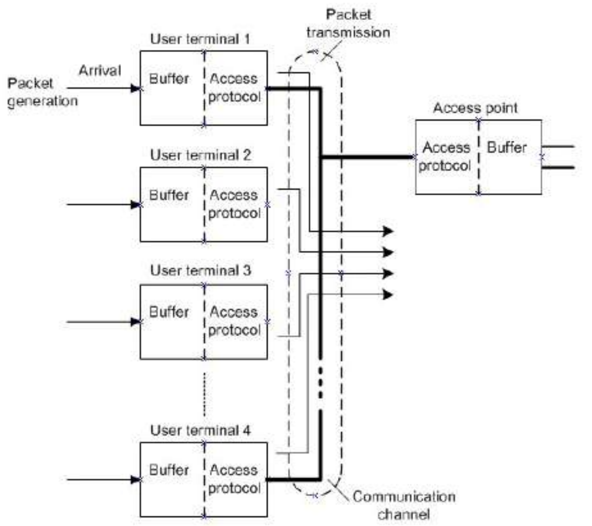
1. บทนำ

โพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายแบบเข้าถึงหลายทาง (Multiple access network) ได้มีการออกแบบเพื่อใช้งานช่องสัญญาณร่วมกัน โดยโพรโทคอลที่นำมาใช้ในระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต (Packet communication systems) ได้แก่ โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางแบบช่วงชิงกัน (Contention multiple access protocol) [1]-[3] ในบทความนี้จะกล่าวถึงโพรโทคอลการเข้าถึงแบบสุ่ม (Random access protocols) ได้แก่โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน(non-persistent Carrier Sense Multiple Access protocol: np-CSMA protocol) [4],[5] และโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง(Slotted non-persistent Carrier Sense Multiple Access protocol: slotted np-CSMA protocol) โดยจะศึกษาเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิสัยสามารถของแต่ละชนิดโพรโทคอลเทียบกับทราฟฟิกใช้งาน โดยในหัวข้อที่ 2 จะอธิบายเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องในการจำลองการทำงาน ต่อมาหัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงรายละเอียดคร่าวๆของโพรโทคอลการเข้าถึงแบบสุ่มแต่ละชนิด ส่วนหัวข้อที่ 4 จะแสดงผลที่ได้จากการจำลองการทำงาน และสรุปผลในหัวข้อที่ 5

2.เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องในการจำลองการทำงาน (Universal condition in the computer simulation) [1]

2.1การกำหนดค่าของระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต (Configuration of the packet communication systems)

สำหรับการกำหนดค่าสำหรับจำลองการทำงานของระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกตนั้น เทอร์มินอลแต่ละผู้ใช้งานเข้าถึงจุดเข้าถึง (access point) โดยใช้โพรโทคอลการเข้าถึง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การกำหนดค่าของระบบสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเกต [1]

ความน่าจะเป็นของการที่แต่ละเทอร์มินอลจะสร้างข้อมูลแบบแพ็กเกตจำนวนใดๆ ณ เวลานั้นๆ แสดงในสมการที่ 1 ดังนี้

$$\boldsymbol{P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^n}{n!}} \qquad (1)$$

และมีค่าคาดหวัง **(Expectation value)** เป็น $\boldsymbol{\frac{1}{\lambda}}$ โดยที่มีความน่าจะเป็นที่ไม่มีการสร้างข้อมูลแพ็กเกตใดๆ ณ เวลาเป็นศูนย์ ดังนี้

$$\boldsymbol{P_0(t) = e^{-\lambda t}} \qquad (2)$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ข้อมูลแพ็กเกตแรกจะสร้างขึ้นมาหลังจากเวลา

$$\boldsymbol{p(t) = 1 - e^{-\lambda t}} \qquad (3)$$

โดยที่ $\boldsymbol{\lambda = \frac{1}{T_{int}}}$ และ $\boldsymbol{T_{int} = -\frac{T_{time}}{\log\left(1-\frac{G}{M_{num}}\right)}}$ เมื่อ $\boldsymbol{G}$ เป็น ทราฟฟิกทั้งหมด $\boldsymbol{M_{num}}$ เป็นจำนวนเทอร์มินอลที่เข้าถึง $\boldsymbol{T_{time}}$ เป็น ช่วงเวลาส่งข้อมูล และ $\boldsymbol{T_{int}}$ เป็นค่าคาดหวังของช่วงเวลาที่เกิดข้อมูลแพ็กเกต

2.2ทราฟฟิกใช้งาน (Offered traffic: G)

ทราฟฟิกใช้งาน จะกล่าวถึงจำนวนแพ็กเกตทั้งหมด รวมถึงแพ็กเกตที่มีการสร้างขึ้นมาใหม่เมื่อมีการส่งแพ็กเกตซ้ำ (retransmission packets) ที่จุดเข้าถึงในช่วงเวลานั้นๆ โดย G เป็นทราฟฟิกใช้งานด้วยอัตราส่งข้อมูลหนึ่งๆ (transmission data rate) ดังนี้

$$G = \frac{T_t}{R} \qquad (4)$$

เมื่อ R เป็น อัตราการส่งข้อมูล หน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bps) และ T_t เป็นบิตที่มีการร้องขอในการส่ง หน่วยเป็น บิต (bit)

2.3วิสัยสามารถ (Throughput: S)

วิสัยสามารถ จะกล่าวถึง จำนวนแพ็กเกตทั้งหมดของแพ็กเกตที่ทำการส่งไปยังจุดเข้าถึงได้สำเร็จในช่วงเวลานั้นๆ โดย S เป็นวิสัยสามารถด้วยอัตราการส่งข้อมูลหนึ่งๆ คำนวณได้จาก

$$S = \frac{T \times n}{R} \qquad (5)$$

เมื่อR เป็นจำนวนของข่าวสาร (information) ในแพ็กเก็ตมีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bps) และ T เป็นจำนวนบิต และ n เป็นจำนวนแพ็กเกตที่ส่งได้สำเร็จสังเกตได้ว่า ถ้าแพ็กเกตข้อมูลทั้งหมดสามารถส่งไปได้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ ค่า S จะมีค่าเป็น 1 และถ้าแพ็กเกตข้อมูลทั้งหมดที่ส่งไปเกิดจากเสียหายจากการชนกันของข้อมูล (collision) ค่า S จะมีค่าต่ำสุดเป็น 0

3. โพรโทคอลการเข้าถึงแบบสุ่ม (Random Access Protocol)

3.1 โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน (Non-persistent Carrier Sense Multiple Access protocol : np-CSMA protocol)

โพรโทคอล np-CSMA [1] จะมีการทำงานแสดงรูปที่ 2ดังนี้ เทอร์มินอลต้องการส่งแพ็กเกตจะเริ่มตรวจสอบตัวกลาง ถ้าตัวกลางว่าง (idle) เทอร์มินอลจึงส่งแพ็กเกตไป ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่เทอร์มินอลมากกว่า 2 เทอร์มินอลพยายามส่งแพ็กเกตในเวลาเดียวกัน จะเป็นผลให้เกิดการชนกันของข้อมูล (collision) ดังนั้นโพรโทคอลฯจะมีการตรวจสอบโดย ถ้าตัวกลางว่างอยู่ จึงทำการส่งแพ็กเกต แต่ถ้าตัวกลางไม่ว่าง จะรอเพื่อประวิงเวลาในการส่งแพ็กเกตใหม่ และเริ่มทำซ้ำอีกครั้ง

ช่วงเวลาการทำงานของโพรโทคอล np-CSMA ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีระยะเวลา B และ I แสดงถึงเวลาที่คาดว่าจะเกิดสัญญาณ “busy” และ “idle” ตามลำดับ และช่วงเวลา U เป็นเวลาที่ข้อมูลแพ็กเกตไม่มีการชนกัน ดังนั้นวิสัยสามารถ (S) คำนวณ ได้จาก

$$S = \frac{U}{B+I}, U = Ge^{-aG}, I = \frac{1}{G}, \; B = 1 + a + \bar{Y} \qquad (6)$$

กำหนดให้ $\bar{Y}$ เป็นค่าคาดหวังของการส่งแพ็กเกตแรกไปแพ็กเกตสุดท้าย

ดังนั้นฟังก์ชันการกระจายตัวของ Y หาได้จาก

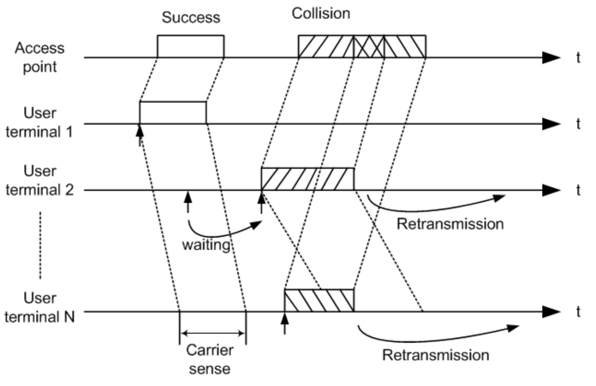
$$F_Y(y) = \Pr\{Y \le y\} = e^{-(a-y)G}, \; y \le a \qquad (7)$$

$$\bar{Y} = a - \frac{1}{G}(1 - e^{-aG}) \qquad (8)$$

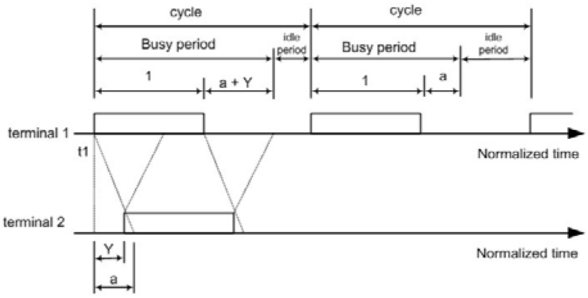
ดังนั้น วิสัยสามารถ (S) ของโพรโทคอล np-CSMA สำหรับทราฟฟิกใช้งาน (G) สามารถคำนวณได้จาก

$$\boldsymbol{S = \frac{G\, e^{-aG}}{G(1+2a)+e^{-aG}}} \qquad (9)$$

เมื่อ a เป็นเวลาที่ใช้ในการประวิงเวลา (propagation delay)



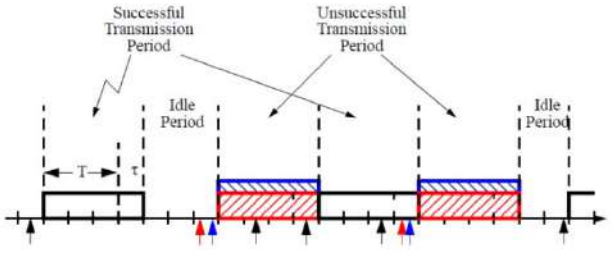
รูปที่ 2 โพรโทคอล np-CSMA



รูปที่ 3 ช่วงเวลาในการทำงานของโพรโทคอล np-CSMA

3.2 โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง (Slotted non-persistent Carrier Sense Multiple Access protocol : Slotted np-CSMA protocol)

โพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง [6] จะมีการทำงานแสดงในรูปที่ 4 เป็นโพรโทคอลที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเดิมของโพรโทคอลอโลฮาให้ดีขึ้น โดยมีการแบ่งเวลาในช่องสัญญาณให้เป็นร่องหรือช่องสม่ำเสมอ (uniform slots) ที่มีขนาดเท่ากับระยะเวลาในการส่งแพ็กเกต



รูปที่ 4 ช่วงเวลาในการทำงานของโพรโทคอล slotted np-CSMA

วิสัยสามารถ (S) ของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง สำหรับ ทราฟฟิกใช้งาน (G) สามารถคำนวณได้จาก

$$\boldsymbol{S = \frac{aG\cdot e^{-aG}}{1+a-e^{-aG}}} \qquad (10)$$

เมื่อ a เป็นเวลาที่ใช้ในการประวิงเวลา (propagation delay)

4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเข้าสู่อนันต์ (Asymptotic case)

จากสมการที่ (9) และ (10) ที่ใช้ในการคำนวณหาวิสัยสามารถของโพรโทคอลทั้งสองชนิด พบว่า เวลาที่ใช้ในการประวิงเวลา (a) มีผลต่อการคำนวณหาค่าวิสัยสามารถ (S) และจากบทความ [7] พบว่า ค่า a น้อย จะให้ค่าวิสัยสามารถสูง

สมมติว่า ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเข้าสู่อนันต์ แล้วจะคำนวณหาค่าวิสัยสามารถสูงสุด (S_{max}) เมื่อ ค่าประวิงเวลา (a) นั้นมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

Asymtotic case: $\lim_{a\to 0} S_{max}$ (11)

4.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน (np-CSMA protocol)

วิสัยสามารถสูงสุด ($S_{max,np}$) เมื่อ **a มีค่าเข้าใกล้ศูนย์** จะได้

$$\lim_{a\to 0} S_{max,np} = \lim_{a\to 0} \frac{G\,e^{-aG}}{G(1+2a)+e^{-aG}}$$

$$\therefore S_{max,np} = \frac{G}{G+1} \qquad (12)$$

4.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง (slotted np-CSMA protocol)

วิสัยสามารถสูงสุด ($S_{max,slot}$) เมื่อ **a มีค่าเข้าใกล้ศูนย์** จะได้

$$\lim_{a\to 0} S_{max,slot} = \lim_{a\to 0} \frac{aG\cdot e^{-aG}}{1+a-e^{-aG}}$$

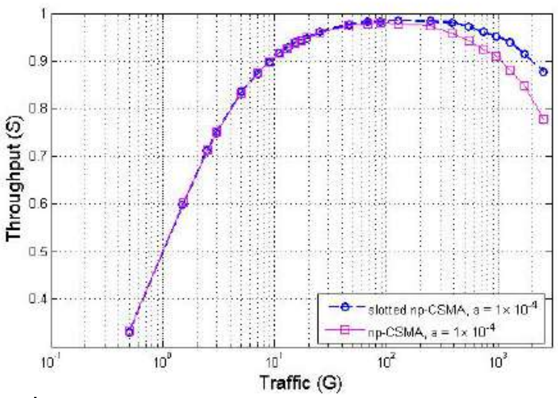
$$= \lim_{a\to 0} \frac{\partial(aG\cdot e^{-aG})}{\partial a} \Big/ \frac{\partial(1+a-e^{-aG})}{\partial a}$$

$$= \lim_{a\to 0} \frac{Ge^{-aG}(1-aG)}{1+Ge^{-aG}}$$

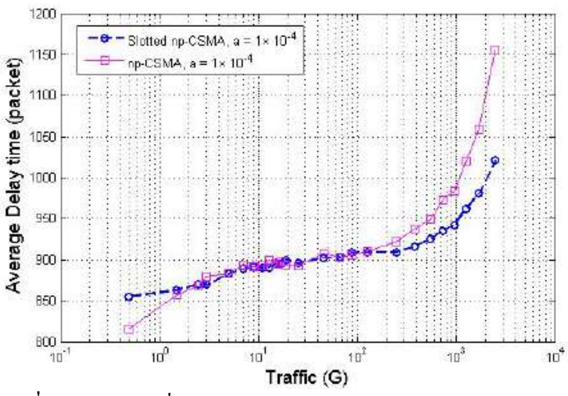
$$\therefore S_{max,slot} \approx \frac{G}{1+G} \qquad (13)$$

5. ผลการจำลองการทำงาน

เงื่อนไขการจำลองการทำงานเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโพรโทคอล np-CSMA เทียบกับโพรโทคอล slotted np-CSMAดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่5 วิสัยสามารถของโพรโทคอล np-CSMA และ Slotted np-CSMA



รูปที่6 ระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งแพ็กเกตของโพรโทคอล np-CSMA และ Slotted np-CSMA

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการจำลองการทำงาน

รัศมีการให้บริการ (Service area radius)	100m
ความสูงของจุดเข้าถึง	5m
จำนวนเทอร์มินอล	100
อัตราสัญลักษณ์ (Symbol rate)	256 k symbol/second
ความยาวของแพ็กเกต	128 symbol
อัตราบิต (Bit rate)	512kB/second

รูปที่ 5 เปรียบเทียบวิสัยสามารถที่ได้จากโพรโทคอลทั้ง 2 ชนิด เมื่อกำหนด a เป็นเวลาประวิงการแพร่กระจายนอร์มาไลซ์ (Normalized propagation delay) มีค่าเป็น 0.0001 พบว่าโดยค่าวิสัยสามารถที่มากที่สุด (Maximum throughput) ของโพรโทคอลทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน และโพรโทคอล Slotted np-CSMA แสดงให้เห็นชัดเจนว่าสามารถปรับปรุงสมรรถนะเป็นอย่างมากเมื่อทราฟฟิกใช้งานมีค่ามากขึ้น และ จากการจำลองการทำงานดังแสดงในรูปที่ 6 ระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งแพ็กเกตของโพรโทคอล Slotted np-CSMA พบว่า ใช้เวลาเฉลี่ยในการส่งแพ็กเกตน้อยกว่าโพรโทคอล np-CSMA

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์ชนิดไม่ยืนกราน (np-CSMA) และชนิดไม่ยืนกรานแบบร่อง (slotted np-CSMA) พบว่า ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเข้าสู่อนันต์และค่าประวิงเวลามีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แล้ว ค่าวิสัยสามารถสูงสุดของโพรโทคอลทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน

5. สรุป

บทความนี้กล่าวถึงระบบของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห์นั้นออกแบบมาเพื่อลดการชนกันของข้อมูลในขณะทำการรับส่งข้อมูล โดยโพรโทคอลจะวิสัยสามารถที่ได้จากโพรโทคอล Slotted np-CSMA กับโพรโทคอล np-CSMA จะขึ้นอยู่กับค่าเวลาประวิงเวลา และเมื่อขนาดตัวอย่างเข้าสู่อนันต์ จะให้ค่าวิสัยสามารถสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Harada and R. Prasad, *Simulation and Software Radio for Mobile Communications*, Artech House, 2002.

[2] วาทิต เบญจพลกุล, *การสื่อสารข้อมูลและโครงข่าย (Data Communication and Network)*, สนพ.จุฬาลงกรณ์, 2555.

[3] M. Hofmann, *Content Networking: Architecture, Protocols and practice",* AbeBooks, 2005.

[4] H. Li and N. Vaidya, "Optimal CSMA-based wireless communications with worse case delay and non-uniform sizes", *IEEE INFOCOM,* 2014, pp. 2526-2534.

[5] H. Saadi, et al, "Simulation and Application of ISMA as Anti-collision Algorithm in RFID System to improve its Performance by Capture effect ", *Int. J. of Microwaves App.*, 2013, pp-64-68.

[6] J. Galtier, "Analysis of the slotted non-persistent CSMA protocol with Poissonian packet size using a semi-Markov graph representation", IEEE ICTON, 2006, pp. 258-262.

[7] สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร และ อภิชฎา ทองรักษ์, "การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อการยับยั้งในระบบสื่อสารแบบแพ็กเกต", ECTI-CARD, หัวหิน, 2559.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การวิเคราะห์และทดสอบวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์

Analysis and Experiment of an RCD clamp Forward converter

วิโรจน์ วุฒิ[1] อมต หลวงพล[1] อริสพา เตหลิ่ม[2] กวีวัชร์ ทัติวงษ์[1]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 E-mail: kwvirot@kmitl.ac.th

[2]กองทะเบียนและประมวลผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131 E-mail: alisala@buu.ac.th

บทคัดย่อ

วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์นิยมใช้ทำเป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าดีซีที่มีพิกัดกำลังเอาท์พุทในย่านประมาณ 50W ถึง 300W วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิมต้องการหม้อแปลงที่มีขดลวดช่วยในการรีเซทฟลั๊กแม่เหล็ก ซึ่งเพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบและทำให้ต้นทุนการผลิตหม้อแปลงสูงขึ้น ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยการใช้วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ (RCD clamp forward converter) บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์และทดสอบวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ ผลการทดสอบพบว่าวงจรต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ตลอดย่านการทำงาน และมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด 87%

คำสำคัญ: ดีซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์

Abstract

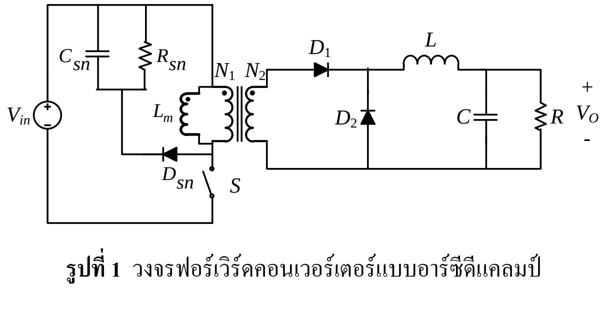
A forward converter is commonly adopted in Switched Mode Power Supplies (SMPS), with output power ranging from 50W to 300W. The conventional forward converter requires a transformer having an extra winding to assist in magnetic core reset, thus complicating the design and increasing the production cost. These shortcomings can be overcome by using an RCD clamp forward converter. This article presents an analysis and experiment of the RCD clamp forward converter. Experimental results demonstrates that the prototype converter developed in our laboratory is capable of providing a constant output voltage throughout its operating condition and has the maximum efficiency of 87%

1. บทนำ

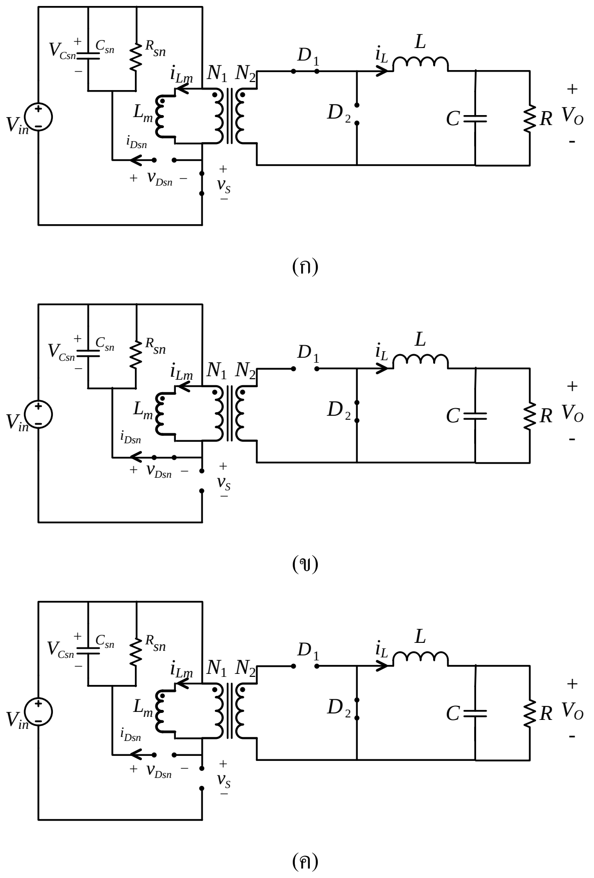
วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward converter) นิยมใช้เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าดีซีที่มีพิกัดกำลังเอาท์พุทอยู่ในย่านประมาณ 50W ถึง 300W วงจรทำงานโดยหลักการสวิทช์ที่ความถี่สูงและมีหม้อแปลงความถี่สูงทำหน้าที่แยกกราวด์ระหว่างด้านอินพุทและเอาท์พุท และช่วยกำหนดอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแรงดันให้เป็นไปตามที่ต้องการ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิม (Conventional forward converter) [1] ใช้หม้อแปลงแบบที่มี 3 ขดลวด ได้แก่ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary winding) เป็นด้านอินพุท ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary winding) เป็นด้านเอาท์พุท และขดลวดตติยภูมิ (Tertiary winding) ทำหน้าที่รีเซท (Reset) ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กเพื่อป้องกันการอิ่มตัวของหม้อแปลง การที่ต้องใช้หม้อแปลงแบบสามขดลวดนี้ถือเป็นจุดด้อยของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ประเภทนี้ เนื่องจากเพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบและทำให้ต้นทุนการผลิตหม้อแปลงสูงขึ้น ข้อเสียอีกข้อหนึ่งคือในช่วงเวลาที่สวิทช์หยุดนำกระแสจะเกิดแรงดันเท่ากับแรงดันอินพุทรวมกับแรงดันคร่อมขดลวดปฐมภูมิที่เกิดจากการทำงานของขดลวดตติยภูมิตกคร่อมสวิทช์กำลังซึ่งอาจมีค่าสูงเป็นสองเท่าของแรงดันอินพุท ดังนั้นสวิทช์กำลังที่เลือกใช้จึงต้องมีพิกัดการทนแรงดันที่สูงและมีราคาแพง เพื่อที่จะลดการใช้ขดลวด Tertiary และแรงดันคร่อมสวิทช์ที่มีค่าสูงนี้ จึงได้มีการพัฒนาวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ที่ใช้เทคนิคการรีเซทฟลั๊กแม่เหล็กแบบต่างๆ [2] วงจรหนึ่งที่น่าสนใจ คือ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ (RCD clamp forward converter) แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งหม้อแปลงไม่มีขดลวด Tertiary การรีเซทฟลั๊กแม่เหล็กจะอาศัยการทำงานของวงจรแคลมป์ที่ประกอบด้วยไดโอด D_{sn} ตัวเก็บประจุ C_{sn} และ ตัวต้านทาน R_{sn} นอกจากนี้แรงดันคร่อมสวิทช์ในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ ยังมีค่าน้อยกว่าในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิมอีกด้วย

2. หลักการทำงาน

ที่สภาวะคงตัว (Steady-state condition) ในหนึ่งคาบเวลาการสวิทช์ วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ที่ทำงานในโหมดกระแสต่อเนื่อง (CCM) จะมีการทำงาน 3 สภาวะคือ



รูปที่ 1 วงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์



รูปที่ 2 การทำงานของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์

(1) เมื่อสวิทช์ S นำกระแส (รูปที่ 2 (ก)) ขดลวด Primary จะได้รับแรงดันอินพุท V_{in} ส่งผลให้ฟลั๊กแม่เหล็กเพิ่มขึ้นในแกนเหล็กของหม้อแปลง (i_{Lm} มีค่าเพิ่มขึ้น) แรงดันเหนี่ยวนำทางด้าน Secondary (v_2) ทำให้ไดโอด D_1 อยู่ในสภาวะฟอร์เวิร์ดไบอัสเกิดกระแสด้าน Secondary ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ L ไปยังตัวเก็บประจุเอาท์พุท C และความต้านทานโหลด R พิจารณาที่ตัวเหนี่ยวนำ L_m และ L จะได้

$$\left(\Delta i_{Lm}\right)_{\text{ON}} = \frac{V_{in}DT}{L_m} \quad (1)$$

$$\left(\Delta i_{L}\right)_{\text{ON}} = \left(\frac{N_2}{N_1}V_{in} - V_o\right)\frac{DT}{L} \quad (2)$$

เมื่อ $(\Delta i_{Lm})_{\text{ON}}$ และ $(\Delta i_L)_{\text{ON}}$ คือ กระแส i_{Lm} และ i_L ที่เพิ่มขึ้น D คือค่าดิวตี้ไซเคิลของสวิทช์ S และ T คือ คาบเวลาการสวิทช์

สมการแรงดันและกระแสต่างๆ ในวงจรสามารถเขียนได้ดังนี้

$$i_{in} = i_S = \frac{N_2}{N_1} i_L + i_{Lm} \quad (3)$$

$$i_{D_{sn}} = 0 \quad (4)$$

$$v_S = 0 \quad (5)$$

$$v_{D_{sn}} = V_{C_{sn}} + V_{in} \quad (6)$$

(2) เมื่อสวิทช์ S หยุดนำกระแส (รูปที่ 2 (ข)) ไดโอด D_{sn} นำกระแส ขดลวด Primary จะได้รับแรงดัน V_{Csn} ที่มีขั้วตรงข้ามกันจากเดิม ส่งผลให้ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กของหม้อแปลงลดลง (i_{Lm} มีค่าลดลง) นั่นคือ ฟลั๊กแม่เหล็กในแกนเหล็กถูกรีเซทโดยการทำงานวงจรแคลมป์ แรงดันเหนี่ยวนำของขดลวด Secondary (v_2) จะมีขั้วตรงข้ามจากเดิม ทำให้ไดโอด D_1 อยู่ในสภาวะรีเวิร์สไบอัสและหยุดนำกระแส ในขณะที่กระแสตัวเหนี่ยวนำ L ยังคงไหลได้อย่างต่อเนื่องโดยผ่านไดโอด D_2 พิจารณาที่ตัวเหนี่ยวนำ L_m และ L จะได้

$$\left(\Delta i_{Lm}\right)_{\text{OFF}} = -V_{C_{sn}}\frac{\Delta t}{L_m} \quad (7)$$

$$\left(\Delta i_{L}\right)_{\text{OFF}} = -\frac{V_o \Delta t}{L} \quad (8)$$

เมื่อ $(\Delta i_{Lm})_{\text{OFF}}$ และ $(\Delta i_L)_{\text{OFF}}$ คือ กระแส i_{Lm} และ i_L ที่ลดลง Δt คือ ช่วงเวลาการรีเซทแกนเหล็ก

สมการแรงดันและกระแสต่างๆ ในวงจรสามารถเขียนได้ดังนี้

$$i_{in} = 0 \quad (9)$$

$$i_{D_{sn}} = i_{Lm} \quad (10)$$

$$v_S = V_{in} + V_{C_{sn}} \quad (11)$$

$$v_{D_{sn}} = 0 \quad (12)$$

(3) เมื่อสวิทช์ S และไดโอด D_{sn} หยุดนำกระแส (รูปที่ 2 (ค)) ในช่วงเวลานี้แกนเหล็กได้รีเซทอย่างสมบูรณ์ ($i_{Lm} = 0$) ทำให้แรงดันเหนี่ยวนำที่ขดลวด Primary และ Secondary มีค่าเป็นศูนย์ ทางด้าน Secondary กระแสตัวเหนี่ยวนำ L ยังคงไหลลดลงอย่างต่อเนื่องผ่านไดโอด D_2 นั่นคือ

$$\left(\Delta i_{L}\right)_{\text{OFF1}} = -\frac{V_o \Delta t_1}{L} \quad (13)$$

เมื่อ $(\Delta i_L)_{\text{OFF1}}$ คือ กระแส i_L ที่ลดลงในช่วงเวลา $\Delta t_1 = (1\text{-}D)T\text{-}\Delta t$

สมการแรงดันและกระแสต่างๆ ในวงจรเขียนได้ ดังนี้

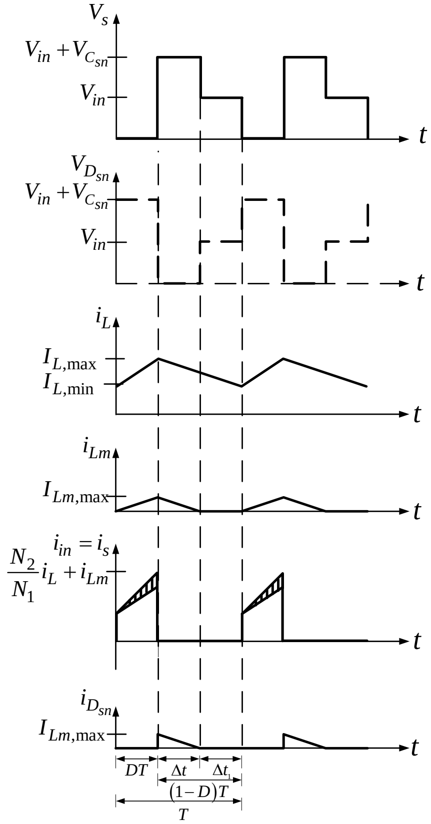
$$i_{in} = 0 \quad (14)$$

$$i_{D_{sn}} = 0 \quad (15)$$

$$v_S = V_{in} \quad (16)$$

$$v_{D_{sn}} = V_{C_{sn}} \quad (17)$$

จากการทำงานข้างต้น สามารถเขียนรูปคลื่นแรงดันและกระแสของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปคลื่นแรงดันและกระแสในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์

ที่สภาวะคงตัวในหนึ่งคาบเวลาการสวิทช์ การเปลี่ยนแปลงของกระแสตัวเหนี่ยวนำ L มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ

$$\left(\Delta i_L\right)_{\text{ON}} + \left(\Delta i_L\right)_{\text{OFF}} + \left(\Delta i_L\right)_{\text{OFF1}} = 0 \tag{18}$$

แทนค่าสมการที่ (2) (8) และ (13) ลงใน (18) จะได้

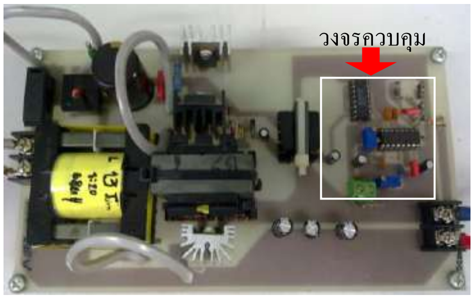
$$V_o = D\left(\frac{N_2}{N_1}\right)V_{in} \tag{19}$$

จะเห็นว่าแรงดันเอาท์พุทขึ้นอยู่กับค่าดิวตี้ไซเคิลของสวิทช์และอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลง สมการแรงดันเอาท์พุทนี้เหมือนกับวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิมทุกประการ

3. วงจรต้นแบบ

วงจรต้นแบบฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์แสดงในรูปที่ 4 วงจรถูกออกแบบให้มี Specification ดังต่อไปนี้คือ แรงดันดีซีอินพุท V_{in} = 280V-340V (ได้จากการเร็คติไฟร์แรงดันเอซี 220V±10%) แรงดันเอาท์พุท V_O = 5V ความถี่สวิทช์ f = 100kHz (คาบเวลาการสวิทช์ $T = 10\mu s$) กระแสเอาท์พุท I_O = 1A-10A ริปเปิลแรงดันเอาท์พุท $\Delta v_o < 0.05$V และ ริปเปิลกระแสตัวเหนี่ยวนำ $\Delta i_L < 1$A

อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรต้นแบบประกอบด้วย ตัวเหนี่ยวนำ (L = 70µH) ตัวเก็บประจุ (C = 300µF 50V) หม้อแปลงแกนเฟอร์ไรท์ EE42 (N_1 = 65 รอบ N_2 = 4 รอบ) มอสเฟตสวิทช์ (W21NM60N 600V 17A) ไดโอด D_1 และ D_2 (STPS30L60 60V 30A) ไดโอดสนับเบอร์ D_{sn} (MUR460 600V 4A) ตัวต้านทานสนับเบอร์ (R_{sn} = 20kΩ 2W) และตัวเก็บประจุสนับเบอร์ (C_{sn} = 4.7nF 400V) แรงดันเอาท์พุทถูกรักษาให้มีค่าคงที่ 5V โดยใช้ไอซี UC3825 เป็นวงจรควบคุม [3]



รูปที่ 4 รูปถ่ายวงจรต้นแบบฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์

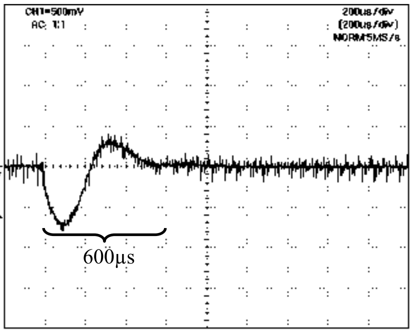
4. ผลการทดสอบวงจร

ผลการวัดค่าแรงดันเอาท์พุทของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ ที่แรงดันอินพุทและกระแสโหลดค่าต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่าวงจรสามารถรักษาแรงดันเอาท์พุทที่ประมาณ 5V ได้ตลอดย่านแรงดันอินพุทและกระแสโหลด

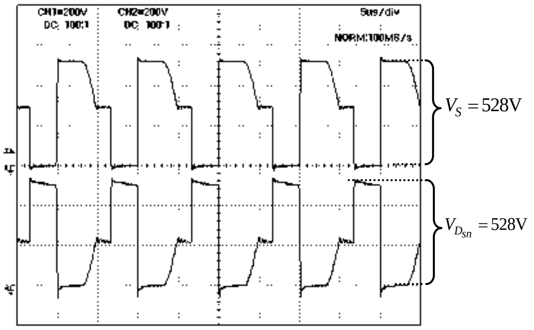
ตารางที่ 1 ผลการวัดแรงดันเอาท์พุท

V_{in} \ I_o	2A	4A	6A	8A	10A
280	5.003	4.999	4.992	4.985	4.980
311	5.003	4.999	4.991	4.986	4.978
340	5.003	4.999	4.991	4.985	4.980

ผลการวัดการตอบสนองของแรงดันเอาท์พุทเมื่อกระแสโหลดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันแสดงในรูปที่ 5 จะเห็นว่า แรงดันเอาท์พุทตกชั่วขณะมีค่าประมาณ 0.75V และมีเวลาคืนตัว (Settling time) ประมาณ 600µs

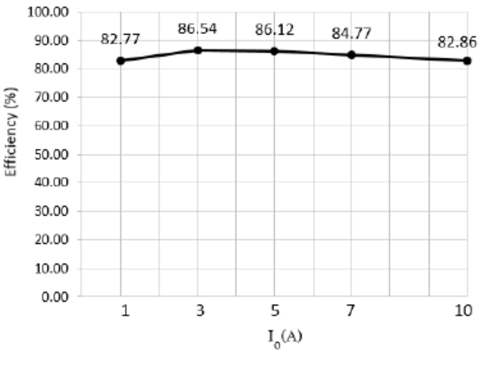


รูปที่ 5 ผลตอบสนองแรงดันเอาท์พุท ที่ V_{in} = 310V และกระแสโหลดเพิ่มขึ้นเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันจาก 1A ไปเป็น 5A (x:200μs/div, y:0.5V/div)



รูปที่ 6 รูปคลื่นแรงดันคร่อมสวิทช์ S และไดโอด D_{sn} ที่ V_{in} = 310V และ I_o = 10A (x:5μs/div,y:200V/div)

ผลการวัดแรงดันคร่อมสวิทช์ S และ ไดโอด D_{sn} แสดงในรูปที่ 6 จะเห็นว่าแรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดสูงสุดมีค่าประมาณ 528V ซึ่งค่าดังกล่าวเกิดจากผลรวมของแรงดันอินพุทและแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุ C_{sn} ดังแสดงในสมการที่ (6) และ (11)



รูปที่ 7 กราฟประสิทธิภาพของวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์

การวัดประสิทธิภาพของวงจรแสดงในรูปที่ 7 จะเห็นว่าประสิทธิภาพสูงสุงค่าประมาณ 87% ที่กระแสโหลด 3A หลังจากนั้นกระแสโหลดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพมีค่าลดลงเนื่องจากมีการสูญเสียที่เพิ่มสูงขึ้นที่ตัวต้านทาน R_{sn}

สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์และทดสอบวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบอาร์ซีดีแคลมป์ ผลการวิเคราะห์การทำงานทำให้ได้สมการแรงดันเอาท์พุทและรูปคลื่นการทำงานของวงจรซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบวงจรได้ ผลการทดสอบวงจรต้นแบบที่สร้างขึ้นพบว่าวงจรสามารถรักษาแรงดันเอาท์พุทคงที่ได้ตลอดย่านแรงดันอินพุทและกระแสโหลดมีผลตอบสนองที่รวดเร็วเมื่อกระแสโหลดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน และมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 87% นอกจากนี้ผลการวัดแรงดันคร่อมสวิทช์และไดโอดในวงจร พบว่า มีค่าสูงสุดประมาณ 528V ซึ่งมีค่าน้อยกว่าในวงจรฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์แบบดั้งเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับสองเท่าของแรงดันอินพุท หรือประมาณ 620V

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] กันติชา กิตติพีรชล, “การออกแบบวงจรควบคุมของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบสวิทช์”, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ.2547.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ชุดเฝ้าระวังและประเมินความเสี่ยงการเกิดแผลกดทับด้วยตัวตรวจจับแรงกด FSR

Set Surveillance and Risk Assessment for Pressure Ulcers with Pressure Sensor FSR

ณัฐพนธ์ อู๋สูงเนิน[1] สุรเชษฐ์ เกษชรา[2] สุริยา จันทร์ไทย[3] อุษา คงเมือง[4] และ สมสิน วางขุนทด[5]
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3123 E-mail: usa_kong@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสังคมไทยมีผู้ป่วยนอนติดเตียงเพิ่มมากขึ้น เช่น ผู้ป่วยที่เป็นอัมพฤกษ์อัมพาต ทำให้ผู้ป่วยเหล่านี้ต้องนอนโดยไม่พลิกตัวเป็นเวลานาน ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ การนอนโดยไม่ได้พลิกตัวเป็นเวลานานของผู้ป่วยทำให้เกิดการกดทับบริเวณผิวหนัง แนวทางการป้องกันที่สามารถทำได้คือ การพลิกตะแคงตัวโดยผู้ดูแล การใช้อุปกรณ์เสริม และการลดการเกิดแผลกดทับผู้ดูแลจะต้องพลิกตัวผู้ป่วยอย่างน้อยทุก 2 ชั่วโมง หรือในบางครั้งผู้ดูแลอาจปล่อยให้ผู้ป่วยนอนท่าเดิมนานเกินไป คณะผู้จัดทำได้มีแนวคิดในการนำตัวตรวจจับแรงกดมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างต้นแบบชุดเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับด้วยตัวตรวจจับแรงกด FSR (Force Sensitive Resistor) ในการเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับ ชุดเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับมีการวางตำแหน่งไว้ที่สะโพก โดยใช้ตัวตรวจจับแรงกด FSR 13 ตัว วางไว้ที่เตียงนอนของผู้ป่วยเพื่อรองรับน้ำหนักและประเมินท่าการนอนหงาย นอนตะแคงซ้าย นอนตะแคงขวา ควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino MAGA 2560 แสดงผล แจ้งเตือนผ่าน จอ TFT LCD 2.3 นิ้วและแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สร้างจากโปรแกรม MIT App inventor ส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายแบบ Bluetooth แสดงภาพกราฟิกท่านอนสัมพันธ์กับตัวตรวจจับที่รับแรงกดแบบเวลาจริงและมีการเก็บค่าข้อมูลเพื่อสามารถนำข้อมูลไปประเมินผลบริเวณที่รับแรงกดสะสม

คำสำคัญ: เฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับ, ตัวตรวจจับแรงกด FSR

Abstract

Thailand has a current Social patient lying next to the bed, as more and more patients with paralysis. Enabling these patients to sleep without turning for a long time. Cannot help themselves. Sleep without it turning into a patient's causing pressure on your skin. The defense can do. The flip side of the administrator. Using accessories and reducing the incidence of pressure ulcers, patient care must be turned at least every two hours. Sometimes administrators may leave the patient with the same position for too long. The organizers have made the concept of bringing pressure sensor applications. Surveillance Kit for Patients with Pressure Ulcers prototype have 13 FSR pressure sensors is positioned at the hip. Put it to bed to support the weight of the patient and assess posture lie , right, left. Controlled by the microcontroller's Arduino MAGA 2560. Display a notification screen TFT LCD 2.3 inch. Application in the mobile operating system Android application created by MIT App inventor. Send information via information communication technology, wireless Bluetooth. Graphic shows you the relationship with the pressure sensor in real time. And collecting data for the data to evaluate where pressure accumulation.

Keywords: Surveillance of pressure ulcers , Pressure sensor FSR

1. บทนำ

แผลกดทับเป็นการบาดเจ็บบริเวณผิวหนังและชั้นใต้ผิวหนังที่เกิดจากการกดทับบริเวณปุ่มกระดูกและแรงกดทับจากภายนอกเป็นปัญหาที่สำคัญที่มักเกิดในผู้ป่วยที่ต้องนอนติดเตียงทำให้ส่งผลกระทบทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ป่วยการป้องกันและการจัดการแผลกดทับเป็นบทบาทที่สำคัญในการให้การพยาบาลผู้ป่วยเพื่อการค้นหาปัจจัยเสี่ยงและป้องกันการเพิ่มระดับของแผลกดทับ ผู้ป่วยต้องได้รับการดูแลอย่างถูกวิธีเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถดูแลตนเองและตระหนักเห็นความสำคัญของการปฏิบัติตนที่ถูกต้องเมื่อมีแผลกดทับ

สาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดแผลกดทับมีมายมาก เช่น แรงกดทับจากการนอนเป็นเวลานาน แรงเฉือน แรงเสียดสี และการถูกจำกัดการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย

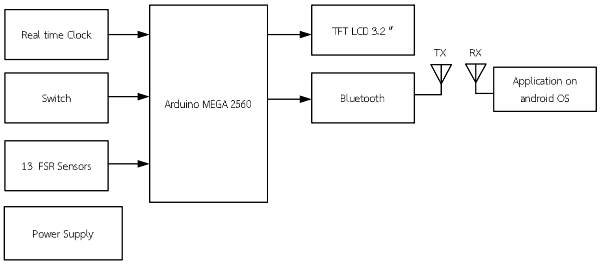
ปัจจัยที่มีผลต่อการหายของแผลกดทับ เช่น อายุการหายของแผลในผู้ป่วยสูงอายุจะช้ากว่าในวัยหนุ่มสาว ภาวะโภชนาการ การจัดท่า

นอนและการพลิกตะแคงตัว ผู้ดูแลผู้ป่วย สภาวะของโรค ยาและการรักษา การสูบบุหรี่ และแนวทางในการการป้องกันการเกิดแผลกดทับ เช่น การจัดท่าผู้ป่วย การใช้อุปกรณ์ช่วยกระจายแรงกด การทำความสะอาดร่างกาย

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และหากเกิดการชำรุดสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ เพื่อให้ผู้ป่วยที่มีรายได้น้อยได้มีโอกาสเข้าถึงการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับการพัฒนาระบบการเฝ้าระวังเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแผลกดทับมุ่งเน้นเรื่องลดแรงกดจากการเปลี่ยนและจัดท่านอนเป็นสำคัญ

2. แนวคิดการออกแบบ

จากการศึกษาพบว่า แผลกดทับเป็นปัญหาสำคัญของผู้ป่วยโดยตรง เมื่อเกิดแผลกดทับจะส่งผลต่อผู้ป่วยทั้งร่างกายและจิตใจ และแผลกดทับ เป็นอันตรายมากต่อคนพิการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มอัมพาตจากการบาดเจ็บไขสันหลัง เพราะจะไม่รู้สึกเจ็บเมื่อเริ่มเป็น หรือบางคนไม่สามารถขยับตัวเองได้ หากความเจ็บป่วยยาวนานออกไปส่งผลต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพ หรือถ้าหากแผลกดทับมีการลุกลาม ที่หนักกว่านั้นคือมันมีกลิ่นเน่าเหมือนหนูตายโอกาสที่จะหายเป็นปกติมีโอกาสน้อยมาก



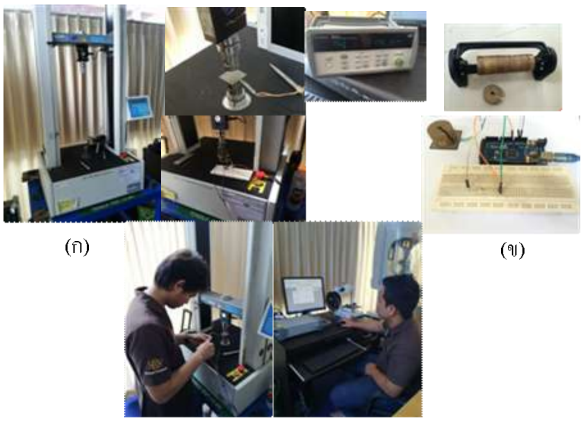
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมชุดเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับ

ปัจจุบันมีวิธีป้องกันของผู้ป่วยแผลกดทับอยู่ 2 วิธี คือการใช้ที่นอนลม และการพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยทุก 2 ชั่งโมง เพื่อลดแรงกดทับ ปัญหาสำคัญ พบว่าผู้ป่วยส่วนมากที่ใช้ ที่นอนลมมีอาการเวียนหัวในขณะที่นอนและการพลิกตะแคงตัวผู้ป่วย ผู้ดูแลจะมีตารางการพลิกตัว และตั้งเวลาในการพลิกตัวทุก 2 ชั่วโมง โดยส่วนนี้ผู้ดูแลอาจลืมหรือไม่ได้อยู่ในบริเวณที่ตั้งนาฬิกาไว้

ผู้ดำเนินงานจึงเกิดแนวคิดที่จะจัดทำชุดเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับด้วยตัวตรวจจับแรงกด FSR ซึ่งแบ่งการทำงานของชุดเฝ้าระวังการเกิดแผลกดทับได้เป็น 4 ฟังก์ชันการทำงานได้แก่ ต้องกำหนดเวลาการเปลี่ยนท่านอน กำหนดท่านอน คือการนอนหงายและการนอนตะแคง ซึ่งการนอนตะแคงจะมี นอนตะแคงซ้ายและนอนตะแคงขวา บันทึกค่าแรงกดสะสมในระยะเวลาที่กำหนด และนำค่าที่บันทึกได้ออกมาวิเคราะห์ มีการแจ้งเตือนและแสดงตำแหน่งของตัวตรวจจับแรงกด ผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ดังรูปที่ 1

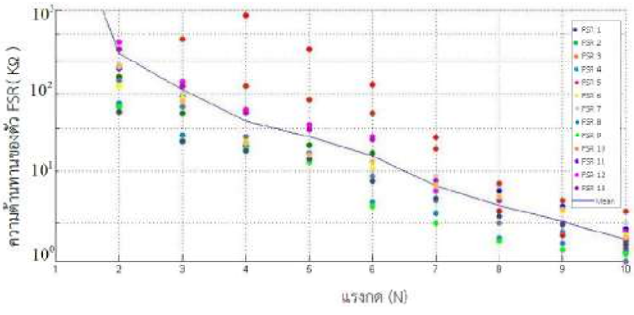
2.1 ตัวตรวจแรงกด

การจะสร้างวงจรตรวจจับแรงกดด้วยตัวตรวจจับแรงกด FSR 406 ให้มีประสิทธิภาพได้นั้น จำเป็นต้องมีการทดสอบตัวตรวจจับ ก่อนจะนำมาใช้งานจริง เพื่อให้ผู้ดำเนินงานสามารถใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างวงจรให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด โดยการกำหนดการวัดและทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจจับแรง FSR อุปกรณ์ที่จะใช้วัดและทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจจับแรง FSR ดังรูปที่ 2 ประกอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง LLOYD INSTRUMENTS รุ่น LR 10K plus ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ เครื่องดาต้าล็อคเกอร์ ยี่ห้อ Keysight รุ่น 34972A และมวลน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัม จำนวน 10 ก้อนค่าที่วัดได้จะเป็นค่าความต้านทานดังรูปที่ 3

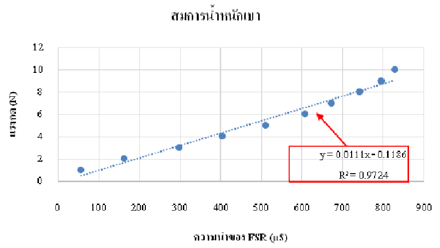


(ก) (ข) (ค)

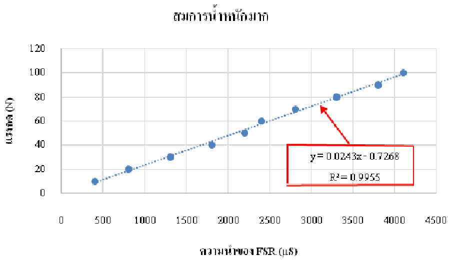
รูปที่ 2 อุปกรณ์มาตรฐานใช้วัดและทดสอบคุณสมบัติของตัวตรวจจับแรง FSR
(ก) เครื่องทดสอบแรงดึง
(ข) มวลน้ำหนักมาตรฐาน
(ค) ทดสอบคุณสมบัติตัวตรวจจับแรงกด FSR



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยความต้านทานของตัวตรวจจับแรง FSR



รูปที่ 4 กราฟสมการคาดคะเนน้ำหนักในช่วงน้ำหนักเบา



รูปที่ 5 กราฟสมการคาดคะเนน้ำหนักในช่วงน้ำหนักมาก

สมการที่นำไปเขียนโปรแกรมควบคุมตัวตรวจจับแรงกด FSR ด้วยบอร์ด Arduino เพื่อให้โปรแกรมอ่านค่าแรงกดมีความถูกต้องมากขึ้น นำค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อรับแรงกดถูกแบ่งออกเป็นช่วงสมการรับน้ำหนักเบา (1) และช่วงสมการรับน้ำหนักมาก (2)

$$y = 0.0111x - 0.1186 \quad (1)$$

$$y = 0.0243x - 0.7268 \quad (2)$$

2.2 หน่วยประมวลผล

สัญญาณที่ออกมาจากตัวตรวจจับแรงกด FSR ทั้ง 13 ตัว เป็นสัญญาณอนาล็อก จะเชื่อมกับไมโครคอลโทรลเลอร์ Arduino mega 2560 ขนาด 10 บิต เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และเก็บค่าข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อีกด้วยดังรูปที่ 8

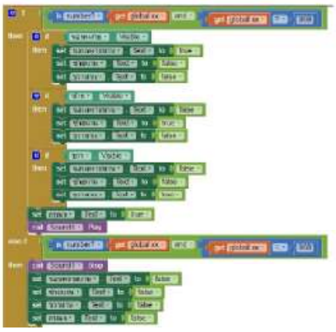
2.3 โปรแกรมแสดงผล

การส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด Arduino กับแอพพลิเคชั่นภาคแสดงผลแบบไร้สายสามารถดำเนินการได้โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์โมดูลบลูทูธ HC-05 เข้ากับบอร์ด Arduino แสดงผล แจ้งเตือนผ่าน จอ TFT LCD 2.3 นิ้วและแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สร้างจากโปรแกรม MIT App inventor ดังรูปที่ 6, 7

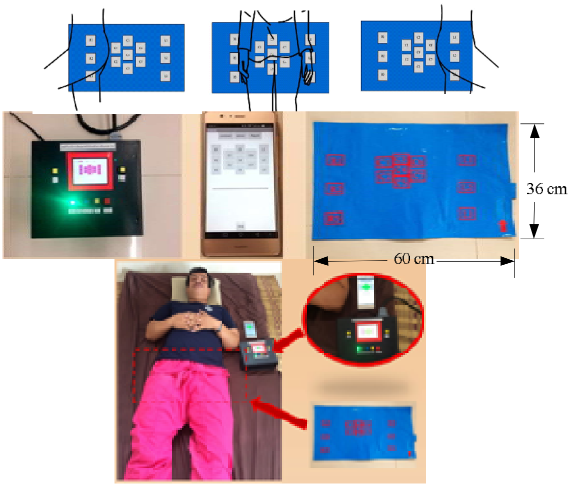
3. การทดลอง

การทดลองเบื้องต้นจะทำการทดลองความถูกต้องของระดับสีที่ใช้แทนระดับแรงกดด้วยมวลน้ำหนักมาตรฐาน ค่าน้ำหนักกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของแถบสีที่มีความสัมพันธ์กับช่วงของค่าน้ำหนัก ถ้าน้ำหนักมากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม แถบสีจะแสดงสีเขียว ช่วงน้ำหนักตั้งแต่ 4 แต่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม แถบสีจะแสดงสีเหลือง และช่วงน้ำหนักตั้งแต่ 7 ขึ้นไปแถบสีจะแสดงสีแดง ที่หน้าจอ TFT LCD และหน้าจอบนแอพพลิเคชั่นดังรูปที่ 9

รูปที่ 6 โปรแกรม MIT App Inventor ส่วนของการนำข้อมูลมาคัดแยกตัวตรวจจับและแบ่งช่วงน้ำหนัก



รูปที่ 7 โปรแกรม MIT App. Inventor ส่วนของการแจ้งเตือน

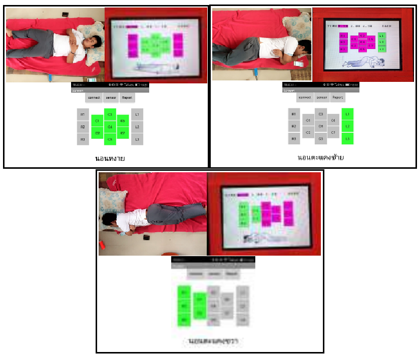


รูปที่ 8 อุปกรณ์ใช้งานและการแสดงผล

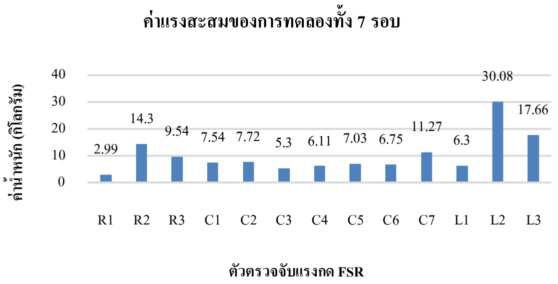
การทดลองหาความถูกต้องของการแสดงผลบนตัวเครื่องหน้าจอ TFT LED กับแอพพลิเคชั่น ผู้ดำเนินงานเริ่มการทดลอง นอนหงาย นอนตะแคงซ้าย และนอนตะแคงขวา มีวัตถุประสงค์ คือ ทดสอบความถูกต้องของหน้าจอ TFT LCD กับแอพพลิเคชั่นจากนั้นสังเกตการ

แสดงผลของหน้าจอ TFT LCD และบนหน้าจอแอพพลิเคชั่นโดยการทดสอบลักษณะการนอน การนอนหงาย ตะแคงซ้าย และตะแคงขวา

การเก็บผลการทดลองผู้จัดทำได้ทำการทดลองทั้งหมด 7 ครั้ง บันทึกข้อมูลลงใน SD card โดยแต่ละครั้งของการทดลองจะประกอบได้ด้วย ท่าการนอน 3 ท่า ดังนี้ การนอนหงาย การนอนตะแคงซ้ายและการนอนตะแคงขวา ทดสอบกำหนดเวลาไว้ที่ 1 ชั่วโมง 30 นาทีดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างท่านอนจริงกับอุปกรณ์แสดงผล



รูปที่ 10 กราฟค่าแรงกดสะสม

4. ผลการทดลอง

การทดลองกำหนดท่านอนตามโปรแกรมควบคุมที่ออกแบบไว้ให้เกิดขึ้นอย่างซ้ำๆ กันไปเรื่อยๆ และเก็บบันทึกแรงกดสะสมในบริเวณสะโพก จากตัวตรวจจับแต่ละตัวมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แรงสะสมของตัวตรวจจับแรงกดแต่ละตัวทั้ง 7 รอบ ให้เป็น 43 เปอร์เซ็นต์ [3] ดังรูปที่ 10 จากการทดลองค่าแรงสะสมที่ได้ของแต่ละครั้งมาทำการประเมินความเสี่ยงการเกิดแผลกดทับของแต่ละจุด ทำให้ทราบตำแหน่งตัวตรวจจับบริเวณ L2 มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับมากที่สุด

5. สรุปและวิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่าเป็นไปตามที่คณะผู้วิจัยกำหนดให้มีการทำงานตามรูปแบบวิธีการดูแลผู้ป่วยกรณีป้องกันการเกิดแผลกดทับโดยการพลิกตัวเพื่อลดแรงกดทับที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับ ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบมีรายละเอียดเป็นของเฉพาะบุคคล ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับบุคคลากรทางการแพทย์หรือญาติ เพื่อนำไปประเมินบริเวณที่รับแรงกดสะสมและมีโอกาสที่จะเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับ

จากผลการทดลองเบื้องต้นยังมีการควบคุมการทดลองที่ไม่ครบถ้วน เช่น ไม่มีการเก็บค่าผลทางกายภาพของผู้ทดลอง และไม่มีการทดสอบในผู้ป่วยจริงที่เป็นผู้ป่วยไม่สามารถขยับหรือเคลื่อนไหวได้เองหรือผู้ป่วยนอนติดเตียง แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเราสามารถนำเครื่องต้นแบบนี้มาใช้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังและประเมินความเสี่ยงการเกิดแผลกดทับได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านรองผู้อำนวยการกลุ่มงานวิชาการ และอาจารย์พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จังหวัดนครราชสีมา และขอขอบคุณทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ งานพัฒนาเยาวชนและเขตพื้นที่ด้านไอที (FITS) ฝ่ายสนับสนุนการวิจัย (RSO)

เอกสารอ้างอิง

[1] ชมรมเครือข่ายพัฒนาการพยาบาลคณะกรรมการชมรมเครือข่ายพัฒนาการพยาบาล. 2553. แนวทางการปฏิบัติทางคลินิก เรื่อง การป้องกันการเกิดแผลกดทับ.ขอนแก่น

[2] ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ.2549. แนวทางปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เรื่อง การป้องกัน และการดูแลแผลกดทับ.เอ็น.เอ. รัตนะ เทรดดิ้ง

[3] Articles. (23กรกฎาคม2556) เปอร์เซ็นต์การเกิดแผลกดทับ. [Online].เข้าถึงได้จาก:http://health.dmc.tv/รู้ทันโรคจากภาวะภายในของร่างกาย-353/แผลกดทับ.html (15 กรกฎาคม2559)

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า

THE ZODIAC POINTING INSTRUMENT BY LASER IN THE HORIZONTAL COORDINATE SYSTEM

นีรนุช สลอดสุข[1] ปิยวดี ยาบุษดี[2] ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ[3]
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail: neeranoi2528@gmail.com
[2] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail: dr_piyawadee@yahoo.com
[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี E-mail : dr.phubet@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า มีวัตถุประสงค์ คือ สร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า และหาประสิทธิภาพของเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจาก 1) ออกแบบและสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาว 2) พัฒนาโปรแกรมชี้กลุ่มดาว 3) ทดสอบโปรแกรมชี้กลุ่มดาว 4) ทดสอบเครื่องชี้กลุ่มดาวร่วมกับโปรแกรมชี้กลุ่มดาว และ 5) หาค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนจากการชี้ตำแหน่งดาว

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการออกแบบและสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวประกอบด้วย เลเซอร์สารกึ่งตัวนำสีเขียว ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์มุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด เซ็นเซอร์ความเร่งและเซ็นเซอร์วัดมุมใช้ตรวจสอบมุมของเครื่องชี้กลุ่มดาว และโปรแกรมชี้กลุ่มดาว 2) ผลการพัฒนาโปรแกรมชี้กลุ่มดาวประกอบด้วย ฐานข้อมูลดาว 12 กลุ่มดาว จำนวน151 ดวง ส่วนการคำนวณมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนการส่งข้อมูลไปยังเครื่องชี้กลุ่มดาวผ่านพอร์ตอนุกรม 3) ผลการทดสอบใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวคำนวณหาตำแหน่งดาว จำนวน 151 ดวง พบว่ามีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.39% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.38% 4) ผลการชี้ตำแหน่งดาวของเครื่องชี้กลุ่มดาวและโปรแกรมชี้กลุ่มดาวทั้งหมด 8 กลุ่มดาว จำนวน 80 ดวง พบว่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของการชี้ตำแหน่งดาวมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.98% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 0.76% 5) ผลจากการใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวและเครื่องชี้กลุ่มดาวมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3 % แสดงให้เห็นว่าเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการชี้กลุ่มดาว

คำสำคัญ: เครื่องชี้กลุ่มดาว, เลเซอร์, ระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า, ดาวจักรราศี

Abstract

This research was to invent the Zodiac Pointing Instrument by Laser in the Horizontal Coordinate System. The purposes of the study were to invent the Zodiac Pointing Instrument, and to find out the efficiency of the Zodiac Pointing Instrument. The methodology of the research were started with 1) designing and inventing the Zodiac Pointing Instrument, 2) developing the Star Pointing Program, 3) testing the Star Pointing Program, 4) testing the Zodiac Pointing Instrument together with the Star Pointing Program, and 5) finding out the percentage error of the star pointing.

The study found that 1) the designed and invented Zodiac Pointing Instrument was consisted of Green semiconductor laser using for pointing to the stars, Microcontroller using for controlling the motor working of Azimuth angle and Altitude angle, acceleration sensor and angle measured sensor using for checking the angle of the Zodiac Pointing Instrument, and the star pointing program, 2) the result of the Star Pointing Program development was that the program composed of the database of 151 stars in 12 star-groups, the Azimuth angle and Altitude angle calculated part, the user interfacing, and the part of data sending to the Zodiac Pointing Instrument through the serial port, 3) the result of using the Star Pointing Program to calculate the points of 151 stars found that the error of Azimuth angle was 0.39% and that of Altitude angle was 1.38%. 4) the result of using the Zodiac Pointing Instrument, when pointed to 80 stars in 8 star-groups, found the error of Azimuth angle was 0.98% and that of Altitude angle was 0.76%, 5) the result of using the Star Pointing Program together with the Zodiac Pointing Instrument showed the error was not more than 3%.

Conclusively, the Zodiac Pointing Instrument by Laser in the Horizontal Coordinate System was effective.

Keywords: Star Pointing, Laser, Horizontal Coordinate System, Zodiac

1. บทนำ

การสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าในประเทศไทยพบว่าระบบฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ของสุวิทย์ เทเลสโคป (Suvit Telescope) เป็นระบบฐานตั้งกล้องชนิดมุมเงย-มุมทิศ (Altazimuth Mount) ง่ายต่อการใช้หาวัตถุท้องฟ้า ข้อเสียคืออุปกรณ์มีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกต่อการพกพา [1] ส่วนอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่เชื่อมต่อกับโปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมการติดตามวัตถุท้องฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยโปรแกรมจำลองท้องฟ้าจะส่งชุดคำสั่งไปยังกลไกควบคุมอุปกรณ์ติดตาม ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์และสเต็ปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมการทำงาน [2] กระบวนการค้นหาตำแหน่งดาวที่ใช้ต้นทุนต่ำคือ การใช้ดาวเทียมขนาดเล็กซึ่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในค้นหาตำแหน่งดาวในอวกาศ มีขั้นตอนในค้นหาตำแหน่งดาวคือ การศึกษาลักษณะเด่นของดาว และการศึกษาจากแคตตาล็อกดาว [3] ปัญหาที่พบบ่อยในการศึกษาด้านดาราศาสตร์ คือการใช้อุปกรณ์สังเกตวัตถุบนท้องฟ้า เช่น กล้องโทรทรรศน์ และการชี้ตำแหน่งดาว ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญและมีความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ หากขาดอย่างหนึ่งอย่างใด การศึกษากลุ่มดาวและการชี้ตำแหน่งดาวอาจเกิดคลาดเคลื่อนได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดสร้างชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า เพื่อช่วยให้ผู้ที่มีความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ระดับเบื้องต้น สามารถศึกษากลุ่มดาวและหาตำแหน่งได้ด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีที่สร้างขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้ 1) ออกแบบเครื่องชี้กลุ่มดาวด้วยโปรแกรม Google SketchUp v8.1 และสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวตามที่ออกแบบไว้ 2) พัฒนาโปรแกรมชี้กลุ่มดาวเพื่อคำนวณมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูดของดาวตามระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้าเป็นค่ามุมระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า มุมชั่วโมง (HA) หาได้จากสมการที่ (1)

$$HA = LST - RA \quad (1)$$

มุมอัลติจูด (ALT) หาได้จากสมการที่ (2)

$$\sin(ALT) = \sin(DEC)\sin(LAT) + \cos(DEC)\cos(LAT)\cos(HA) \quad (2)$$

มุมอะซิมุท (AZ) หาได้จากสมการที่ (3)

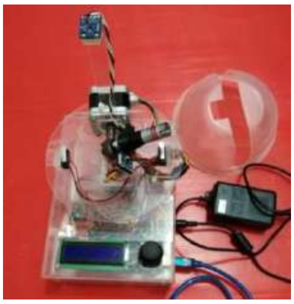
$$\cos(AZ) = \frac{\sin(DEC) - \sin(ALT)\sin(LAT)}{\cos(ALT)\cos(LAT)} \quad (3)$$

เมื่อ HA คือ มุมชั่วโมง, LST คือ เวลาดาราคติท้องถิ่น, LAT คือ ละติจูดผู้สังเกต, DEC คือ มุมเดคลิเนชัน และ RA คือ มุมไรต์แอสเซนชัน 3) ทดลองใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวเทียบกับโปรแกรม Stellarium v0.13.2 4) ทดสอบเครื่องชี้กลุ่มดาวร่วมกับโปรแกรมชี้กลุ่มดาวในคืนที่ท้องฟ้าเปิดและบริเวณที่มืดสนิท คือ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2560 เวลา 19.00 – 05.30 น. และพร้อมถ่ายภาพตำแหน่งดาวที่ชี้ บันทึกผลชี้ดาวทั้ง 8 กลุ่มดาว จำนวน 80 ดวง 5) หาเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนจากการใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวและเครื่องชี้กลุ่มดาว ซึ่งได้ตั้งเกณฑ์การมีประสิทธิภาพไว้ เมื่อมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3%

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1) ผลออกแบบและ สร้างเครื่องชี้กลุ่มดาว ดังภาพที่ 1 เครื่องชี้กลุ่มดาวประกอบด้วยเลเซอร์สารกึ่งตัวนำชี้ดาวสีเขียว ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานมอเตอร์มุมอะซิมุทและมุมอัลติจูดที่คำนวณได้จากโปรแกรมชี้กลุ่มดาว และเซ็นเซอร์ความเร่งและเซ็นเซอร์วัดมุมใช้ตรวจสอบมุมของเครื่องชี้กลุ่มดาว

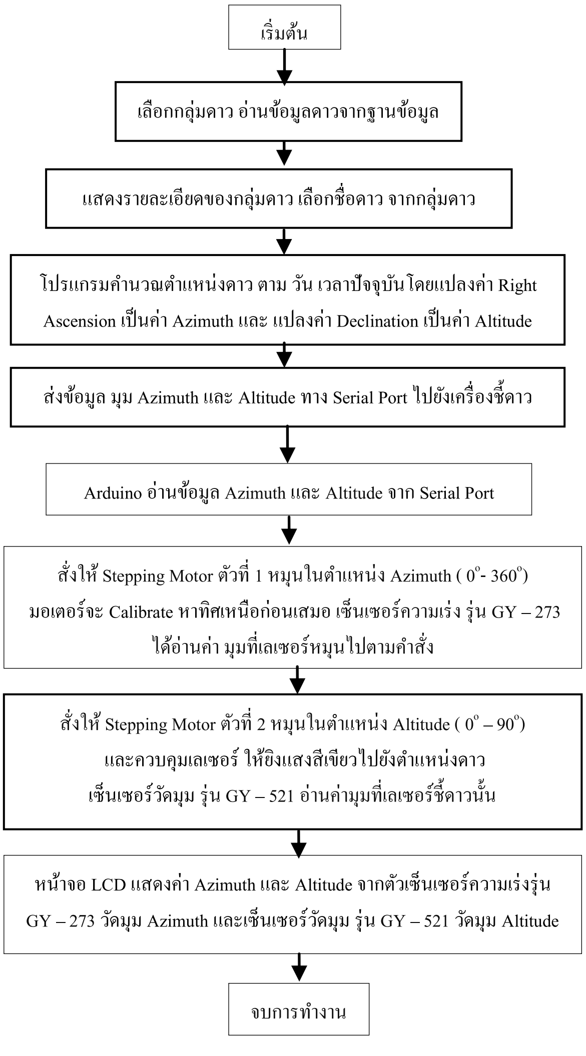


ภาพที่ 1 เครื่องชี้กลุ่มดาว

2) ผลจากการพัฒนาโปรแกรมชี้กลุ่มดาว ประกอบด้วยฐานข้อมูลดาว 12 กลุ่มดาว จำนวน 151 ดวง ส่วนการคำนวณมุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด ส่วนติดต่อผู้ใช้ และส่วนส่งข้อมูลไปยังเครื่องชี้กลุ่มดาว

ผ่านพอร์ตอนุกรม โปรแกรมชี้กลุ่มดาวและแผนผังการทำงานร่วมกับเครื่องชี้กลุ่มดาว แสดงดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ

ภาพที่ 2 โปรแกรมชี้กลุ่มดาว



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานของเครื่องชี้กลุ่มดาวและโปรแกรมชี้กลุ่มดาว

3) ผลการทดสอบใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวคำนวณหาตำแหน่งดาวทั้งหมด 12 กลุ่มดาว จำนวน 151 ได้ผลดังตารางที่ 1 และ 2 จากตารางพบว่า เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของโปรแกรมชี้กลุ่มดาวมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.39% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.38%

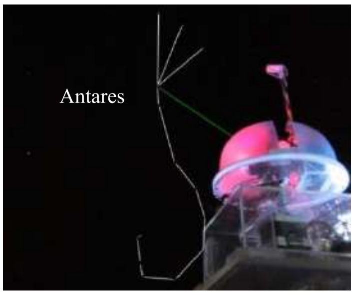
ตารางที่ 1 มุมอะซิมุทที่คำนวณได้จากโปรแกรมชี้กลุ่มดาว

ที่	กลุ่มดาว	Stellarium (องศา)	โปรแกรมชี้กลุ่มดาว (องศา)	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	แกะ	69.70	69.92	0.31
2	วัว	75.45	75.77	0.41
3	คนคู่	289.41	289.01	0.14
4	ปู	280.76	279.89	0.31
5	สิงโต	282.12	281.53	0.21
6	หญิงสาว	149.82	150.44	0.78
7	คันชั่ง	127.72	128.34	0.49
8	แมงป่อง	153.68	153.83	0.32
9	คนยิงธนู	213.54	213.20	0.16
10	แพะทะเล	179.27	179.14	0.16
11	คนแบกหม้อน้ำ	141.25	141.98	0.63
12	ปลาคู่	89.77	90.40	0.70
	ค่าเฉลี่ย			0.39

ตารางที่ 2 มุมอัลติจูดที่คำนวณได้จากโปรแกรมชี้กลุ่มดาว

ที่	กลุ่มดาว	Stellarium (องศา)	โปรแกรมชี้กลุ่มดาว (องศา)	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	แกะ	12.45	12.58	1.36
2	วัว	16.97	17.20	1.52
3	คนคู่	22.76	23.01	1.44
4	ปู	42.06	42.16	0.35
5	สิงโต	30.58	30.76	0.76
6	หญิงสาว	64.40	64.02	0.99
7	คันชั่ง	36.85	36.28	1.57
8	แมงป่อง	33.61	32.79	2.49
9	คนยิงธนู	33.84	33.04	2.28
10	แพะทะเล	52.98	52.01	1.84
11	คนแบกหม้อน้ำ	44.25	43.69	1.32
12	ปลาคู่	31.22	31.26	0.52
	ค่าเฉลี่ย			1.38

4) ผลการชี้ดาวของเครื่องชี้กลุ่มดาวทั้งหมด 8 กลุ่มดาว จำนวน 80 ดวง ได้ผลดังตารางที่ 3 และ 4 จากตาราง พบว่า เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของเครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีมุมอะซิมุท เท่ากับ 0.98% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 0.76%



ภาพที่ 4 กลุ่มดาวแมงป่อง (Scorpius) ณ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2560

ตารางที่ 3 มุมอะซิมุทที่ได้จากเครื่องชี้กลุ่มดาว

ที่	กลุ่มดาว	Stellarium (องศา)	เครื่องชี้กลุ่มดาว (องศา)	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	แกะ	286.25	284.75	0.52
2	วัว	237.95	233.50	1.87
3	คนคู่	65.63	67.07	2.19
4	ปู	80.71	82.17	1.80
5	สิงโต	77.67	78.44	0.99
6	หญิงสาว	105.91	106.31	0.37
7	คันชั่ง	111.69	111.60	0.08
8	แมงป่อง	137.17	137.21	0.02
	ค่าเฉลี่ย			0.98

ตารางที่ 4 มุมอัลติจูดที่ได้จากเครื่องชี้กลุ่มดาว

ที่	กลุ่มดาว	Stellarium (องศา)	เครื่องชี้กลุ่มดาว (องศา)	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	แกะ	56.58	57.50	1.63
2	วัว	79.26	79.17	0.11
3	คนคู่	70.19	69.76	0.61
4	ปู	52.85	52.17	1.29
5	สิงโต	32.81	33.33	1.58
6	หญิงสาว	37.23	37.40	0.46
7	คันชั่ง	11.39	11.40	0.09
8	แมงป่อง	18.93	19.00	0.37
	ค่าเฉลี่ย			0.76

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่า เมื่อทดสอบใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวคำนวณหาตำแหน่งดาวจำนวน 151 ดวง พบว่า เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.39% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 1.38% เมื่อทดสอบการทำงานของเครื่องชี้กลุ่มดาวทั้งหมด 8 กลุ่มดาว จำนวน 80 ดวง พบว่า เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนของการชี้ตำแหน่งดาวมุมอะซิมุทเท่ากับ 0.98% และมุมอัลติจูดเท่ากับ 0.76% การใช้โปรแกรมชี้กลุ่มดาวและเครื่องชี้กลุ่มดาวมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3% แสดงให้เห็นว่า เครื่องชี้กลุ่มดาวจักรราศีด้วยเลเซอร์ตามระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี ศรีทับทิม ที่ให้ทุนสนับสนุนในงานวิจัยนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ และ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ อ่าน และแก้ไขข้อพกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และดูแลให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ธฤษพงศ์ ศิริบูรณ์. (2555). อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียลสำหรับการถ่ายรูปทางดาราศาสตร์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] ชนากานต์ สันติคุณาภรณ์. (2555). การพัฒนาโปรแกรมควบคุมกึ่งอัตโนมัติสำหรับอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรีย. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] K. Ho. (2012). A survey of algorithms for star identification with low- cost - star trackers. Acta Astronautica. 73. 156-163.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่สามารถปรับความเข้มแสงได้โดยอัตโนมัติ

An automatically light intensity adjusting LED phototherapy lamp

เสนอ สะอาด* และ ดรุณี ชายทอง

[1]หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

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

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่สามารถปรับความเข้มแสงได้โดยอัตโนมัติ เพื่อนำไปใช้งานด้านการแพทย์ด้วยการส่องไฟรักษาเด็กทารกตัวเหลือง ใช้หลอดไฟแอลอีดีที่มีความยาวคลื่นแสง 460 ถึง 465 นาโนเมตร เป็นแหล่งกำเนิดแสง มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ สามารถตั้งเวลาเปิดปิดหลอดไฟและสามารถปรับระดับความเข้มของแสงแบบอัตโนมัติ โครงสร้างถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้สะดวก มีผ้าม่านรอบตัวทารกเพื่อป้องกันแสงออกมารบกวนภายนอก นอกจากนี้ยังสามารถวัดอุณหภูมิบริเวณโคมไฟและบริเวณเตียงของทารก ผลการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองฯ สามารถให้ความเข้มของแสงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 30 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรต่อนาโนเมตร เมื่อทดสอบด้วยเครื่องบิลิมิเตอร์ และสามารถปรับความเข้มของแสงโดยอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาการทำงานได้สูงสุด 99 ชั่วโมง 59 นาที โดยสูญเสียกำลังไฟฟ้า 81 วัตต์

คำสำคัญ: เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลือง, หลอดไฟแอลอีดี, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การปรับความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ

Abstract

This paper presents an automatically light intensity adjusting LED phototherapy lamp for use in the medical field. This equipment has light wavelength range of about 460 to 465 nm from a high wave source. The microcontroller is designed to control the system and set the on-off time and the light intensity range is automatically adjusted. The equipment is designed for an easy structure usage. It has a curtain around the baby in order to prevent light from external interference. And the system also has a temperature measure of the lamp and the baby bed. The result of experiments shows the range of light intensity between 21 to 30 uW/cm^2/nm with a Billi-meter. The light intensity can be automatically adjusted and on-off time can be set up to 99 hours and 59 minutes. This power dissipation is found to be 81 Watts.

Keywords: phototherapy for jaundice, LED, microcontrollers, automatically adjustable light intensity.

1. บทนำ

ภาวะตัวเหลืองเป็นภาวะที่พบได้ ในทารกแรกเกิดจะพบภาวะตัวเหลืองได้สูงถึง 25–50 เปอร์เซ็นต์ ภาวะตัวเหลืองเกิดจากสารที่มีชื่อว่าบิลิรูบินมีในปริมาณที่มากกว่าปกติในทารก โดยจะอยู่ทั้งในกระแสเลือดและแทรกตามเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้มองเห็นว่าทารกมีผิวสีเหลือง [1] สถิติทารกแรกเกิดโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ปี 2556 จำนวน 3,692 คน พบว่าเกิดภาวะตัวเหลือง 560 คน [2] การเกิดภาวะตัวเหลืองแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ (1) ภาวะดีซ่านสรีรวิทยา (2) ภาวะดีซ่านพยาธิวิทยา และ (3) ภาวะที่เกี่ยวกับแม่เกิด การรักษามี 3 วิธี คือ (1) การส่องไฟ (Phototherapy) (2) การถ่ายเปลี่ยนเลือด (Blood exchange) และ (3) การรักษาด้วยยา (Treatment medicine) ตามลำดับ [3]

การรักษาแบบส่องไฟเป็นวิธีการที่นิยมใช้รักษาภาวะตัวเหลืองในเด็กทารกอย่างแพร่หลายทั้งในสถานพยาบาลของรัฐและเอกชน [4]-[6] อย่างไรก็ตามพบว่าสถานพยาบาลหลายแห่งยังคงขาดแคลนเครื่องส่องไฟที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งเครื่องส่องไฟส่วนใหญ่ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีขนาดใหญ่และราคาสูงมาก นอกจากนั้นยังมีผลข้างเคียงอันเกิดจากความเข้มแสงซึ่งส่งผลให้ผู้ดูแลทารก มีอาการคลื่นไส้อาเจียน จึงได้มีการพัฒนาเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลือง[4] โดยศาสตราจารย์ นพ. เกรียงศักดิ์ จีระแพทย์ พบว่าเครื่องส่องไฟฯ สามารถลดอุบัติการณ์การถ่ายเปลี่ยนเลือดของหน่วยทารกแรกเกิดลงถึง 4 เท่า อย่างไรก็ตามพบว่าบริเวณตรงกลางโคมไฟ จะให้พลังงานสูงกว่าขอบโคม การใช้งานจึงต้องจัดให้ทารกอยู่ตรงส่วนกลางของโคม ต่อมานายแพทย์พิเชฐ บัญญัติ และคณะฯ ได้สร้างเครื่องส่องไฟรักษาเด็กแรกเกิดตัวเหลือง[5] ใช้รักษาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองที่ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องทำการเปลี่ยนถ่ายเลือด อย่างไรก็ตาม เครื่องดังกล่าวต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูง และได้มีการนำเสนอนวัตกรรมการรักษาทารกตัวเหลืองด้วยการส่องไฟด้วยแอลอีดีส่องไฟได้ทั้งด้านบนและด้านล่าง[6] เครื่องดังกล่าวสามารถใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก ใช้พื้นที่ในการเก็บน้อย มี

ความปลอดภัยจากรังสีอัลตราไวโอเลต อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวจะมีความร้อนสูง และมีแสงออกมารอบข้าง นอกจากนั้นยังได้มีการนำเสนอเครื่องส่องไฟสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดโดยใช้หลอดไฟแอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสง[7] คุณสมบัติเด่นของหลอดไฟแอลอีดี มีอายุการใช้งานยาวนาน ปล่อยความร้อนที่ต่ำ อย่างไรก็ตามเครื่องส่องไฟรักษาตัวเหลืองที่เสนอในข้างต้นไม่สามารถปรับค่าความเข้มแสงได้ ทำให้การรักษาภาวะตัวเหลืองอาจต้องใช้เวลามากกว่าปกติ หรืออาจทำให้ทารกได้รับแสงเป็นเวลานานเกินไป

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการนำเสนอเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่สามารถปรับความเข้มแสงได้ สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยในการใช้งาน ประหยัด สูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำ มีการป้องกันแสงออกไปรบกวนรอบข้าง มีระบบระบายความร้อน สามารถปรับระดับของโคมไฟแบบอัตโนมัติ และสามารถตั้งเวลาเปิดปิดได้

2. การออกแบบเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองฯ

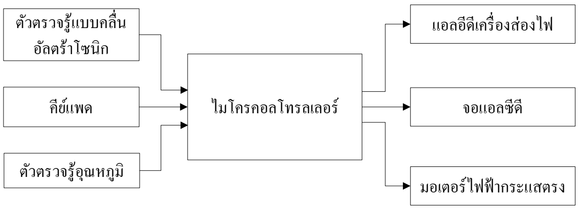
เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองดังในรูปที่ 1 สามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วน คือ (1) ส่วนรับข้อมูล (2) ส่วนประมวลผล และ (3) ส่วนเอาต์พุต ตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนรับข้อมูล ทำหน้าที่รับค่าจากคีย์แพด ตัวตรวจรู้อัลตร้าโซนิก และตัวตรวจรู้อุณหภูมิ เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ คีย์แพดทำหน้าที่รับค่าจากผู้ใช้เพื่อกำหนดค่าความสูงของโคมไฟให้มีระยะห่างตั้งแต่ระดับความสูง 24-33 เซนติเมตร การตั้งเวลาในการทำงาน และสามารถควบคุมการเปิดและปิดหลอดไฟแอลอีดีได้ ตามความต้องการของผู้ใช้ ตัวตรวจรู้อัลตร้าโซนิก ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับความสูงของโคมไฟ และตัวตรวจรู้อุณหภูมิ ทำหน้าที่ ตรวจวัดอุณหภูมิของโคมไฟและที่เตียงของทารก เพื่อป้องกันอุณหภูมิที่สูงเกินไป ที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวทารกได้

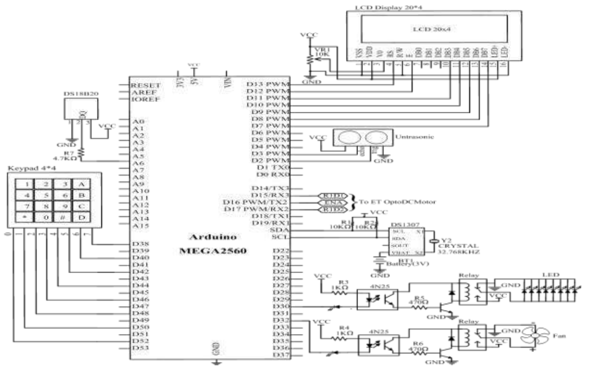
2. ส่วนการประมวลผล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากส่วนรับข้อมูลเพื่อทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้แล้วส่งไปยังส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพตรงตามค่าที่รับมาจากอินพุต

3. ส่วนเอาต์พุต ทำหน้าที่ โดยรับค่ามาจากส่วนประมวลผล เพื่อควบคุมส่วนต่างๆ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หลอดแอลอีดี และจอแสดงผลแอลซีดี โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเป็นแบบแกนชัก ทำหน้าที่ปรับระดับความสูงของโคมไฟให้ได้ระดับความสูงตามต้องการ หลอดไฟแอลอีดี ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง จอแสดงผลแอลซีดีทำหน้าที่แสดงข้อมูลการทำงานของระบบ ได้แก่ ระดับความสูง ค่าอุณหภูมิ เป็นต้น

จากหลักการทำงานของเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองฯ ถูกนำมาออกแบบเป็นวงจรควบคุมการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ทำหน้าที่เป็นหัวใจสำคัญของระบบ โดยการรับค่าจากส่วนรับข้อมูล เพื่อควบคุมชุดหลอดไฟแอลอีดี ชุดควบคุมระดับความสูงของโคมไฟ และแสดงผลค่าอุณหภูมิของเครื่องที่ตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมการทำงานของเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดี



รูปที่ 2 วงจรเครื่องส่องไฟสำหรับตัวเหลืองด้วยแอลอีดีควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3 เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่ถูกออกแบบ

โครงสร้างเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองที่นำเสนอ ดังแสดงในรูปที่ 3 ถูกออกแบบให้มีน้ำหนักเบา สามารถใช้งานและเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก มีผ้าม่านเพื่อป้องกันแสงออกมารบกวน

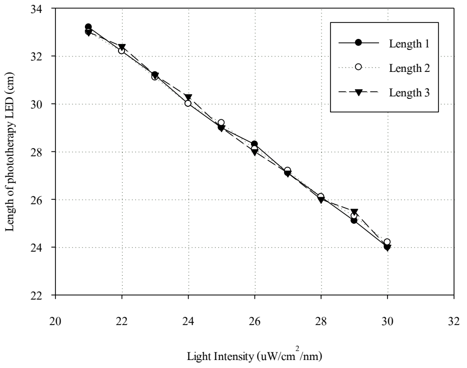
ภายนอก มีขนาดความสูง 170 เซนติเมตร ความกว้าง 70 เซนติเมตร และความยาว 70 เซนติเมตร ตามลำดับ ฐานของโครงสร้างทำจากเหล็กทรงสี่เหลี่ยม เสาแกนกลางใช้เหล็กท่อกลมสามารถปรับขึ้นลงได้โดยอัตโนมัติด้วยตัวตรวจรู้ โคมไฟมีขนาดความกว้าง 62 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร และความสูง 10 เซนติเมตร ทำจากอลูมิเนียม น้ำหนักเบา ทนความร้อน และมีพัดลมระบายความร้อน โครงผ้าม่านจะใช้รางอลูมิเนียม เพื่อใช้ในการติดตั้งผ้าม่าน ทุกส่วนถูกออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

รูปที่ 4 เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองที่นำเสนอ

รูปที่ 5 การทดสอบวัดความเข้มของแสงของเครื่องส่องไฟฯ ด้วยเครื่องบิลิมิเตอร์ ยี่ห้อโอลิมปิค รุ่นบี 22

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เครื่องส่องไฟสำหรับตัวเหลืองฯ ที่นำเสนอดังรูปที่ 4 ถูกนำมาทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงาน โดยการทดสอบค่าความเข้มแสงด้วยเครื่องบิลิมิเตอร์ที่ระดับความสูงค่าต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยทำการทดสอบวัดค่าในบริเวณต่างๆ ของคลิปทารกแรกคลอดใน 3 ตำแหน่ง (ตรงกลาง ด้านซ้าย และด้านขวา) ทดสอบเป็นจำนวน 3 ซ้ำ รูปที่ 6 แสดงค่าความเข้มของแสงจากหลอดไฟแอลอีดีที่วัดได้จากเครื่องบิลิมิเตอร์ในตำแหน่งต่างๆ ที่ระดับความสูงจากคลิปเด็กแรกคลอด ในช่วง 24 – 33 เซนติเมตร พบว่าแสงมีความยาวคลื่นในช่วง 460 ถึง 465 นาโนเมตร ความเข้มแสงจะขึ้นอยู่กับระยะความห่างของโคมไฟจนถึงเตียงของทารก มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 21 ถึง 30 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรต่อนาโนเมตร ซึ่งเหมาะสมในการรักษาภาวะตัวเหลืองของทารก รูปที่ 7 แสดงการทดสอบหาค่าความสูงของเครื่องส่องไฟฯ ด้วยตัวตรวจรู้อัลตร้าโซนิกเปรียบเทียบระดับความสูงตลับเมตรวัดระยะทาง โดยการทดสอบที่ระดับความสูง 20-30 เซนติเมตร เพิ่มระดับความสูงครั้งละ 1 เซนติเมตร ทดสอบเป็นจำนวน 3 ซ้ำ รูปที่ 8 แสดงค่าความสัมพันธ์ของความสูงของเครื่องส่องไฟฯ กับตลับเมตรวัดระยะทาง พบว่าค่าที่ได้มีลักษณะเป็นเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดสูงสุด 0.3 เปอร์เซ็นต์ รูปที่ 9 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องส่องไฟฯ โดยทำการวัดเปรียบเทียบระหว่างตัวตรวจรู้อุณหภูมิกับมิเตอร์มาตรฐานที่บริเวณโคมไฟและคลิปทารกแรกเกิด โดยทดสอบในหอผู้ป่วยพักฟื้นทารกที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าที่โคมไฟมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 29.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่คลิปทารกแรกเกิด มีค่าอุณหภูมิสูงสุด 27.0 องศาเซลเซียส มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 0.4 เปอร์เซ็นต์



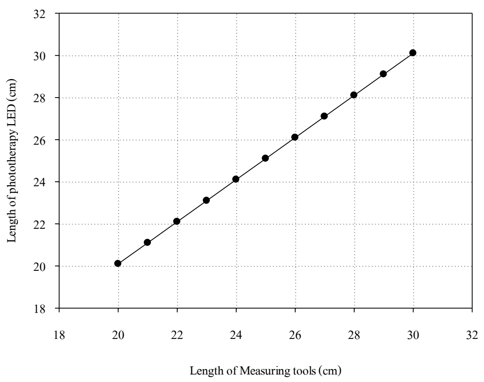
รูปที่ 6 ค่าความเข้มของแสงที่วัดได้จากเครื่องบิลิมิเตอร์กับระดับความสูงจากคลิปเด็กแรกคลอด

4. สรุป

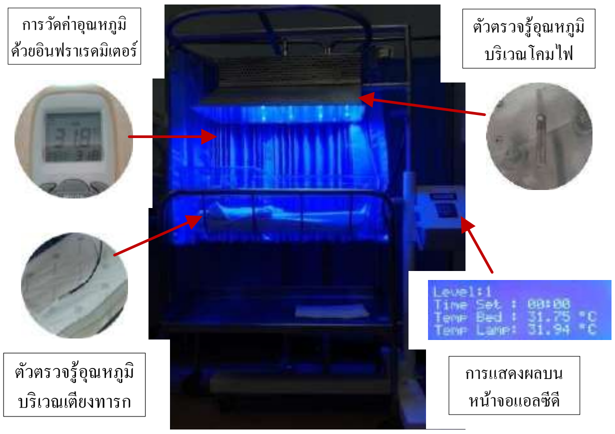
เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองด้วยแอลอีดีที่สามารถปรับความเข้มแสงได้โดยอัตโนมัติที่ได้ออกแบบ สามารถให้แสงที่มีความยาวคลื่น 460 ถึง 465 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าที่นำไปใช้ในการรักษาเด็กทารกตัวเหลืองด้วยการส่องไฟ สามารถปรับความเข้มของแสงในช่วง 21 ถึง 30 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรต่อนาโนเมตร ด้วยการปรับระยะห่างของโคมไฟโดยอัตโนมัติ สามารถวัดค่าอุณหภูมิของโคมไฟและบริเวณคลิปทารกแรกเกิดได้ โครงสร้างถูกออกแบบให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีผ้าม่านรอบตัวทารกเพื่อป้องกันแสงออกมารบกวนภายนอก นอกจากนั้นยังสามารถตั้งเวลาเปิดปิดล่วงหน้าได้ สูญเสียพลังงานไฟฟ้าเพียง 81 วัตต์ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้สำหรับการ

รักษาเด็กทารกตัวเหลืองด้วยการส่องไฟ เพื่อลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศต่อไป

รูปที่ 7 การทดสอบความแม่นยำของระดับความสูงของเครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลืองโดยใช้ตัวตรวจรู้อัลตร้าโซนิก



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าความสูงของเครื่องส่องไฟฯ ได้จากตัวตรวจรู้อัลตร้าโซนิกกับเครื่องมือวัดระยะทาง



รูปที่ 9 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องส่องไฟฯ ด้วย เปรียบเทียบกับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลหาดใหญ่และโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ สถานที่ในการทดสอบและให้คำปรึกษาต่างๆ ทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] คณิต คูศิริวิเชียร. (2557), “ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด” [online] ได้จาก: www.littlebebe.net/Article.php?Page=NeonatalHyperbilirubinemia.

[2] เวชระเบียนโรงพยาบาลสงขลานครินทร์. (2556), “เด็กทารกตัวเหลืองต่อปี”. [online] ได้จาก: http://medinfo2.psu.ac.th/medrec/status.htm

[3] พัชรี วรกิจพูนผล, กลุ่มวิชาการพยาบาลกุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลนครเชียงใหม่. (2553), “บิลิรูบิน” [online] ได้จาก: www.cmnb.org/cmnb/index.php /newborn/sick-newborn/4-2010-04-11-11-41-15?showall=1

[4] เกรียงศักดิ์ จีระแพทย์ และวีณา จีระแพทย์.(2540), “เครื่องส่องไฟสำหรับภาวะตัวเหลือง” [online] ได้จาก: www.dr-sak.net/project-photo-tha.html

[5] พิเชฐ บัญญัติ, สมเกียรติ จันต๊ะโพธิ์ และอภิชาติ รอดแสวง, “เครื่องส่องไฟรักษาเด็กแรกเกิดตัวเหลือง นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เพื่อดูแลผู้ป่วย ลักษณะการประดิษฐ์เครื่องส่องไฟรักษาเด็กตัวเหลืองเป็นการให้แสงบำบัดแบบปรกติ (Conventional phototherapy)” [online] ได้จาก: www.gotoknow.org/posts/4451

[6] ธนิพรรธน์ สนธิรักษ์ และคณะ. (2554), “นวัตกรรมการรักษาทารกตัวเหลืองด้วย LED Phototherapy” [online] ได้จาก: http://nptho.moph.go.th/evaluate_555/annualrpt_ministry/WorkFile/K17_Works_HOS01_1_Tak.pdf.

[7] บัณฑิต เกษา และคณะ. (2557). “เครื่องส่องไฟสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด โดยใช้หลอดไฟแอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสง”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 ,หน้า 437-440

เครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง

The Physical Therapy for Arms

ธนาฒน์ สุกนวล[1], สิวรุจน์ หนูหลง[2], พิพัฒน์ อมตฉายา[3], วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ[4], ไมตรี ธรรมมา[5]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างนวัตกรรมเครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระหน้าที่ผู้ดูแลและควบคุมการกายภาพบำบัดอีกทั้งยังช่วยให้ผู้ป่วยได้ทำกายภาพบำบัดด้วยตนเองได้ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ เอ็นโค้ดเดอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบการหมุน คีย์แพดส่วนที่รับข้อมูล ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เป็นการประมวลผลสั่งการทำงานของเครื่อง สร้างวงจรกลับมอเตอร์ H-Bridge โดยมีผลการทดลองจากการทดสอบเครื่องและถูกนำไปใช้งานจริงกับผู้ป่วย เพื่อทำการฟื้นฟูและสามารถสร้างแรงจูงใจที่จะทำกายภาพบำบัดมากขึ้น

คำสำคัญ: รูปแบบบทความ, ขนาดตัวอักษร, รูปแบบตัวอักษร

Abstract

This article presents design and creation for innovative, The Physical Therapy for Arms. To help caregiver and physiotherapist, and to enable the patient to undergo physical therapy. The key elements are Encoder is a rotating motor device. Keyboard, receiving part microcontroller is used to process the machine. The H-Bridge motor circuit is backed by a test of the machine and is actually used with the patient. To rehabilitate and to be motivated to do more physical therapy.

Keywords: submission procedure, manuscript format, font size, font style, blank line

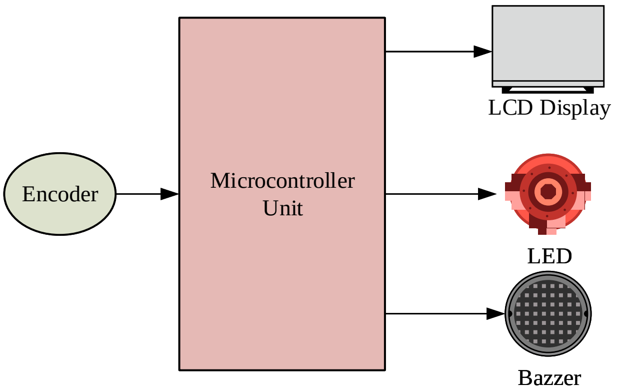
1. บทนำ

อาการของกล้ามเนื้ออ่อนแรง [1] คืออาการผิดปกติของระบบประสาทอย่างหนึ่ง ส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยนั้นบังคับกล้ามเนื้อหรือเคลื่อนไหวร่างกายไม่ได้ตามปกติ กรณีในส่วนของการอ่อนแรงที่แขนผู้ป่วยจะไม่สามารถยกหรือขยับแขนได้ตามปกติ โดยผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาจากอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงจึงจำเป็นต้องได้รับการทำกายภาพบำบัด อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยได้บริหารกล้ามเนื้อที่แขนมากขึ้น ซึ่งการทำกายภาพบำบัดนี้จำเป็นต้องมีคนที่คอยช่วยเหลืออยู่ตลอดเวลา ทำให้เป็นภาระแก่เจ้าหน้าที่ในสถานพยาบาลมากขึ้น

เพื่อเป็นการช่วยเหลือผู้ป่วยและลดภาระหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ในสถานพยาบาลในการดูแลผู้ป่วย คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จัดทำเครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนที่อ่อนแรง โดยเครื่องสามารถนับจำนวนครั้งที่ผู้ป่วยแกว่งแขนถึงองศาที่ถูกกำหนดโดยเจ้าหน้าที่พยาบาล เมื่อผู้ป่วยแกว่งแขนได้ตามองศาที่กำหนดเครื่องก็จะทำการนับ แล้วแสดงจำนวนนับที่จอ LCD ผู้ป่วยจะสามารถเห็นผลว่าตนเองมีความสามารถ แกว่งแขนได้กี่ครั้งซึ่งทำให้ผู้ป่วยมีแรงจูงใจในการทำกายภาพบำบัดโดยตนเองมากขึ้น

2. หลักการทำงานของเครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง

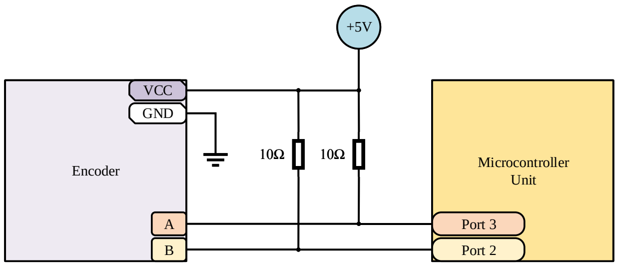
วงจรที่ใช้นำมาในโครงงานเครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้าม-เนื้อแขนอ่อนแรงเมื่อนำแนวคิดมาเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง

เอ็นโค้ดเดอร์ จะทำหน้าที่ตรวจจับมุมของการหมุน (การแกว่งแขน) แล้วส่งค่าที่ได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นในกรณีนวัตกรรมนี้ซึ่งเอ็น

โค้ดเดอร์ทำหน้าที่เหมือนผู้ตรวจการทำงาน การเคลื่อนที่ ความเร็ว และตำแหน่งของแกนเพลาแล้วรายงานผลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 2



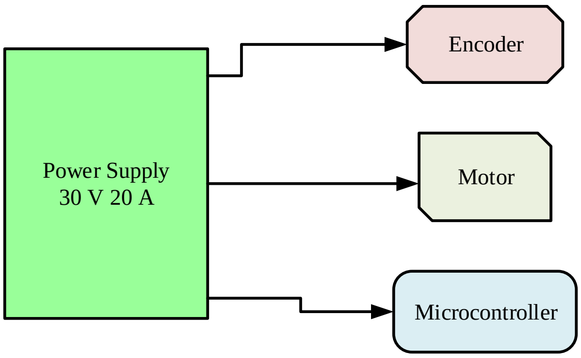
รูปที่ 2 วงจรรับสัญญาณเอ็นโค้ดเดอร์

โดยข้อมูลที่ประมวลผลได้จะถูกส่งไปยังจอแสดงผล LCD ขนาด 16×2 ตัวอักษร และ ในส่วนของลำโพงบัสเซอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างเสียงเตือน เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณเสียงเตือน เมื่อผู้ป่วยหมุนการแกว่งของแขนจนถึงมุมที่กำหนด และถึงจำนวนครั้งที่กำหนดเอาไว้

3. การดำเนินงาน

การออกแบบตัวเครื่องจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโครงสร้างของเครื่อง และส่วนการควบคุมการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรไฟเลี้ยง วงจรรับค่าเอ็นโค้ดเดอร์ วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

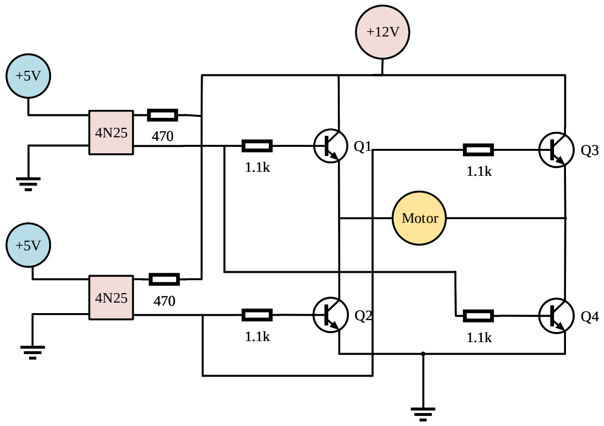
วงจรจ่ายแรงดันให้อุปกรณ์ จะใช้วงจรสวิทซ์ซิ่งเพาเวอร์ซับพลายในการจ่ายแรงดัน ให้แก่ วงจรประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรขับมอเตอร์, เอ็นโคดเดอร์ เป็นต้น โดยวงจรมีกำลังจ่ายกระแสได้สูงสุด 30 A และจ่ายแรงดันได้สูงสุด 20 V



รูปที่ 3 การบริการจัดการแหล่งจ่ายแรงดัน

Rotary Encoder หรือเรียกว่าการ Shaft encoder เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางกล ที่แปลงตำแหน่งเชิงมุม หรือความเคลื่อนไหวของเพลาไปเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง โดยจะใช้ในการตรวจจับมุมของแกนเพลา เมื่อผู้ป่วยได้หมุนแกนเพลาได้ตามมุมที่นักกายภาพบำบัดกำหนดไว้ สัญญาณที่ได้ก็จะนำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วใช้เป็นเงื่อนไขการตรวจนับการแกว่งแขนต่อไป

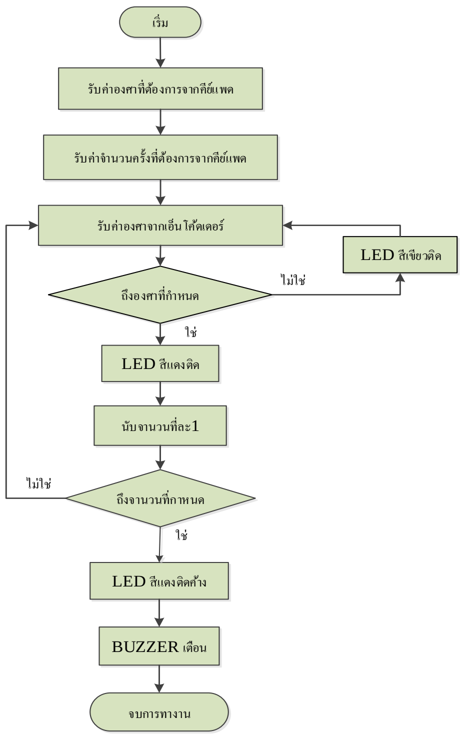
วงจรควบคุมมอเตอร์ เป็นวงจรที่ควบคุมทิศทางของมอเตอร์ เพื่อใช้สำหรับปรับระดับของแกนเพลาให้มีความสูงที่เหมาะสมกับความสูงของผู้ป่วยในการกายภาพบำบัด โดยจะใช้วงจร H-Bridge ซึ่งวงจรประกอบไปด้วย ทรานซิสเตอร์ 4 ตัว ต่อดังรูปที่ 4 แต่ในการการทำงานของวงจรนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงานเพียง 2 ตัว เพื่อควบคุมการหมุนด้านหนึ่ง และจะสลับการทำงานอีก 2 ตัว เพื่อควบคุมหรือสลับการหมุนของมอเตอร์ เพื่อปรับระดับแกนเพลาขึ้น หรือลงตามต้องการ



รูปที่ 2 ควจรควบคุมมอเตอร์แบบ H-Bridge

การทำงานของโปรแกรมควบคุม เครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง จากรูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรม เมื่อทำการเปิดสวิตช์ โปรแกรมจะสั่งให้ไมโครคอนโทรเลอร์รอรับค่าจากคีย์แพดเพื่อให้ทำการกำหนดมุมของการแกว่งแขน และกำหนดจำนวนครั้งของการแกว่งแขน เมื่อกำหนดค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นการเริ่มฟังก์ชันการกายภาพ โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะรอรับค่าจากเอ็นโค้ดเดอร์ ว่าหมุนถึงมุมที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าหากยังไม่ถึงระบบการนับจะยังไม่เริ่มทำงาน แต่เมื่อผู้ป่วยทำการแกว่งแขนถึงมุมที่กำหนด ระบบการนับก็จะเริ่มทำงาน โดยการนับขึ้นทีละ 1 ครั้ง พร้อมส่งสัญญาณเตือน และเมื่อนับถึงจำนวนที่กำหนดเอาไว้ LED สีแดง จะติด พร้อมกับเสียงเตือนว่าสิ้นสุดการทำกายภาพบำบัด ทั้งนี้การกำหนดฟังก์ชั่นดังกล่าวจะ

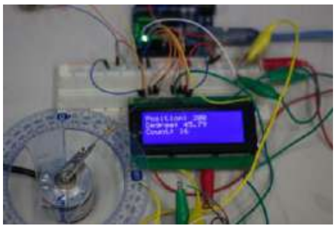
เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้แก่ผู้ป่วยได้มีความพยายามทำการกายภาพบำบัดให้มากขึ้น เพื่อการฟื้นฟูร่างกายให้เป็นปกติต่อไป



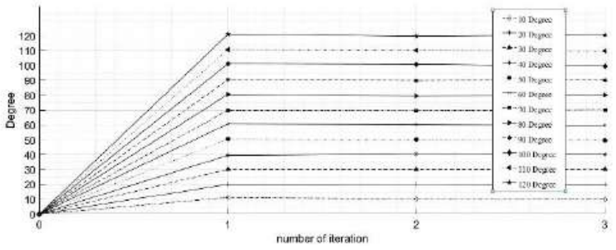
รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม เครื่องช่วยกายภาพบำบัดกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง

4 ผลการทดลอง

การทดลองสอบเทียบการอ่านค่ามุมที่เกิดจากการหมุนของของแกนเพลา จากรูปที่ 6 ทำการวัดค่ามุมจากเพลทวัดมุมเทียบกับค่าที่แสดงบนจอ LCD เป็นการเทียบค่าที่แสดงออกบนจอ LCD ว่าตรงตามค่ามาตรฐานหรือไม่ และมีค่าผิดพลาดเท่าไร โดยทำการเริ่มทดลองที่มุม 10 องศา จนถึง 120 องศา โดยผลการทดลองที่ได้แสดง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 6 วัดค่าองศาจากแผ่นเพลทวัดองศาเทียบกับค่าที่แสดงบนจอแสดงผล LCD



รูปที่ 7 ผลการวัดมุมการหมุนของแกนเพลา

จากรูปที่ 7 ผลการวัดมุมของแกนเพลา โดยการวัดจะทำการปรับแกนเพลาให้ได้ตามมุมเพลตวัดมุมโดยมีค่าการวัดตั้งแต่ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 องศา ตามลำดับ โดยแต่ละมุมจะทำการปรับเกนเพลา แล้วอ่านค่าที่วัดได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านจอ LCD จำนวน 3 ครั้ง แล้วมากหาค่าเฉลี่ยและ ค่าความผิดพลาดเมื่อเทียบกับเพลตวัดมุมโดย

$$\%error = \left| \frac{x_a - x_b}{x_a} \right| \times 100\%$$

เมื่อ x_a คือ ค่าที่วัดได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทลเลอร์, x_b คือ ค่าที่อ่านได้จากเพลตวัดมุม โดยจากการทดลองดังกล่าวได้ผลดังตารางที่ 1

จากแผ่นเพลทวัดองศา(องศา)	ค่าที่แสดงบนจอแสดงผล LCD (องศา)	ค่าผิดพลาด (องศา)
10	10.36	0.36
20	20.04	0.04
30	30.08	0.08
40	40	0
50	50.15	0.15
60	60.22	0.22
70	69.91	0.09
80	80.06	0.06
90	90.12	0.12
100	100.45	0.45
110	110.15	0.15
120	120.41	0.41

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลของการวัดมุมของแกนเพลาเมื่อเทียบกันระหว่างค่าที่วัดได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทลเลอร์ กับ แผ่นเพลต

พบว่ามีค่าความผิดพลาดมากที่สุดที่ 100 องศา และค่าผิดพลาดที่น้อยที่สุดที่ 40 อาศา

การนำไปทดลองกับผู้ป่วยจริง ดังรูปที่ 9 โดยการทดลองนี้ได้นำไปใช้ทดลองที่โรงพยาบาลเทพรัตน์ นครราชสีมา โดยทำการทดสอบความพึงพอใจจากการใช้งานของผู้ป่วยจริง จำนวน 15 คน แบ่งเป็นชาย 6 คน และหญิง 9 คน จากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการทดสอบทำกายภาพบำบัดมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ ซึ่งจากการสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการทดสอบทำกายภาพบำบัดจำนวน 15 คน มีคะแนนความพึงพอใจดังนี้

ตารางที่ 2 ระดับความพึ่งพอใจของผู้เข้ารับการทดสอบทำกายภาพบำบัดจำนวน 15 คน

ความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องช่วยกายภาพบำบัดผู้ป่วยกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง	ระดับความพึ่งพอใจ (คน)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยในการทำกายภาพบำบัด	8	6	1	-	-
2. ความปลอดภัยของเครื่องช่วยกายภาพบำบัด	12	2	1	-	-
3. ระยะเวลาการทำการภาพบำบัด	4	10	1	-	-
4. ช่วยลดภาระหน้าที่ของผู้ดูแลการทำกายภาพบำบัด	8	6	1	-	-
5. สามารถรับรู้ถึงกำลังแขนของตนเอง	10	5	-	-	-
6. สะดวกต่อการใช้งาน	11	4	-	-	-

จากตาราง 2 ระดับความพึ่งพอใจของผู้เข้ารับการทดสอบทำกายภาพบำบัดจำนวน 15 คน โดยรวมแล้วอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และมีผู้ป่วยที่เข้ารับทำกายภาพบำบัดรวมทั้งผู้ดูแลการทำกายภาพบำบัดได้ให้คำแนะนำต่าง ๆ ได้แก่ ควรเพิ่มแรงต้านได้มาก ๆ, ทำที่ยึดมือติดกับที่จับ, มีเก้าอี้สำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีแรงยืน

รูปที่ 8 การทำไปทดลองกับผู้ป่วยจริง ณ โรงพยาบาลเทพรัตน์ นครราชสีมา

5.สรุป

เครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง ได้มีส่วนช่วยให้ผู้ป่วยมีแรงจูงใจในการทำกายภาพบำบัดมากขึ้น และ ป้องกันไม่ให้กล้ามเนื้อที่ไม่ได้ใช้งานนาน ๆ ฝ่อลีบลง ซึ่งผลจากการนำไปทดลองจากผู้ป่วยจริงได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี

6. กิตติกรรมประกาศ

เครื่องมือสำหรับทำการทดลองได้ความอนุเคราะห์จากโรงพยาบาลเทพรัตน์ นครราชสีมา และสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และงบประมาณสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] วิสุทธินี เทือกทอง, พ.บ.; วิษณุ กัมทรทิพย์, พ.บ., ป.ชั้นสูง (เวชศาสตร์ฟื้นฟู), ว.ว. (เวชศาสตร์ฟื้นฟู); นิสากร คงศรี, ศศ.ม. ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

การตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยใช้กล้องจากสมาร์ทโฟน
Measurement of Heart Rate and Blood Oxygen Saturation Using Smartphone Camera

กันตภณ สุมณฑา[1] และ ชาญชัย ปลื้มปิติวิริยะเวช[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวันกรุงเทพฯ 10330 E-mail: sumontha02@hotmail.com
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวันกรุงเทพฯ 10330 E-mail: Charnchai.P@chula.ac.th

บทคัดย่อ

อัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดสามารถใช้ประเมินสุขภาพเบื้องต้นของมนุษย์ได้ งานนี้จึงได้นำเสนอการวัดอัตราการเต้นของหัวใจกับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยใช้สมาร์ทโฟนและการประมวลผลภาพ เนื่องจากสมาร์ทโฟนถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอยู่แพร่หลายในปัจจุบันและฟังก์ชันมีให้เลือกหลากหลาย แนวคิดคือการใช้ การประมวลผลด้วยภาพและวิดีโอ วิเคราะห์การดูดซับของความเข้มแสงเมื่อผ่านนิ้วมือที่บันทึกได้จากกล้องบนสมาร์ทโฟนพร้อมทั้งเปิดแฟลช ผลจากการทดลอง จากการทดลอง 20 คน อายุ17-88 ปี พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดมีความคลาดเคลื่อนจากการวัดโดยเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

Abstract

Heart rate and blood oxygen saturation can be used to assess primary health condition. In this work, we propose the method to measure the heart rate and blood oxygen saturation by using smartphone and image processing techniques because nowadays the smartphone has become increasingly essential in our daily and has a wide range of features. This method relies on image and video processing algorithms to analyze the absorption of light intensity on human's finger recorded by smartphone camera with a flash light. The results from 20 subjects aged between 17 and 88 show that heart rate and oxygen saturation miss from the Pulse Oximeter no more than 2 percent.

Keywords: oxygen saturation, Heart rate, smartphone

1.บทนำ

ร่างกายของคนปกติจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ไม่เท่ากันตามแต่ช่วงอายุ โดยวัยรุ่นถึงวัยผู้ใหญ่จะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที (bpm) ปัจจัยที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจของคนไม่เท่ากันมาจากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างเช่น อายุ สภาพร่างกาย โดยขณะพักผ่อนอัตราการเต้นของหัวใจจะเต้นช้ากว่าตอนเคลื่อนไหว อารมณ์ขณะเศร้าอัตราการเต้นของหัวใจจะช้ากว่าปกติ [1] อัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นตัวบอกถึงการทำงานของหัวใจ ซึ่งถ้าอัตราการเต้นของหัวใจผิดปกติอาจสุ่มเสียงต่อการเป็นโรคหัวใจ ความดัน โรคปอด สมองขาดเลือด ออกซิเจนในเลือดต่ำ เป็นต้น [1],[2] การวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด มี 2 แบบ คือแบบคุกคาม (invasive) เช่น การเจาะเลือด และแบบไม่คุกคาม (non-invasive) โดยใช้เครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจน (pulse oximeter) หรือ PO ถ้าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดผิดปกติอาจคาดการณ์ได้ว่าเป็นโรคความดัน หรือ ภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) เป็นต้น [2]

ปัจจุบันการวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจทำได้ง่ายมากขึ้นโดย PO ซึ่งใช้สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยที่ไม่ต้องเจาะเลือด ใช้เพียงแค่นิ้วมือของผู้ป่วยในการวัด แต่ก็อาจจะมีปัญหาตรงที่ต้องไปตรวจที่โรงพยาบาลขนาดใหญ่ หรือ ตรวจกับเครื่องวัดที่มีมาตรฐานซึ่งขนาดไม่เหมาะสมที่จะพกพาในระหว่างการดำเนินกิจวัตรประจำวัน ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดได้อย่างสม่ำเสมอ

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยสมาร์ทโฟนรุ่น Samsung galaxy J7 และการประมวล ผลภาพ ซึ่งในสมาร์ทโฟนจะมี LED ทำหน้าที่ปล่อยคลื่นแสงและตัวกล้องวิดีโอทำหน้าที่รับคลื่นแสงแล้วมาประมวลผลในโปรแกรม เพื่อวัดความแม่นยำของวิธีของผู้วิจัยและเครื่องมือวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดจริง ความถูกต้องของข้อมูล มีจากหลายปัจจัย เช่น แสงมีมากเกินไปหรือน้อยเกินไป [3] ตำแหน่งที่วางนิ้วมือลงบนโทรศัพท์ [4] เป็นต้น

2.ขั้นตอนและกระบวนการ

การตรวจวัดหาอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด โดยปกติจะใช้ PO ในการตรวจสอบ ดังรูปที่ 1 และ 2 หลักการของ PO คือ ดูดซับคลื่นแสงที่แตกต่างกันของฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนและฮีโมโกลบินที่ไม่จับกับออกซิเจน เครื่อง PO ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ตัวตรวจวัด ที่มีส่วนปล่อยและรับคลื่นแสง และตัวรับสัญญาณ [2] ซึ่งสมาร์ทโฟนจะมี LED ทำหน้าที่ปล่อยคลื่นแสงและตัวกล้องวิดีโอทำหน้าที่รับคลื่นแสง

รูปที่ 1 เครื่อง Pulse Oximetry แบบพกพา

รูปที่ 2 เครื่อง Pulse Oximetry ในโรงพยาบาล

2.1 การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วิธีการตรวจวัดหาอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้สมาร์ทโฟน โดยการรับข้อมูลมาเป็นวิดีโอเป็นเวลา 60 วินาที เพื่อทำการเปรียบเทียบกับ PO เมื่อเราได้ข้อมูลมาแล้วจะนำมาลดสัญญาณรบกวนออก โดยกราฟสัญญาณที่ได้ถ้าลดสัญญาณรบกวนออกไปได้มากก็จะทำให้การหาอัตราการเต้นของหัวใจได้ดี เพราะอัตราการเต้นของหัวใจจะวัดจากจำนวนจุดยอดของคลื่นกราฟ

ขั้นตอนการตรวจวัดหาอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด

เก็บข้อมูลจากกล้องของโทรศัพท์มือถือ

↓

เลือกช่องสัญญาณแสงสีแดงในแต่ละเฟรม

↓

ขจัดเรียบ (smoothing) แบบเฉลี่ยจุดทุกจุด (moving average)

↓

หาจุดสูงสุดแต่ละลูกคลื่นของกราฟสัญญาณ (Peak detection)

↓

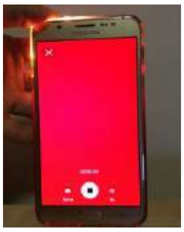
การหาอัตราการเต้นของหัวใจ	การหาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด

รูปที่ 3 ขั้นตอนการตรวจวัดหาอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจน

การเก็บข้อมูลจากกล้องของโทรศัพท์

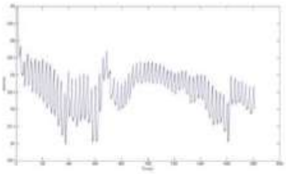
การเก็บข้อมูลจากกล้องของโทรศัพท์มือถือจะมีความคมชัดมากกว่ากล้องของเว็บแคม [8] โดยรับมาในรูปแบบของวิดีโอดังรูปที่ 4 และ 5 เป็นเวลา 1 นาที แล้วแบ่งพิจารณาในแต่ละเฟรมของวิดีโอ โดยจะเลือกออกมาเป็นเฟรมๆเฉพาะช่องสัญญาณสีแดง [5],[6]],[7]

รูปที่ 4 ภาพเก็บข้อมูลจากสมาร์ทโฟนด้านหลัง

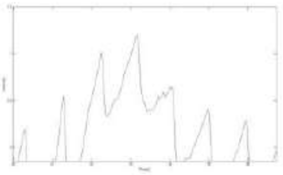


รูปที่ 5 ภาพเก็บข้อมูลจากสมาร์ทโฟนด้านหน้า

ความเข้มของสีในช่วงของช่องสัญญาณสีแดงมีความเข้มมากกว่าในช่องสัญญาณสีเขียว และ สีน้ำเงิน ซึ่งการทำแค่ช่องสัญญาณสีแดงจะเป็นการลดเวลาการทำงานของโปรแกรมผลที่ได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ภาพกราฟสัญญาณที่เลือกเฉพาะแถบสีแดง



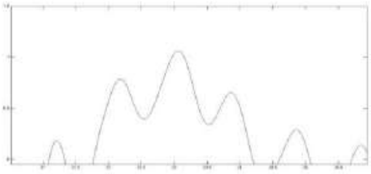
รูปที่ 7 ภาพกราฟสัญญาณต้นฉบับที่แบ่งมาแสดง

การขจัดเรียบ (smoothing)

เมื่อได้กราฟสัญญาณต้นฉบับมาดังรูปที่ 4 ส่วนมากจะมีสัญญาณรบกวนติดมาได้ โดยสัญญาณรบกวนอาจเกิดมาจากตอนเก็บข้อมูลมีแสงที่สว่างมากเกินไปทำให้ความเข้มของแสงมีมากขึ้นกว่าปกติ จึงต้องมีการกรองความถี่ต่ำและการขจัดเรียบ โดยเลือกใช้การ และการขจัดเรียบ (smoothing) แบบเฉลี่ยจุดทุกจุด (moving average) ดังสมการที่ 1 ผลที่ได้ดังรูปที่ 8

$$Y(\mathrm{k}) = \frac{\Sigma}{\quad} \tag{1}$$

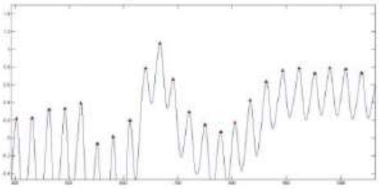
โดยที่ $Y(\mathrm{k})$ คือ ตำแหน่งที่มีการขจัดเรียบในทุกๆจุด และ n คือ จำนวนจุดที่ทำการขจัดเรียบ



รูปที่ 8 ภาพหลังผ่านการกรองด้วยวงจรกรองความถี่ต่ำและขจัดเรียบ

Peak detection

การหาจุดสูงสุดของแต่ละลูกคลื่นของกราฟสัญญาณ (peak detection) เพื่อใช้ในการหาอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด โดยนับจากจำนวนจุดสูงสุดของแต่ละลูกคลื่นของกราฟสัญญาณ เนื่องจากตามทฤษฎีจุดหนึ่งจุดจะแสดงการเต้นของหัวใจหนึ่งครั้ง ซึ่งคนปกติจะมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที เปรียบเทียบความถูกต้องกับ PO ผลที่ได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ภาพการหา peak detection

2.2 การวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดปกติสามารถวัดได้โดย PO ใช้ความยาวคลื่นแสง 2 ช่วงคือ oxyhemoglobin (HbO_2) ต่อผลรวมของ oxyhemoglobin และ reduced hemoglobin (HbR) เรียกว่า Saturation of Peripheral Oxygen หรือ SpO_2 [2] ตามสมการที่ 2

$$\frac{\quad}{\quad} \tag{2}$$

วิธีการตรวจวัดหาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดโดยใช้สมาร์ทโฟนในการรับข้อมูลมาเป็นวิดีโอ เนื่องจากสมาร์ทโฟนในปัจจุบันไม่สามารถรับแสงอินฟราเรดได้หรืออาจรับได้ก็จะแสดงค่าน้อยมากๆ เนื่องจากแสงอินฟราเรดเป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ตามสมการที่ 2 ทางผู้วิจัยจึงนำแค่ค่าของความยาวคลื่นสีแดงมาใช้ในการหาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด โดยพิจารณากากกราฟสัญญาณที่หาจุดยอดของคลื่น นำค่าที่ได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วนำไปเปรียบเทียบกับ PO ซึ่งคนปกติจะค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดอยู่ที่ร้อยละ 95-99

3 ผลการทดลอง

3.1 อัตราการเต้นหัวใจเปรียบเทียบกับ PO

	อายุ (ปี)	Heart rate	pulse oximetry	% Error
1	10-25	62-90	63-92	0.84
2	26-50	70-71	70-73	1.4
3	51-70	63-80	62-82	0.69
4	71-90	80-82	80-82	0.92

3.2 ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดเปรียบเทียบกับ PO

	อายุ (ปี)		pulse oximetry	% Error
1	10-25	98.1-99.2	98-99	0.083
2	26-50	98.9-99.1	98-99	0.50
3	51-70	98.2-99.2	98-99	0.19
4	71-90	95.6-96.8	96-97	0.31

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าจากผู้ทดลองทั้ง 20 คน อัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดที่ได้จากสมาร์ทโฟน มีความใกล้เคียงกับ PO ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ โดยปกติคนอายุเยอะจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงกว่าคนอายุน้อย แต่ก็จะเห็นว่าคนอายุน้อยบางส่วนก็อาจจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงได้ขึ้นอยู่การวัดในขณะนั้นผู้ทดลองอาจมีอาการตื่นเต้น โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก PO จะไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

4. สรุป

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของซิเจนในเลือดมีความสำคัญเพราะถ้าอัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดผิดปกติอาจคาดการณ์ได้ว่าเป็นโรคความดัน หรือภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) เป็นต้น ซึ่งสมาร์ทโฟน ทำให้เราสามารถตรวจวัด อัตราการเต้นของหัวใจและความอิ่มตัวของซิเจนในเลือดได้ตลอด และผลที่ได้ก็ใกล้เคียงกับ PO จริง เพิ่มความสะดวกของเราให้มากขึ้น ยิ่งทำให้การตรวจวัดง่ายและสะดวกมากขึ้นก็จะทำให้คนหันมาใส่ใจที่จะตรวจเช็คกันมากยิ่งขึ้น ในอนาคตเราอาจป้องกันและรักษาโรคก่อนที่มันจะเกิดขึ้นได้

5.เอกสารอ้างอิง

[1] ดร.สัญญา ร้อยสมมุติ. (2555), หัวใจและการไหลเวียนเลือด,ตุลาคม.

[2] บดินทร์ ขวัญนิมิตร.การวัดความอิ่มตัวออกซิเจนของฮีโมโกลบินจากชีพจรในผู้ใหญ่. 2006:245-52

[3] W. Karlen, G. M.Ansermino, G. A. Dumont, and C. Scheffer, " Detection of the Optimal Region of Interest for Camera Oximetry", IEEE EMBS, 2013, pp. 2263-6.

[4] W. Karlen, J. Lim, J. M. Ansermino, G. A. Dumont, and C. Scheffer, " Recognition of Correct Finger Placement for Photoplethysmographic Imaging," in Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2013, p. accepted.

[5] W. Karlen, J. Lim, J. M. Ansermino, G. A. Dumont, and C. Scheffer, "Design Challenges for Camera Oximetry on a Mobile Phone," in Annual International Conference of the IEEE EMBS, 2012, pp. 2448–51.

[6] Narges N, Parham A. " Multi channel Heart beat detection" , IEEE,2013:739-742

[7] F. P. Wieringa, F. Mastik, and A. F. van der Steen, "Contactless multiplewavelength photoplethysmographic imaging: a first step to-ward"SpO2 camera" technology." Ann Biomed Eng, vol. 33, no. 8, pp. 1034–41, 2005.

[8] M.-Z. Poh, D. J. McDuff, and R. W. Picard, "Advancements in noncontact,multiparameter physiological measurements using a webcam."

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Application Volunteer Emergency Practice on Smartphone using Android Operating System

ปิยสุดา ตันเลิศ[1] สุริยา อุทธสิงห์[2] ยุทธนา จรเด็จ[3]
[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 E-mail: piyasuda@udru.ac.th[1]
[2,3] สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 E-mail: sattha41280@gmail.com[2], yuthanes@gmail.com[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) เพื่อประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชันได้แก่ Android Studio , Android SDK Tools JAVA, XML Operating System Android และแบบประเมินระบบคุณภาพของแอพพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม จำนวน 5 คน ผลการวิจัยพบว่าได้ 1) แอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีฟังก์ชันการทำงาน 5 ฟังก์ชั่น ได้แก่ (1) การโทรฉุกเฉิน (2) เครื่องมือที่จำเป็น (3) การเรียนรู้ CPR (4) โหมด CPR และ (5) โหมด CPR Test และ 2) การประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่นโดยการประเมินจาก (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.51 (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการนวดหัวใจผายปอด พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และ (3) ผู้ใช้ทั่วไป พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

คำสำคัญ: แอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉิน, การนวดหัวใจผายปอด, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

The purpose of this research was to 1) development of application volunteer emergency practice on smartphone using android operating system 2) evaluate the quality of application by design and development expert. The instrument used in this research were android studio, android SDK Tools JAVA, XML, Android Operating System and questionnaire for quality evaluation by expert. The result of research found that 1) application volunteer emergency practice on smartphone using android operating system consist five functions: emergency calls, necessary tools, learning for CPR, CPR mode and CPR Test mode. The evaluation by 1) Technical expert found that design development application were very good level ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.51) 2) expert of CPR found that development application were fair and -3) User found that development application were good.

Keywords: Mobile Application, CPR, Android Operating System

1. บทนำ

ปัจจุบันสถานการณ์การเจ็บป่วยฉุกเฉินมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทั้งจากอุบัติเหตุ และจากการเจ็บป่วยฉุกเฉินด้วยโรคอันตราย ซึ่งอาจจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือ ณ จุดเกิดเหตุอย่างทันท่วงที ซึ่งผู้ป่วยที่หัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน ถึงแม้ผู้ป่วยจะไม่หายใจและไม่มีชีพจรแล้ว แต่เซลล์และอวัยวะสำคัญต่างๆ ของร่างกายก็ยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในระยะสั้นๆ จนกว่าออกซิเจนจะถูกใช้จนหมด หรือจนกว่าผู้ป่วยจะได้รับการช่วยชีวิตด้วยการกู้ชีพในเบื้องต้น หรือการทำ CPR [1] และปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่สำคัญที่สุดคือต้นทุนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาสิ่งใหม่ออกมา เพื่อตอบโจทย์การใช้งานที่เหมือนกัน แต่ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า ซึ่งการฝึกหัดการนวดหัวใจผายปอดนั้น สิ่งหนึ่งที่จำเป็นในการฝึกคือชุดหุ่นทดลองการทำ CPR ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาเล็งเห็นความสำคัญที่จะพัฒนาตอบโจทย์การใช้งานสำหรับการฝึกทำ CPR ที่ให้ความสำคัญกับอัตราการกดหัวใจ ที่เกณฑ์มาตรฐานคือ 100-120 ครั้ง/นาที และความลึกการกดมาตรฐาน 5-6 เซนติเมตร เพราะหุ่นไม่สามารถบอกข้อมูลเหล่านี้ได้ [1]

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะพัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เรียนรู้กระบวนการนวดหัวใจผายปอด ที่มุ่งฝึกฝนการทำ CPR ให้ชำนาญ เพื่อให้สามารถเป็นอาสาสมัครช่วยเหลือผู้ป่วยในสถานการณ์ฉุกเฉินในภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลันได้อย่างถูกต้อง และนำผู้ป่วยฉุกเฉินส่งโรงพยาบาลต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1. เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.2. เพื่อประเมินคุณภาพแอพลิเคชั่นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการใช้งาน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การช่วยฟื้นคืนชีพ (Cardiopulmonary resuscitation: CPR)

การกู้ชีพ คือ กระบวนการดูแลผู้ป่วยที่มุ่งเน้นให้อวัยวะสำคัญเหล่านั้นมีเลือดและออกซิเจนไปเลี้ยงอย่างเพียงพอก่อนที่อวัยวะต่างๆ จะตาย ด้วยวิธีการนวดหัวใจผายปอด โดยมีอัตราการกดมาตรฐานอยู่ที่ 100-120 ครั้ง/นาที่ และความลึก 5-6 เซนติเมตร [2]

3.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Operating System)

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ และ คอมพิวเตอร์แบบแท็บเล็ต (Tablet Computer หรือ Tablet PC) เป็นต้น โดยพัฒนามาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ อีกทีหนึ่ง [3]

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อลงกรณ์ อนรรฆพรรณ [4] ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมทดสอบการได้ยินของหูบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) และโปรแกรมทดสอบการได้ยินของหูบนมือถือ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

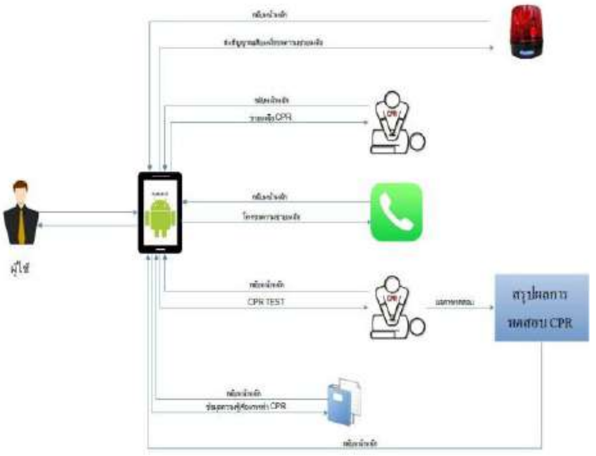
โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา ประกอบด้วย Android Studio , Android SDK Tools, JAVA, XML, Operating System Android

4.2 การออกแบบระบบ

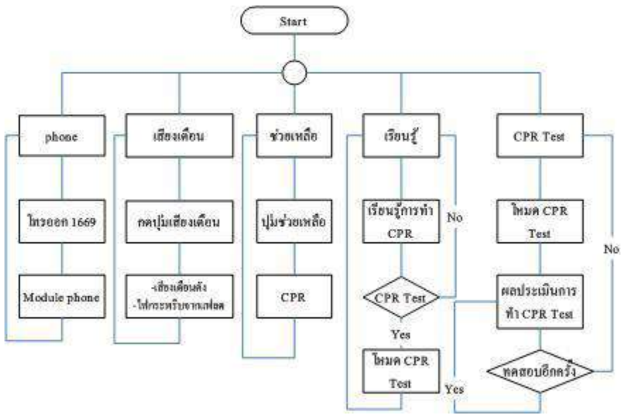
การวิเคราะห์และออกแบบระบบการพัฒนาแอพพลิเคชั่น โดยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักการการช่วยฟื้นคืนชีพจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ มาวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยการเขียนภาพรวมของระบบ และคำสั่งเมื่อเอาแต่ละออบเจ็คทั้งหมดมารวมกันรวมทั้งใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) อธิบายให้เห็นกระบวนการทำงานทั้งหมดของแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 3 โดยมี Actor คือ ผู้ใช้งาน และมียูสเคสฟังก์ชัน มีการทำงาน 3 ส่วนสำคัญ คือส่วนให้ความรู้การทำ CPR เครื่องมือช่วยเหลือที่จำเป็น และโหมดหลักคือโหมด CPR ซึ่งจะช่วยอาสาสมัครในการฝึกหัดทำ CPR และประเมินผลการปฏิบัติ 2 อย่างคือ อัตราการกด และความลึกของการกดโดยอิงกับเกณฑ์มาตรฐาน พร้อมกับให้คำแนะนำในการฝึก

4.3 การทดสอบและประเมินผลระบบ

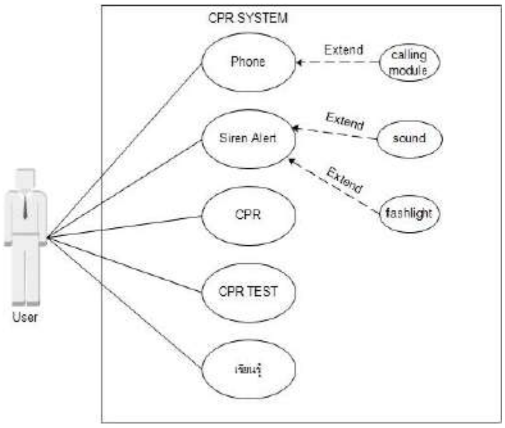
เมื่อพัฒนาแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว มีการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันก์ เพื่อทดสอบว่ากระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันมีข้อผิดพลาดหรือไม่แล้วนำปัญหาจากการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การทำงานสมบูรณ์มากสุด เมื่อทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้ว นำแอปพลิเคชันไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาและออกแบบโปรแกรม จำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงในด้านการใช้งาน ด้านการแสดงผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการนวดหัวใจผายปอด ประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง และคุณภาพประโยชน์ที่ได้รับ



รูปที่ 1 ภาพรวมการออกแบบระบบ



รูปที่ 2 คำสั่งเมื่อเอาแต่ละออบเจ็คทั้งหมดมารวมกัน



รูปที่ 3 Use Case Diagram

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การพัฒนาแอพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วยการทำงาน 5 ฟังก์ชั่น ได้แก่ 1) การโทรฉุกเฉิน 2) เครื่องมือที่จำเป็น 3) การเรียนรู้ CPR 4) โหมด CPR และ 5) โหมด CPR Test ภายในแอพพลิเคชั่นจะให้ความรู้ในด้านการช่วยเหลือด้วยวิธีการทำการนวดผายปอด(CPR) ทั้งในโหมดช่วยเหลือในสภาวะจริง และโหมดการฝึกฝนการทำ CPR โดยมีหน้าจอดังรูปที่ 4

(1)

(2)

(3)

รูปที่ 4 (1)หน้าจอหลัก (2) โหมด CPR/ CPR Test (3) knowledgeและประเมินผล

5.2 ผลการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ

1) การประเมินผลการพัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนา จำนวน 5 คน ผลดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ความถูกต้องในการทำงานของปุ่มควบคุมต่างๆ	4.40	0.54	ดี
2	ความถูกต้องของการทำ CPR	4.20	0.83	ดี
3	ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเข้าใจได้ง่าย	4.60	0.54	ดีมาก
4	ความเร็วในการประมวลผล	4.40	0.89	ดี
5	สามารถใช้งานง่าย	4.60	0.54	ดีมาก
6	ติดตั้งใช้งานได้ง่าย	4.60	0.54	ดีมาก
7	การใช้งานปุ่ม Phone ที่ใช้ในการโทร	5.00	0.00	ดีมาก
8	การใช้งานปุ่ม siren เสียงแจ้งเตือน	4.80	0.44	ดีมาก
9	การใช้งานฟังก์ชัน CPR สภาวะจริง	4.40	0.70	ดี
10	การใช้งานฟังก์ชัน CPR TEST	4.20	0.83	ดี
11	การใช้งานคู่มือการเรียนรู้ CPR	4.40	0.54	ดี
12	ความถูกต้องของแอพพลิเคชั่นในภาพรวม	4.60	0.54	ดีมาก
	โดยภาพรวม	**4.51**	**0.57**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.51

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านการแสดงผล

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	มีความชัดเจนของข้อความที่แสดงผลบนจอภาพ	4.80	0.44	ดีมาก
2	แอพพลิเคชั่นมีความครบถ้วนของข้อมูลในการแสดงผล	4.60	0.54	ดีมาก
3	ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวาง บนจอภาพ	4.80	0.44	ดีมาก
4	ความเหมาะสมในการใช้รูปแบบตัวอักษร	4.40	0.54	ดี
5	ความเหมาะสมในการใช้สี	4.00	0.70	ดี
6	การแสดงผลในภาพรวม	4.60	0.54	ดีมาก
	โดยภาพรวม	**4.53**	**0.53**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพด้านการแสดงผลพบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53

2) การประเมินผลการพัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการนวดหัวใจผ่ายปอด จำนวน 5 คน ผลการประเมิน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ความถูกต้องของข้อมูลบนหน้าจอในโหมด CPR	3.80	0.44	ดี
2	ความถูกต้องของฟังก์ชันวัดความลึกของแรงกด	3.00	0.00	ปานกลาง
3	ความถูกต้องของฟังก์ชั่นการวัดอัตราการกด	3.00	0.00	ปานกลาง
4	ความถูกต้องในการประเมินผลการทดสอบการทำ CPR	3.60	0.54	ดี
5	ความถูกต้องของคู่มือการเรียนรู้ CPR	3.80	0.44	ดี
6	ความถูกต้องของแอพพลิเคชั่นในภาพรวม	3.60	0.54	ดี
	โดยภาพรวม	**3.46**	**0.32**	ปานกลาง

จากตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.46

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้งาน

การประเมินผลการพัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินโดยกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน และผู้ใช้งานที่เป็นนักศึกษาสาขาสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 38 คน ผลแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับ

ที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1	ความน่าจะเป็น ที่จะนำไปใช้ได้จริง	3.64	0.93	ดี
2	ประโยชน์ต่อผู้ใช้ด้านการทำ CPR	4.05	0.65	ดี
3	ประโยชน์ต่อการช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุในสถานการณ์ฉุกเฉิน	3.85	0.84	ดี
4	มีความรู้ เข้าใจการทำ CPR มากขึ้น	4.13	0.66	ดี
5	แบ่งปันความรู้ให้คนอื่นๆ ได้	4.21	0.61	ดี
6	การใช้งานปุ่ม Phone เพื่อการโทร	4.20	0.56	ดี
7	การใช้งานปุ่ม siren เสียงแจ้งเตือน	4.11	0.67	ดี
8	การใช้งานฟังก์ชัน CPR สภาวะจริง	3.83	0.79	ดี
9	การใช้งานฟังก์ชัน CPR TEST	4.06	0.64	ดี
10	การใช้งานคู่มือการเรียนรู้ CPR	4.22	0.60	ดี
โดยภาพรวม		4.03	0.69	ดี

จากตารางที่ 4 การประเมินความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.03

6. สรุปผล

การพัฒนาแอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สรุปผลได้ ดังนี้

6.1. แอพพลิเคชั่นฝึกหัดอาสาฉุกเฉินบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีฟังก์ชันการทำงาน ดังนี้ การโทรฉุกเฉิน, เครื่องมือที่จำเป็น, การเรียนรู้ CPR, โหมด CPR และโหมด CPR Test

6.2. การประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และ การประเมินคุณภาพด้านความถูกต้องอยู่ในระดับปานกลาง

7. ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มฐานข้อมูลเพื่อเก็บค่าสถิติของผู้ใช้งานแต่ละคน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบความก้าวหน้าในการฝึกฝนของตนเอง และ ตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังพร้อมทั้งแสดงผลในรูปสถิติ และ การปรับปรุงส่วน User Interface ให้สามารถทำงานได้ครอบคลุมหน้าจอแต่ละขนาด

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านอุปกรณ์ และให้คำแนะนำในการพัฒนาให้ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

เอกสารอ้างอิง

[1] พลพันธ์ บุญมาก. (2555). Cardiopulmonary cerebral resuscitation: Comprehensive approach. ขอนแก่น: ศูนย์ฝึกทักษะการดูแลผู้ป่วยในสถานการณ์เสมือนจริง คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[2] American Heart Association, องค์กร. (2558). ไฮไลท์ ของแนวทางการนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพ (CPR) และการดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจหลอดเลือดในภาวะฉุกเฉิน (ECC) ของ American Heart Association (AHA) ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2559 จาก https://eccguidelines.heart.org/wp-content/uploads/2015/10/2015-AHA-Guidelines-Highlights-Thai.pdf.

[3] ไพบูลย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ. (2554). The Android Developer's Cookbook: รวมโค้ด Android App. กรุงเทพฯ: ทรูดิจิตอล คอนเท้นท์ แอนด์ มีเดีย

[4] อลงกรณ์ อนรรฆพรรณ. (2557). พัฒนาโปรแกรมทดสอบการได้ยินของหูบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบบันทึกและวิเคราะห์สมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งของมนุษย์

A System for Recording and Analysis of Human Running in Physical Fitness Speed Test

ชุติพนธ์ คงสมพรต[1] , อนันต์ ผลเพิ่ม[1] ชัยพร ใจแก้ว[1], ณัฐิกา เพ็งลี[2], นาทรพี ผลใหญ่[2], วิชาญ มะวิญธร[2], อภิรักษ์ จันทร์สร้าง[1*]
[1] ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: chutiphon.k@ku.th, { anan.p, chaiporn.j, fedunkp, fedunppy, feduwcm, aphirak.j* }@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งของนักกีฬา บ่งบอกได้ถึงความสามารถของนักกีฬาคนนั้นๆ ดังนั้นในการประเมินผลด้านความเร็วของนักกีฬาจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีความแม่นยำ ซึ่งการใช้นาฬิกาจับเวลาในการวัดผลการทดสอบความเร็วนั้นยังคงมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการจับเวลาจากมนุษย์อยู่ ผู้วิจัยจึงเสนอระบบสำหรับบันทึกและวิเคราะห์ผลการวิ่งของมนุษย์และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแสดงผลผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้กับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการพัฒนาระบบ จากการทดสอบโดยการเปรียบเทียบเวลาจากระบบและการจับเวลาด้วยมือเทียบกับเวลาจากเฟรมของวีดีโอพบว่าเวลาจากระบบมีความแม่นยำมากกว่าเวลาจากการจับเวลาด้วยมือ ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ที่ 1.62 เปอร์เซ็นต์ และ 5.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, เว็บแอพพลิเคชั่น, โมบายแอพพลิเคชั่น

Abstract

Physical fitness test for running speed is a key athletic performance indicator. Assessing speedwise ability therefore requires precise and accurate instruments. Stopwatches are usually not accurate enough due to uncertainty errors caused by humans. To solve this problem, Data Collection and Analysis System for Running has been developed. Runners' statistics, recorded using Internet of Things and wireless sensor network technologies, are analyzed and displayed via a web application and a mobile application. Evaluation results based on video capture reference show that the proposed system yields an average error of 1.62%, compared to 5.25% average error from manual measurement using stopwatch.

Keywords: Internet of Things, Wireless Sensor Networks, Web Application, Mobile Application

1. บทนำ

การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งสำหรับนักกีฬานั้นแตกต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากสำหรับนักกีฬาข้อมูลจากการทดสอบสมรรถภาพจำเป็นจะต้องมีความแม่นยำและมีข้อมูลมากเพียงพอสำหรับวิเคราะห์นักกีฬาคนนั้นๆ ในปัจจุบันศูนย์พัฒนาสุขภาพและทักษะกลไกการเคลื่อนไหวของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งของนักกีฬาและนิสิตของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เฉลี่ยเป็นจำนวน 3000 คนต่อภาคการศึกษา โดยการใช้นาฬิกาจับเวลา ซึ่งการใช้นาฬิกาจับเวลาในการวัดผลการทดสอบความเร็วในการวิ่งนั้นยังคงมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการจับเวลาด้วยมืออยู่ ทางศูนย์พัฒนาสุขภาพและทักษะกลไกการเคลื่อนไหวของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงต้องการอุปกรณ์ที่สามารถวัดผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งที่แม่นยำและวิเคราะห์ผลลัพธ์ออกมาอยู่ในรูปแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน จากการสืบค้นพบว่ามีบริษัทหลายแห่งที่จัดจำหน่ายอุปกรณ์ดังกล่าว อาทิเช่น Beam Trainer [1] , Timing Solutions [2] และ Freelap [5] เป็นต้น แต่อุปกรณ์ดังกล่าวนั้นแสดงผลลัพธ์ออกมาไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังมีราคาที่ค่อนข้างสูงซึ่งด้วยงบประมาณที่จำกัดทำให้สามารถจัดซื้ออุปกรณ์เหล่านั้นได้เป็นจำนวนน้อยจึงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงพิจารณาที่จะพัฒนาระบบที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่งที่มีความแม่นยำ มีราคาอุปกรณ์ต่อหน่วยที่ต่ำลงกว่าราคาโดยทั่วไป และแสดงผลลัพธ์ออกมาตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถจับเวลาในการวิ่งในแต่ละช่วง และส่งข้อมูลมาเก็บยังเกตเวย์ พร้อมแสดงผลลัพธ์ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น ซึ่งการจะสร้างระบบดังกล่าวได้จะต้องอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับ อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายต่างๆมายังเกตเวย์และนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลเพื่อสรุปถึงผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้พัฒนาระบบสำหรับวัดและวิเคราะห์การวิ่งของมนุษย์ โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการนำเอาอุปกรณ์ต่างๆ หรือสิ่งต่างๆมาเชื่อมโยงถึงกันโดยออกสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลต่างๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ มาประยุกต์ใช้กับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการพัฒนาระบบ การรับส่งข้อมูลนั้นจะทำงานอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งใช้ในการติดต่อ

สื่อสารในเครือข่ายไร้สาย ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz โดยมี MQTT Protocol ทำหน้าที่เป็นโปโตคอลในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ซึ่ง MQTT Protocol เป็นโปรโตคอลหรือช่องทางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันผ่านทาง MQTT Broker โดยการรับส่งข้อมูลจะส่งไปตามหัวข้อต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่ติดตามหัวข้อดังกล่าวอยู่จะได้รับข้อมูลทั้งหมดที่ส่งมาที่หัวข้อนั้น เมื่อได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ระบบจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วเก็บลงในฐานข้อมูล และแสดงผลผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่นต่อไป

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์

	Beam Trainer	Timing Solutions	Freelap	Fusion Sport	Brower Timing System	ระบบที่จัดทำขึ้น
ราคาโดยประมาณ (บาท)	59,035.06	-	49,101.15	84,840.00	49,039.48	20,000.00
ราคาโดยประมาณต่อการเพิ่มช่วงการวิ่ง (บาท)	-	-	5,974.15	45,967.35	19,357.69	2,500.00
รูปแบบการแสดงผลลัพธ์	Application (Android)	Application (IOS,Android)	Application (IOS,Android)	Application (IOS,Android)	โอนถ่ายข้อมูลผ่าน flash drive	Application (IOS,Android) และ Web Application
แสดงเวลาที่ใช้ในการวิ่งแต่ละช่วง	/	/	/	/	/	/
แสดงความเร็วในวิ่งแต่ละช่วง	x	x	x	/	x	/
แสดงเวลาในการวิ่งเทียบกับผู้ใช้งานคนอื่นๆ	/	/	/	/	/	/
[illegible]	/	x	x	x	x	x
ตั้งค่าอุปกรณ์ผ่าน application	/	x	x	/	x	/
แสดงรูปแบบในการวิ่ง	x	x	/	x	x	/
แสดงกราฟเวลาที่ใช้ในการวิ่ง	x	x	x	x	x	/
แสดงกราฟความเร็วในการวิ่ง	x	x	x	x	x	/

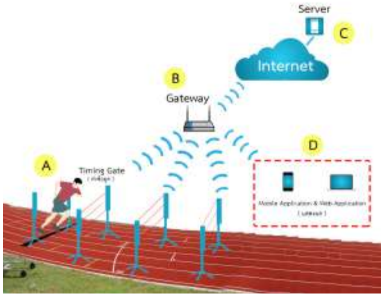
ในการพัฒนางานวิจัยนี้ได้มีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่ง ประกอบไปด้วยบริษัทต่างๆดังนี้ Beam Trainer [1] , Timing Solutions [2], Freelap [5], Fusion Sport [6], Brower Timing [7] พบว่าราคาอุปกรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 60,000 บาท และหากต้องการซื้ออุปกรณ์เพิ่มก็จะต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มในราคาเฉลี่ย 24,000 บาทต่อการเพิ่มหนึ่งช่วงการวิ่ง โดยฟังก์ชั่นการทำงานและราคาอุปกรณ์สามารถแจกแจงได้ดังตารางที่ 1

3 รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนาระบบจะพัฒนาในส่วนของอุปกรณ์สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็วในการวิ่ง และส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น

3.1 ภาพรวมระบบ

ระบบบันทึกและวิเคราะห์สมรรถภาพความเร็วในการวิ่งของมนุษย์ เป็นระบบที่ใช้สำหรับวัดสมรรถภาพในการวิ่งของผู้ใช้งาน โดยวัดจากเวลาและความเร็วที่ใช้ในการวิ่งแต่ละช่วงและเวลาและความเร็วที่ใช้ในการวิ่งทั้งหมด ภายในระบบจะประกอบด้วย (1) เสาจับเวลา (ดังจุด A ในรูปที่ 1) ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นประตูไว้สำหรับจับเวลาเมื่อผู้ใช้งานวิ่งตัดผ่าน โดยประกอบไปด้วยตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณในรูปที่ 2 โดยที่เสาจับเวลานั้นสามารถจัดวางได้หลากหลายรูปแบบดังรูปที่ 6 ซึ่งเป็นตัวอย่างการจัดวางเสาแบบ A และแบบ B เพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบการทดสอบตามชนิดของกีฬาและแบบการทดสอบ (2) เกตเวย์ (ดังจุด B ในรูปที่ 1, รูปที่ 3) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากเสาจับเวลา แล้วนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ผลและเก็บลงฐานข้อมูลภายในระบบ และหากกำลังเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ก็จะส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลภายนอกระบบในทันที (3) เซิฟเวอร์และฐานข้อมูล (ดังจุด C ในรูปที่ 1) ทำหน้าที่เป็นเซิฟเวอร์และฐานข้อมูลภายนอกระบบเพื่อให้สามารถดูข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ (4) เว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น (ดังจุด D ในรูปที่ 1, รูปที่ 4, รูปที่ 5) ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพ และเป็นส่วนที่ใช้สำหรับสั่งใช้งานระบบ โดยผู้วิจัยจะเน้นที่การทำงานในส่วนของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย การรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น ในการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลจากการทดสอบสมรรถภาพทางกายความเร็วด้านในการวิ่ง



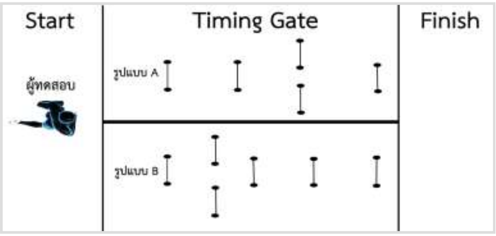
รูปที่ 1 ภาพรวมระบบ

รูปที่ 2 เสาจับเวลา (Timing Gate)

รูปที่ 3 เกตเวย์ (Gateway)

รูปที่ 4 เว็บแอพพลิเคชั่น

รูปที่ 5 โมบายแอพพลิเคชั่น



รูปที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบการจัดวางเสา

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

โครงสร้างโดยรวมของระบบ แสดงดังรูปที่ 7 ประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ดังนี้

3.2.1 Timing Gate (จุด A)

Timing Gate จะถูกวางบนเส้นทางที่ต้องการวิ่งโดยมีเลเซอร์เซ็นเซอร์เป็นตัวตรวจจับการวิ่งผ่าน เมื่อวิ่งผ่าน Timing Gate ก็จะส่งข้อมูลผ่านทาง MQTT Protocol ไปที่ MQTT Broker ซึ่งอยู่ที่ Gateway (จุด B) เพื่อทำการบันทึกเวลาที่วิ่งผ่าน Timing Gate ลงในฐานข้อมูลภายในระบบ (จุด B)

3.2.2 Gateway & Local Database Server (จุด B)

เป็นส่วนที่รอรับข้อมูลจาก Timing Gate (จุด A) ซึ่ง Gateway จะมีฐานข้อมูลภายในระบบเพื่อไว้ เก็บข้อมูลในกรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เมื่อ Gateway สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ Gateway ก็จะนำข้อมูลในฐานข้อมูลภายในระบบไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลภายในระบบ (จุด C)

3.2.3 Web Server & Database Server (จุด C)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับทำเว็บเซอร์วิสเพื่อให้เว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น (จุด D) มาร้องขอข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และแสดงผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว

3.2.4 Web Application & Mobile Application (จุด D)

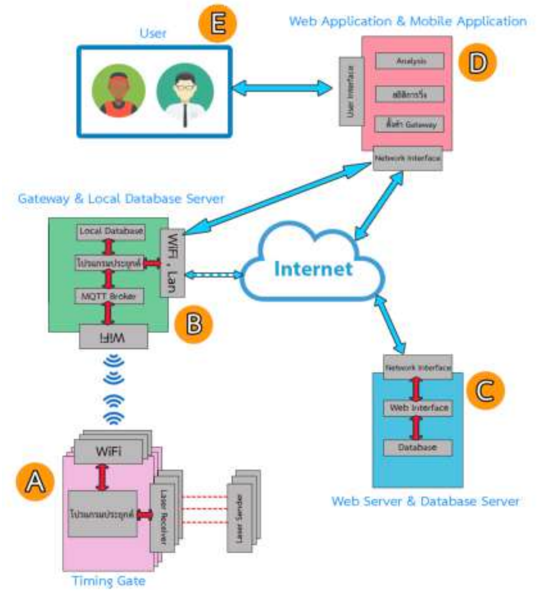
เป็นส่วนการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น โดยทั้งเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น สามารถเลือกดึงข้อมูลได้จากทั้ง Gateway (จุด B) และเว็บเซอร์วิส (จุด C) เพื่อให้ใช้สำหรับกรณีที่นำระบบไปใช้งานในที่ที่ไม่มีอินเทอร์เน็ตหรืออินเทอร์เน็ตใช้งานไม่ได้ ก็ยังคงสามารถใช้งานระบบได้ต่อไป

3.2.5 User (จุด E)

เป็นส่วนการใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่นและโมบายแอพพลิเคชั่น ผ่านทาง User Interface โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบได้โดยผ่านทางสมาร์ทโฟนและเบราเซอร์ ในการใช้งานระบบนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกโหมดการทำงานเพื่อให้เหมาะสมกับแบบทดสอบได้ โดยโหมดการทำงานจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ โหมดการวิ่งรอบเดียว โหมดรวมการวิ่งตามจำนวนรอบ และโหมดการวิ่งไม่จำกัดจำนวนรอบ และผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลต่างๆของระบบได้ อาทิเช่น ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่ง และระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่ง เป็นต้น

4 การทดสอบการใช้งาน

ทดสอบระบบในส่วนของฟังก์ชั่นการทำงาน และความถูกต้องของข้อมูลในการใช้งานการทดสอบสมรรถภาพทางการวิ่ง โดยทดสอบความแม่นยำของระบบโดยการเปรียบเทียบเวลาที่ได้จากระบบและจากการจับเวลาด้วยมือกับเวลาที่ได้จากเฟรมของวีดีโอซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบระบบ เพื่อทดสอบความแม่นยำของระบบว่ามีความแตกต่างจากเวลาจากเฟรมของวีดีโอมากน้อยเพียงใด และเวลาที่ได้จากระบบมีความแม่นยำมากกว่าการจับเวลาด้วยมือหรือไม่ ซึ่งการทดสอบรูปแบบนี้มีการใช้ในงานวิจัย Reliability and Accuracy of Handheld Stopwatches Compared With Electronic Timing in Measuring Sprint Performance [8]



รูปที่ 7 ตัวอย่างโครงสร้างระบบ

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

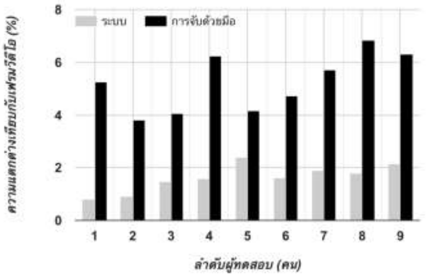
4.1.1 ทดสอบความแม่นยำของระบบในการใช้งานจริง

ทำการทดสอบในรายวิชาพลศึกษา โดยมีนิสิตภาควิชาพลศึกษาเป็นผู้ทดสอบจำนวน 9 คน อาสาสมัครจากนิสิตวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเป็นผู้จับเวลาผ่านทางนาฬิกาจับเวลา 2 คน และอาจารย์ประจำวิชาพลศึกษาเป็นผู้ออกแบบการทดสอบ 1 คน โดยใช้ Timing Gate จำนวน 2 คู่ ในการทดสอบนั้นให้ผู้ทดสอบวิ่งเป็นทางตรงเป็นระยะทาง 10 เมตร คนละ 10 รอบ ซึ่งจะมีการติดตั้ง Timing Gate ไว้ที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการวิ่ง และทำการอัดวีดีโอในแนวระนาบกับการวิ่งและจับเวลาผ่านทางนาฬิกาจับเวลา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้จากระบบ ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 ทดสอบความแม่นยำของระบบ

4.2 ผลการทดสอบการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของการทดสอบความแม่นยำของระบบ เมื่อนำเวลาจากระบบและเวลาจากการจับด้วยมือของผู้ทดสอบแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับเวลาจากเฟรมของวีดีโอ ดังรูปที่ 9 ซึ่งเมื่อนำเวลาเฉลี่ยของผู้ทดสอบทั้งหมดมาหาผลลัพธ์ของระบบผลลัพธ์ที่ได้ คือ เวลาจากระบบและเวลาจากการจับด้วยมือมีความคลาดเคลื่อนจากเฟรมของวีดีโออยู่ 1.62 เปอร์เซ็นต์ และ 5.25 เปอร์เซ็น มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.516 และ 1.101 และมีค่า intra-correlation ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นของการทดสอบจะอยู่ที่ 0.993 และ 0.919 ตามลำดับ เมื่อแบ่งข้อมูลตามเพศของผู้ทดสอบสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังตารางที่ 2



รูปที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยของเวลาจากระบบและเวลาของการจับด้วยมือเทียบกับเวลาจากเฟรมของวีดีโอ โดยแบ่งตามผู้ทดสอบ

5 บทสรุป

ระบบบันทึกและวิเคราะห์สมรรถภาพด้านความเร็วในการวิ่งของมนุษย์สามารถนำไปทำการทดสอบสมรรถภาพการวิ่งได้จริง ในส่วนของความแม่นยำของเวลาที่วัดได้จากระบบมีความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับเวลาที่วัดได้จากเฟรมของวีดีโออยู่ที่ 1.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเวลาที่ได้จากการจับเวลาด้วยมือ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5.25 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อดูที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเห็นได้ว่าเวลาที่วัดได้จากระบบมีการกระจายตัวที่น้อยกว่าเวลาที่ได้จากการจับเวลาด้วยมือ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเวลาที่ได้จากระบบนั้นจะมีความแม่นยำมากกว่าการจับเวลาด้วยมือ

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อ สามารถพัฒนาในส่วนของความแม่นยำของเวลาที่ได้จาก Timing Gate เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระบบ และพัฒนาในส่วนของ Timing Gate โดยการเปลี่ยนเซนเซอร์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดตั้งระบบและใช้งาน และแก้ไขปัญหาการส่งสัญญาณระหว่าง Timing Gate อีกด้วย

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยของเวลาและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแบ่งตามผู้ทดสอบ

	เวลาเฉลี่ยของระบบ (%)	เวลาเฉลี่ยของนาฬิกา (%)	S.D. เวลาของระบบ	SD เวลาของนาฬิกา
ชาย	1.87	5.37	0.33	1.21
หญิง	1.1	5.22	0.41	1.29

6 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณโครงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19 ที่ได้ให้ทุนสนับสนุน ผู้วิจัยหวังว่าบทความวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากก็น้อย

เอกสารอ้างอิง

1. Beam Trainer [ออนไลน์], www.beamtrainer.com/archives/portfolio-item/timing-gates [สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559]
2. Timing Solutions [ออนไลน์], www.timingsolutions.com.au/wireless-timing-gates [สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559]
3. Swift Performance [ออนไลน์], swiftperformance.com [สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559]
4. Muscle Lab [ออนไลน์], www.ergotest.com [สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559]
5. Freelap [ออนไลน์], www.shop.freelapusa.com [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]
6. Fusion Sport [ออนไลน์], www.fusionsport.com [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]
7. Brower Timing [ออนไลน์], browertiming.com [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]
8. Reliability and Accuracy of Handheld Stopwatches Compared With Electronic Timing in Measuring Sprint Performance, The Journal of Strength and Conditioning Research 22(6):1969-76, November 2008

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การควบคุมแบบป้อนกลับความเร็ว สำหรับเครื่องเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวต้นทุนต่ำ เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยข้อเข่ายึดติด ด้วยตัวควบคุมฝังตัวแบบไมโครคอนโทรเลอร์

Velocity feedback control for a low cost continuous passive motion actuator system for stiff knee patients rehabilitation with embedded microcontroller.

เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร[1] ฐิติพร จันทร์ดา[2] และ วรางคณา เหนือคูเมือง[3]

[1 2] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 087-111-8559 E-mail: gatesakda@gmail.com

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 086-237-3224 E-mail: wnm.kkc@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบำบัดข้อเข่ายึดติดด้วยการใช้ตัวควบคุมแบบป้อนกลับความเร็วทดแทนการใช้ระบบควบคุมแบบเปิด เพื่อชดเชยให้ความเร็วคงที่ในกรณีที่น้ำหนักตัวผู้รับการบำบัดมีการเปลี่ยนแปลง ด้วยการอ่านค่าความเร็วและตำแหน่งผ่านโรตารี่เอ็นโคดเดอร์ ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยระบบสมองกลฝังตัวไมโครคอนโทรเลอร์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีขึ้นจากค่าความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยจาก 2.81 ในกรณีที่ควบคุมแบบเปิดลดลงเป็น 1.63 ในกรณีที่ควบคุมแบบวงปิดป้อนกลับความเร็ว

คำสำคัญ: เครื่องเพิ่มพิสัยการเคลื่อนที่, การควบคุมแบบป้อนกลับความเร็ว, ระบบสมองกลฝังตัวไมโครคอนโทรเลอร์

Abstract

This article proposes an improved performance system of continuous passive motion. The primary feature of this approach builds on a velocity feedback control. Unlike the conventional open loop control, we propose to read the position and velocity form optical rotary encoder and controlled by embedded microcontroller. This approach has been shown to improve the mean absolute percentage error from 2.81% to 1.63%. in case of open loop and closed loop velocity feedback control respectively.

Keywords: continuous passive motion, velocity feedback control, embedded microcontroller

1. บทนำ

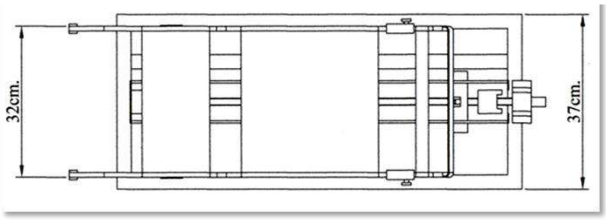
ในปัจจุบันผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคข้อเข่าเสื่อมหรือเกิดอุบัติเหตุบริเวณข้อเข่าที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด จำเป็นต้องทำกายภาพบำบัดเพื่อเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหว (Range of Motion) ข้อเข่าให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ Shawn และคณะ[1] จึงได้มีการคิดค้นเครื่องช่วยเคลื่อนไหวข้อเข่า (Continuous Passive Motion หรือ CPM) ขึ้น ซึ่งมีระยะการเคลื่อนที่และแรงที่ใช้ในการบริหารได้อย่างเหมาะสม สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ต่อมา Ho และคณะ [2-4] ได้พัฒนาเครื่องกายภาพบำบัดโดยได้รวมเอาเครื่อง CPM และ CAM (Continuous Active Motion) เข้าด้วยกัน แต่ในปัจจุบันเครื่อง CPM ที่ใช้งานยังเป็นเครื่องที่ต้องนำเข้าและต้องใช้การดูแลรักษาเป็นพิเศษทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูง จากนั้น เกศศักดิ์ดา และ คณะ[5] ได้นำเสนอระบบที่สร้างขึ้นโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ในประเทศและใช้ตัวควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ แต่เนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบจึงมีน้ำหนักที่ค่อนข้างมากและไม่สามารถชดเชยความเร็วในการทำงานเมื่อผู้ป่วยมีน้ำหนักที่มากขึ้น จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำเสนอระบบที่มีน้ำหนักเบาโดยการเลือกใช้วัสดุ Aluminium profile และชิ้นงานที่สร้างจากเครื่องพิมพ์สามมิติเพื่อให้สามารถออกแบบได้ตามต้องการ มีน้ำหนักเบาและต้นทุนต่ำ โดยนำเสนอระบบควบคุมแบบป้อนกลับความเร็วผ่าน Incremental optical rotary encoder ที่พัฒนาบนตัวควบคุมแบบฝังตัวไมโครคอนโทรเลอร์โดยอาศัยหลักการออกแบบทางไฟฟ้าและระบบควบคุมร่วมกับหลักการทางเวชศาสตร์และการยศาสตร์ [6-11]

2. การออกแบบระบบบำบัดข้อเข่าแบบป้อนกลับความเร็ว

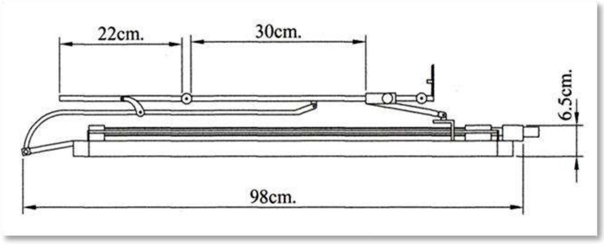
2.1 การออกแบบโครงสร้าง

เครื่อง CPM นี้สามารถเคลื่อนที่ (Range of Motion) ประมาณ -10 ถึง 120 องศาความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้อเข่าขณะทำ

กายภาพบำบัดประมาณ 30 องศาต่อนาที ถึง 150 องศาต่อนาทีและรับน้ำหนักขณะทำกายภาพบำบัดสูงสุด 20 กิโลกรัมสามารถปรับความยาวของขาส่วนบนได้ประมาณ 31 ถึง 49 เซนติเมตรและขาส่วนล่าง 25 ถึง 57 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 11 กิโลกรัม โครงสร้างขนาดเล็กและน้ำหนักเบาด้วยการใช้วัสดุชนิด Aluminium profile และจุดเชื่อมต่อใช้การสร้างชิ้นงานด้วยระบบ 3D print ที่มีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา สามารถใช้งานทั้งในสถานพยาบาลและในบ้านได้ซึ่งหลักการทำงานของเครื่อง CPM ใช้มอเตอร์เป็นชุดต้นกำลังและส่งกำลังผ่านเกลียวตัวหนอนขับเคลื่อนโครงสร้างและวัดตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่ข้อเข่าเป็นสัญญาณป้อนกลับไปวงจรควบคุมดังรูปที่ 1



(ก)



(ข)

(ค)

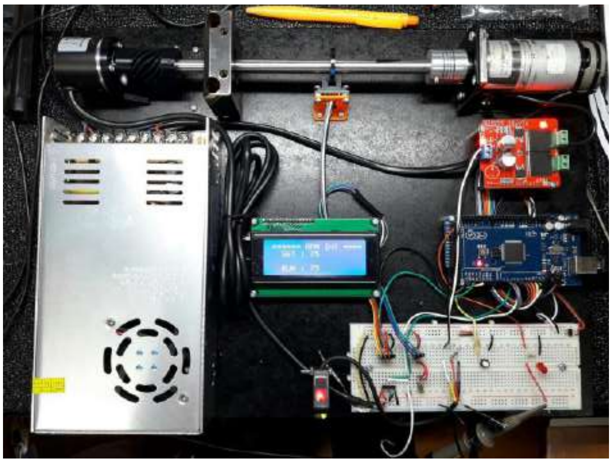
รูปที่ 1 การออกแบบระบบรองรับส่วนขา

(ก) มุมมองด้านบน (ข) มุมมองด้านข้าง

(ค) ชิ้นงานจริง

2.2 การออกแบบระบบขับเคลื่อนและวงจรควบคุม

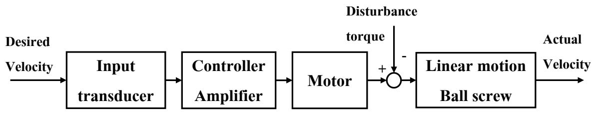
ระบบคุมควบการเคลื่อนที่เครื่องบำบัดข้อเข่าในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงทดแรงและรอบการหมุนด้วยเฟืองเกียร์แบบโลหะ ส่งผ่านกำลังแบบต่อตรง (Direct coupling) ไปยังระบบขับเคลื่อนแบบ Ball screw ระยะ pitch 5 mm. diameter 15 mm. ball nut 50 mm. maximum length 720 mm. screw length 620 mm. เคลื่อนที่และรับน้ำหนักอยู่บนแกนสแตนเลสแบบคู่ขนาด 10 mm. หน่วยประมวลผลกลางเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้บอร์ด monster shield แบบ H-bridge ที่สามารถขับกระแสสูงสุดที่ 30A. และอ่านค่าความเร็วรอบและตำแหน่งการเคลื่อนที่ด้วย encoder ขนาด 400 pulse/round ดังรูปที่ 2



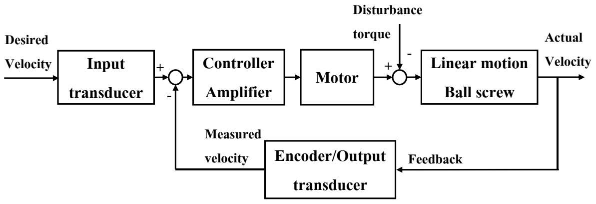
รูปที่ 2 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับความเร็ว

2.3 ระบบควบคุมที่นำเสนอ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบป้อนกลับความเร็วโดยใช้การอ่านค่าการหมุนของมอเตอร์ด้วย Incremental optical rotary encoder ความละเอียด 400pulse/round AB two-phase อ่านค่าผ่านช่องสัญญาณ interrupt A0 และ A1 ของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR แล้วคำนวณหาค่าความเร็วจากสัญญาณ pulse ที่อ่านเข้ามาได้ จากนั้นจะประมวลผลหาค่าชดเชยความแตกต่างระหว่างค่าความเร็วที่ต้องการกับค่าความเร็วที่อ่านค่าได้ในปัจจุบันแล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปขยายด้วยบอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ H-bridge ส่งกำลังผ่านมอเตอร์กระแสตรงที่ความเร็วรอบผ่านชุดเฟืองเกียร์แล้วที่ความเร็ว 60 รอบ/นาที ที่ขับเคลื่อนแบบต่อตรง (Direct coupling) ไปยัง linear actuator แบบ ball screw เพื่อปรับเปลี่ยนมุมของระบบรองรับขาให้เป็นไปตามตำแหน่งและความเร็วที่กำหนดดังรูปที่ 3



(ก)



(ข)

รูปที่ 3 แผนภาพระบบควบคุม

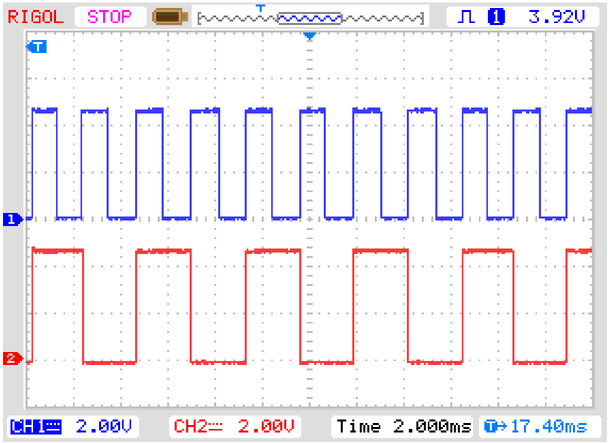
(ก) ระบบควบคุมที่ไม่มีการป้อนกลับ

(ข) ระบบควบคุมแบบป้อนกลับความเร็วที่นำเสนอ

รูปที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบบล็อคไดอะแกรมของระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ที่ไม่มีระบบป้อนกลับและชดเชยความเร็ว ดังรูปที่ 3 (ก) และระบบที่ป้อนกลับและชดเชยความเร็วที่เปลี่ยนไปจากน้ำหนักภาระโหลดที่มากขึ้นด้วยการอ่านค่าความเร็วที่แกนมอเตอร์ผ่าน encoder ดังรูปที่ 3 (ข) จากการทดสอบขับเคลื่อนจริงพบว่าระบบที่นำเสนอเมื่อนำมาใช้งานจริงจะมีพลวัตร (Dynamic) ต่ำมากอันเนื่องมาจากการบำบัดข้อเข้าหลังการผ่านตัดจำเป็นจะเคลื่อนที่ช้าเป็นพิเศษ ทำให้ระบบควบคุมสามารถใช้ตัวควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional controller) ก็สามารถทำงานได้

3. ผลการทดสอบระบบ

การทดสอบแบ่งเป็นสองการทดสอบโดยส่วนแรกจะเป็นการทดสอบว่าระบบอ่านค่าจาก encoder ผ่านช่องรับสัญญาณแบบ interrupt และการควบคุมแบบป้อนกลับนั้นสามารถควบคุมความเร็วรอบได้ตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งการอ่านค่าจาก encoder จะทดสอบโดยการนำค่าที่ได้จาก encoder (Ch.1) มาสั่งให้สร้างสัญญาณไปยังเอาท์พุทแบบดิจิตอล (Ch.2) จากนั้นจะใช้ออสซิโลสโคปจับสัญญาณดูว่า สามารถรับสัญญาณจาก encoder ได้ทุกสัญญาณหรือไม่ โดยทุกสัญญาณจาก encoder ที่เข้ามาเป็นขอบขาขึ้นโปรแกรมจะสั่งให้เกิดการกลับสัญญาณ (Toggle) ที่ส่งออกไปที่ช่อง digital ดังรูปที่ x จะเห็นว่าระบบสามารถอ่านค่าสัญญาณได้ถูกต้องและครบทุกสัญญาณที่ส่งมาจาก encoder จากนั้นจะวัดค่าความเร็วที่วัดได้ด้วยอุปกรณ์มาตรฐานแบบ digital laser tachometer



รูปที่ 4 สัญญาณที่ได้จากการทดสอบการทำงานของ Incremental optical rotary encoder

เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าระบบสามารถอ่านค่าความเร็วได้ถูกต้อง การทดสอบที่สองจะเป็นการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องโดยให้เครื่องทำงานรองรับน้ำหนักที่แตกต่างกันตั้งแต่ 40-80 กิโลกรัม จากนั้นจะทำการจับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะที่เท่ากันเปรียบเทียบกันระหว่างระบบควบคุมแบบไม่มีระบบป้อนกลับและแบบที่ใช้ระบบป้อนกลับ แล้วนำไปคำนวณหาค่าผิดพลาด โดยเวลาทั้งหมดจะถูกนำเป็นเทียบกับเวลาที่เครื่องทำงานแบบไม่มีภาระโหลด แล้วหาค่าความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยดังสมการที่ 1 โดยใช้เวลาที่ไม่มีภาระโหลดเป็นค่าที่ถูกต้องที่สุด Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ดังสมการที่ 1

$$MAPE = \frac{100}{N}\sum_{n=1}^{N}\left|\frac{t_n - t_{noload}}{t_{noload}}\right| \quad (1)$$

เมื่อ t_n คือ เวลาที่ทำการทดสอบแต่ละครั้ง

t_{noload} คือ เวลาในกรณีที่ไม่มีภาระ

N คือ จำนวนช่วงของน้ำหนักในการทดสอบ

ตารางที่1 คือผลการทดสอบการทำงานของเครื่องโดยแบ่งการทดสอบเป็น 5 การทดสอบ ทำงานที่น้ำหนักผู้ป่วยที่ทดสอบแตกต่างกัน โดยเวลามาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่เวลาที่ไม่มีภาระโหลด คือ จะใช้เวลาในการทำงานที่ 305 วินาที จากนั้นค่าที่ทดสอบได้อื่นๆ จะถูกนำมาเทียบหาค่าความผิดพลาดแบบค่าร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ย

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาค่าความผิดพลาดวิธีการที่นำเสนอ

No.	Load (kg)	Without controller		With feedback controller	
		Time(sec)	% error	Time(sec)	%error
1	No load	305	0	305	0
2	40-50	309	1.311	307	0.65
3	50-60	315	3.27	310	1.63
4	60-70	318	4.26	313	2.62
5	70-80	321	5.24	315	3.27
Mean absolute percentage error		2.81		1.63	

3. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการออกแบบและควบคุมการทำงานเครื่องบำบัดข้อเข้ายึดติดหลังการผ่าตัดด้วยการใช้ตัวควบคุมแบบป้อนกลับ (feedback control) เพื่อควบคุมให้ความเร็วในการเคลื่อนที่มีค่าเป็นไปตามที่กำหนดในสภาพการทำงานที่มีน้ำหนักแตกต่างกันออกไป โดยใช้ตัวควบคุมชนิดไมโครคอนโทรเลอร์ขับเคลื่อนระบบผ่านวงจรขับมอเตอร์แบบ H-bridge จากการทดสอบพบว่าเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่เท่ากันนั้น ระบบที่ใช้การควบคุมแบบป้อนกลับจะมีค่าความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ 1.63 ในทางกลับกันหากไม่ใช้ตัวควบคุมแบบป้อนกลับจะให้ผลค่าความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ 2.81 จะเห็นได้ว่าวิธีการควบคุมแบบป้อนกลับที่นำเสนอนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากกว่า อันจะส่งผลให้การบำบัดมีความแม่นยำและเที่ยงตรงมากกว่า

เอกสารอ้างอิง

[1] S.W. O'Driscoll and N.J. Giori, "Continuous Passive Motion (CPM): Theory and Principles of Clinical Application," *Journal of Rehabilitation Research and Development*, vol. 37, pp. 179-188, Mar. 2000.

[2] H. J. Ho and T. C. Chen, "Hybrid CPM/CAM Physiotherapy Device by Use of Active Feedback Control Loop," in *1st Innovative Computing/Information and Control*, 2006, pp. 146-149.

[3] H. J. Ho and T. C. Chen, "Hybrid CPM/CAM Physiotherapy by Use of the Slide-Mode Fuzzy Neural Network Control," in *3rd Innovative Computing/Information and Control*, 2008, pp. 510-513.

[4] H. J. Ho and T. C. Chen, "Hybrid CPM and CAM Physiotherapy Device by Using Intelligent Feedback Control," in *International Conference on System, Man and Cybernetics*, 2006, pp. 4434-4438.

[5] สุภาพร ปานิคม และ เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร, "การควบคุมแบบป้อนกลับสำหรับเครื่องเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวราคาประหยัดเพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยข้อเข่ายึดติดด้วยตัวควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้," *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7*, 2558, pp. 281-284.

[6] N. Costa and G. C. Darwin, "Control of a Biomimetic "Soft-actuated" 10DoF Lower Body Exoskeleton," in *International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics*, 2006, pp. 495-501.

[7] กิตติ อินทรานนท์, *การยศาสตร์*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

[8] ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, *การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล*, กรุงเทพฯ: วาดศิลป์, 2548

[9] ธำรงรัตน์ แก้วกาญจน์ และคณะ, *เข่าเสื่อม*, กรุงเทพฯ: มูลนิธิมหาวชิราลงกรณ์, 2545

[10] ยงยุทร วัชรดุลย์, *การวัดทางออร์โธปิดิคส์*, กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2522

[11] วิศาล คันธารัตนกุล และภาริส วงศ์แพทย์, *คู่มือเวชศาสตร์ฟื้นฟู*, กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี, 2543

การศึกษาช่วงความถี่ในการจำแนกท่าการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจากสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนส่วนบน

The Study of Surface EMG Sub-bands from Upper Limb for Finger Movement Classification

สมสิน วางขุนทด[1] ธนาฒน์ สุกนวล[2] ภูมิพัฒน์ เนียมประดิษฐ์[3] ภัทรตา สงวนนาม[4] ชาลิสา ประสพฤกษ์[5] สุชาดา ตันติสถิระพงษ์[6] และ มนตรี โพธิโสโนทัย[7]
[1, 2] สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ.สุรนารายณ์ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-233073 [1] E-mail: somsin.kai@gmail.com [2] E-mail: thanat@rmuti.ac.th
[3, 4, 5, 6] ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 27062
107 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลองครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120
[3] E-mail: poomiphat.boss@g.swu.ac.th [4] E-mail: phataratah.path@g.swu.ac.th [5] E-mail: Chalisa.psr@g.swu.ac.th [6] E-mail: suchadat@g.swu.ac.th
[7] สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ วิทยาลัยนานาชาติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 02-329-8260 E-mail: montri.ph@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอช่วงความถี่ที่เหมาะสมในการจำแนกท่าทางการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจากสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขน จากช่วงความถี่ทั้งหมด 6 ช่วง และจำนวนสัญญาณ 8 ช่องของท่างอนิ้วโป้ง, ท่ากำลูกบอล และ ท่างอนิ้วชี้ บันทึกจากข้อมูลของผู้พิการแขนขาด 7 คน บทความนี้เสนอวิธีการหาคุณลักษณะเด่นของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วย 3 วิธี คือ 1) คำนวณค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลา(PWS) 2) ค่าพื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง(PSD) และ 3) ค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ(ZCR) ซึ่งข้อมูลของคุณลักษณะเด่นทั้ง 3 ชนิด นำมาหาค่าความผิดพลาดยกกำลังสอง(MSE) จากการทดลองเราพบว่าช่องสัญญาณที่ 8 และช่วงความถี่ 20-92 เฮิร์ต สำหรับค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลา ช่วงความถี่ 235-307 เฮิร์ต สำหรับค่าความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง และช่วงความถี่ 378-450 เฮิร์ต สำหรับค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณของสัญญาณ มีแนวโน้มที่สามารถแยกท่าทางทั้งสามได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขน, คุณลักษณะเด่น, ค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลา, ความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง, ค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ, ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยยกกำลังสอง และช่องสัญญาณ

Abstract

This preliminary study aims at finding the significant frequency sub-bands of surface electromyography (or sEMG) signal recorded from upper limb for finger movement classification, i.e., the flexion and extension of thumb and finger, and the grapping ball. The off-line sEMG data processing is proposed on the basis of time and frequency domains into 6 sub-bands in 8 channels, i.e., power signal (PWS), power spectral density (PSD), and zero-crossing rate (ZCR). These features are then determined in terms of mean squared error (MSE) value. The experimental results showed that the 8th channel and the frequency subbands range of 20-92 Hz, 235-307 Hz, and 378-450 Hz are potentially trended to be the best features in terms of PWS, PSD for ZCR, respectively. In conclusion, the proposed method can considerably be the EMG-based application using the finger movements than other channels and frequency sub-bands.

Keywords: surface electromyography, feature extraction, power signal, power spectral density, windowing.

1. บทนำ

กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ลงทะเบียนผู้พิการตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2537 ถึง 31 มกราคม 2560 ได้รายงานว่าในประเทศไทยมีผู้พิการทางการเคลื่อนไหวและร่างกายเป็นผู้หญิงจำนวน 406,520 คน เป็นผู้ชาย 450,887 คน[1] ซึ่งบุคคลเหล่านี้มีข้อจำกัดด้านความสามารถในการพึ่งพาตนเองในการใช้ชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่การทำภารกิจพื้นฐานต่างๆเช่นการรับประทานอาหาร การเดิน การทำภารกิจส่วนตัว เป็นต้น จึงมีคณะวิจัยทั่วโลกต่างให้

การสนใจในการสร้างแขนกลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินชีวิต แต่มีข้อจำกัดบางประการเช่น ขาดความแม่นยำและใช้เวลานานในการประมวลผลสัญญาณไฟฟ้าบริเวณผิวกล้ามเนื้อ (surface electromyography หรือ สัญญาณ sEMG)

Ali et al. [2] ได้ศึกษาและพัฒนาวิธีการจำแนกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแล้วนำมาหาขนาดของแรง ส่วนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และจำแนกลักษณะเด่นของอิเล็กโทรดที่แต่ละตำแหน่ง จาก 8 ตำแหน่ง [3] ผลที่ได้คือ มีค่าความผิดพลาดลดลง 6-8% และงานวิจัยของ Jiayuan et al. [4] ได้เสนอการแบ่งช่วงความถี่ออกเป็น 6 ช่วง ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถจำแนกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของคนปกติได้ดีที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยของ Ali และ Jiayuan บทความนี้จึงทำการศึกษาจำนวนช่องสัญญาณและช่วงความถี่ที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์และลดเวลาประมวลผล โดยเริ่มศึกษาการจำแนกท่าการเคลื่อนไหวสามท่าคือ งอนิ้วโป้ง กำลูกบอล งอนิ้วชี้ และทำการทดลองโดยการใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพียง 1 ตำแหน่งที่มีค่าการกระจายตัวของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดจากทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ซึ่งจะจำแนก 3 ท่าทาง เพื่อความแม่นยำและการประมวลผลที่รวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของแขนกล(หรือเครื่องมืออำนวยความสะดวก)มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิธีการทดลอง

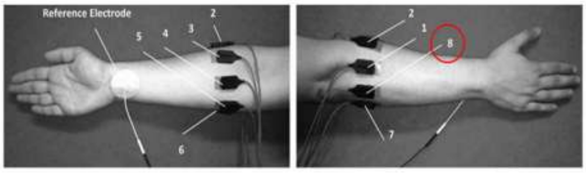
ในการทดลองนี้ เราใช้ข้อมูลจากผู้พิการจำนวนทั้งหมด 7 คน ทำการทดลองท่าละ 5 ครั้ง ในงานวิจัยนี้เราเลือกศึกษาการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ 3 ท่า ได้แก่ ท่างอนิ้วโป้ง, ท่ากำลูกบอล และ ท่างอนิ้วชี้ ซึ่งนำข้อมูลมาจากฐานข้อมูลของ Ali H. จาก University of Technology Sydney (UTS) ประเทศออสเตรเลีย เข้าถึงข้อมูลที่เว็บไซต์ (http://www.rami-khushaba.com)

ท่างอนิ้วโป้ง ท่ากำลูกบอล ท่างอนิ้วชี้

รูปที่ 1 ท่าทางการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ

2.1 การเลือกช่องสัญญาณ

คำนวณหาค่าความผิดพลาดยกกำลังสองในแต่ละท่า แล้วนำมาหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรเพื่อดูการกระจายตัวของแต่ละช่องสัญญาณ โดยช่องสัญญาณที่มีการกระจายตัวมากที่สุดคือช่องสัญญาณที่ 8



ก) ตำแหน่งอิเล็กโทรดด้านหน้า ข) ตำแหน่งอิเล็กโทรดด้านหลัง

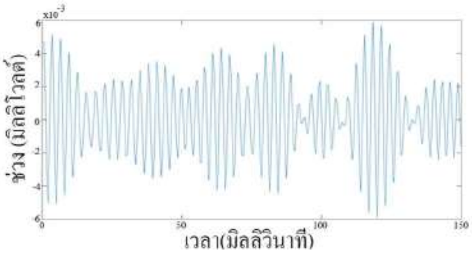
รูปที่ 2 การติดอิเล็กโทรดทั้ง 8 ช่องสัญญาณ

2.2 การคัดกรองสัญญาณด้วยตัวกรองสัญญาณผ่านเฉพาะช่วงความถี่ (Band-pass filter)

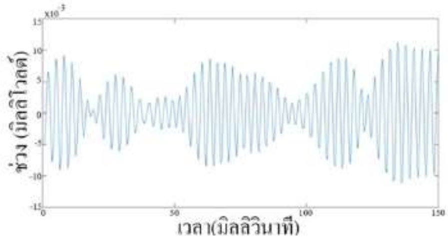
ทำการคัดกรองสัญญาณเพื่อลดสัญญาณรบกวนโดยกำหนดค่าดังนี้ อัตราความถี่การสุ่มตัวอย่าง 2,000 เฮิรตซ์ ความถี่ 20-450 เฮิรตซ์ โดยแบ่งเป็น 6 ช่วง คือ 1) 20-92 เฮิรตซ์ 2) 92-163 เฮิรตซ์ 3) 163-235 เฮิรตซ์ 4) 235-307 เฮิรตซ์ 5) 307-378 เฮิรตซ์ 6) 378-450 เฮิรตซ์

2.3 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Windowing)

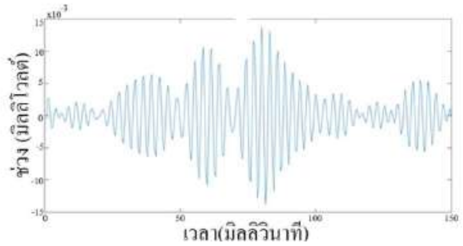
การแบ่งช่วงสัญญาณ แบ่งเป็น 6 ช่วง ช่วงละ 150 มิลลิวินาที ช่วงซ้อนทับ 50 มิลลิวินาที โดยจะแสดงผลตัวอย่างของผู้ทดลอง A1 ทั้ง 3 ท่า คือ ท่างอนิ้วโป้ง, ท่ากำลูกบอล และ ท่างอนิ้วชี้



รูปที่ 3 การแบ่งช่วงสัญญาณจากผู้ทดลอง A1 ท่างอนิ้วโป้ง



รูปที่ 4 การแบ่งช่วงสัญญาณจากผู้ทดลอง A1 ท่ากำลูกบอล



รูปที่ 5 การแบ่งช่วงสัญญาณจากผู้ทดลอง A1 ท่างอนิ้วชี้

2.4 การหาคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction)

2.4.1 ค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลา (Power signal; PWS)

ลักษณะเด่นนี้เป็นการหาค่ากำลังสองของสัญญาณ (P_x) ในแต่ละช่วงความถี่ของแต่ละตัวอย่าง (x_n)

$$P_x = \frac{\sum_{n=0}^{N} |x_n|^2}{N} \quad (1)$$

เมื่อ x_n คือสัญญาณในแต่ละท่า, N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.4.2 พื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง (Power Spectral Density; PSD)

โดยการใช้การแปลงฟูเรียร์อย่างรวดเร็วในการคำนวณ

$$F_n \equiv \sum_{k=0}^{N-1} f_k \, e^{-2\pi in \ /N} \quad (2)$$

$$F_{PSD}^{b} = \sum_{n\in b} |F_n| \quad (3)$$

เมื่อ n คือ สัญญาณกล้ามเนื้อแขน, i คือ จำนวนจินตภาพ ($\sqrt{-1}$),
N คือ จำนวนสัญญาณทั้งหมด, f_k คือ ฟังชันก์ของเวลาใดๆ,
F_n คือ การแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณไม่ต่อเนื่อง, b คือ ช่วงความถี่
F_{PSD}^{b} คือ พื้นที่ใต้กราฟของการแปลงฟูเรียร์อย่างรวดเร็ว

2.4.3 ค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ (Zero-crossing Rate; ZCR)

การแปลงสัญญาณให้ผ่านศูนย์ คือ จำนวนครั้งที่สัญญาณ (x_n) ข้ามศูนย์ภายในหน้าต่างวิเคราะห์ เกี่ยวข้องกับความถี่ของสัญญาณ เพื่อหลีกเลี่ยงการนับสัญญาณ เนื่องจากระดับสิ่งรบกวนต่ำ เกณฑ์รวม (ε = 0.015 volt) จำนวน ZC เพิ่มขึ้นหนึ่งครั้ง เมื่อ

$$\{x_n > 0 \; and \; x_{n+1} < 0\} \; or \; \{x_{n+1} > 0\} \; and \; |x_n - x_{n+1}| \geq \varepsilon \quad (4)$$

เมื่อ x_n คือ สัญญาณที่เวลานั้น, x_{n+1} คือ สัญญาณที่เวลาต่อมา

2.5 ค่าความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Squared Error; MSE)

การหาค่าความแตกต่างระหว่างแต่ละท่าของผู้ทำการทดลองในแต่ละช่วงความถี่ของสัญญาณในแต่ละผู้ทดลองซึ่งพิจารณาจากค่ามัธยฐานของแต่ละคุณลักษณะเด่น

$$MSE = \sqrt{(Z_{Ball} - Z_{Ind})^2 + (Z_{Ball} - Z_{Thu})^2 + (Z_{Ind} - Z_{Thu})^2} \quad (5)$$

เมื่อ Z_{Ball} คือ ค่ามัธยฐานของแต่ละคุณลักษณะเด่นในท่ากำลูกบอล
Z_{Ind} คือ ค่ามัธยฐานของแต่ละคุณลักษณะเด่นในท่างอนิ้วชี้
Z_{Thu} คือ ค่ามัธยฐานของแต่ละคุณลักษณะเด่นในท่างอนิ้วโป้ง

3. ผลการทดลอง

การทดลองหาคุณลักษณะเด่น 3 ชนิดเปรียบเทียบกับ 6 ช่วงความถี่ ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ค่ากำลังสองของสัญญาณในโดเมนเวลา (Power signal; PWS)

จากตารางที่ 1 ผลการหาคุณลักษณะเด่นด้วยวิธีค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลา (Power Signal) แสดงให้เห็นว่าช่วงความถี่ที่ 1 สามารถจำแนกแต่ละท่าได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าร้อยละมากที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการหาลักษณะเด่นด้วยวิธีค่ากำลังของสัญญาณ

	ช่วงความถี่					
ผู้ทดลอง	1	2	3	4	5	6
1	125	0	0	0	0	0
2	75	50	0	0	0	0
3	115	0	10	0	0	0
4	125	0	0	0	0	0
5	100	25	0	0	0	0
6	111	14	0	0	0	0
7	125	0	0	0	0	0
รวม	776	89	10	0	0	0
ร้อยละ	88.68	10.17	1.14	0	0	0

3.2 พื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง (Power Spectral Density; PSD)

จากตารางที่ 2 ผลการหาลักษณะเด่นด้วยวิธีพื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่สเปกตรัมกำลัง (Power Spectral Density; PSD) แสดงให้เห็นว่าช่วงความถี่ที่ 4 สามารถจำแนกแต่ละท่าได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าร้อยละมากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการหาลักษณะเด่นด้วยวิธีพื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง

	ช่วงความถี่ (เฮิรตซ์)					
ผู้ทดลอง	1	2	3	4	5	6
1	5	21	24	45	30	0
2	90	10	15	10	0	0
3	0	30	60	25	10	0
4	0	15	20	55	35	0
5	15	15	16	74	5	0
6	0	10	0	90	25	0
7	0	65	0	60	0	0
รวม	110	166	135	359	105	0
ร้อยละ	12.57	18.97	15.43	41.03	12	0

3.3 ค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ (Zero-crossing Rate; ZCR)

จากตารางที่ 3 ผลการหาลักษณะเด่นด้วยวิธีค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ(Zero-crossing Rate; ZCR) แสดงให้เห็นว่าช่วงความถี่ที่ 6 สามารถจำแนกแต่ละท่าได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าร้อยละมากที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการหาลักษณะเด่นด้วยวิธีค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณ

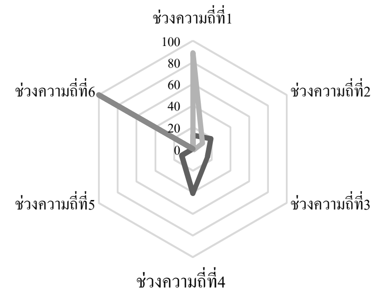
	ช่วงความถี่ (เฮิรตซ์)					
ผู้ทดลอง	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	125
2	0	0	0	0	0	125
3	0	0	0	0	0	125
4	0	0	0	0	0	125
5	0	0	0	0	0	125
6	0	0	0	0	0	125
7	0	0	0	0	0	125
รวม	0	0	0	0	0	875
ร้อยละ	0	0	0	0	0	100

จากตารางที่ 1-3 มีช่วงความถี่ 6 ช่วง ดังนี้ ช่วงความถี่ที่ 1) 20-92 เฮิรตซ์ 2) 92-163 เฮิรตซ์ 3) 163-235 เฮิรตซ์ 4) 235-307 เฮิรตซ์ 5) 307-378 เฮิรตซ์ 6) 378-450 เฮิรตซ์

3.4 สรุปแต่ละคุณลักษณะเด่น

3.4.1 แนวโน้มของช่วงความถี่ในแต่ละคุณลักษณะเด่น

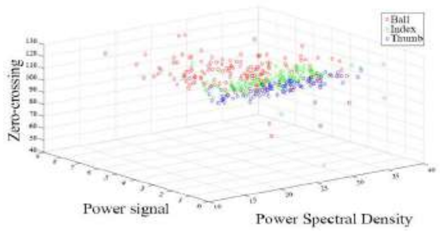
จากรูปที่ 6 แสดงแนวโน้มของช่วงความถี่ในแต่ละคุณลักณะเด่น ได้ผลดังนี้ ค่ากำลังของสัญญาณในโดเมนเวลามีแนวโน้มในช่วง ความถี่ที่ 1



รูปที่ 6 แนวโน้มของช่วงความถี่ในแต่ละคุณลักษณะเด่น

3.4.2 ความแตกต่างของช่วงความถี่ในแต่ละคุณลักษณะเด่น

จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของช่วงความถี่ในแต่ละคุณลักษณะเด่น ซึ่งกำหนดพิกัดของคุณลักษณะเด่นในสามแนวแกนโดย ค่ากำลังของสัญญาณกำหนดพิกัดช่วงความถี่ที่ 1 (20-92 เฮิรตซ์) พื้นที่ใต้กราฟของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังกำหนดพิกัดในช่วงความถี่ที่ 4 (235-307 เฮิรตซ์) และค่าอัตราการตัดผ่านศูนย์ของสัญญาณกำหนดพิกัดในช่วงความถี่ที่ 6 (378-450 เฮิรตซ์) ซึ่งสามารถแสดงความแตกต่างในการจำแนกได้ชัดเจน



รูปที่ 7 กราฟแสดงความแตกต่างของแต่ละคุณลักษณะเด่น

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ, “การดำเนินงานจดทะเบียนคนพิการทั่วประเทศ เดือนมกราคม 2560 กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ”, 1 กุมภาพันธ์ 2560.

[2]Ali H. Al-Timemy, Rami N. Khushaba, Guido Bugmann, and Javier Escudero, " Improving the Performance against Force Variation of EMG Controlled Multifunctional Upper-Limb Prostheses for Transradial Amputees", **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, Accepted for Publication, 2015.

[3] R. N. Khushaba, S. Kodagoda, D. Liu, and G. Dissanayake, "Muscle Computer Interfaces for Driver Distraction Reduction", **Computer Methods and Programs in Biomedicine,** Volume 110, Issue 2, Pages 137- 149, 2013.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบแจ้งเตือนทานยาและการออกนอกพื้นที่ด้วยระบบสมองกลฝังตัว

Notification System for Medicines usage and Out-of area via Embedded System

สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล[1] และวรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: iteteee@gmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: drworapong@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ เป็นการศึกษาและออกแบบระบบแจ้งเตือนการทานยาและการออกนอกพื้นที่ด้วยระบบสมองกลฝังตัว เพื่อรองรับครอบครัวในสังคมไทยในปัจจุบัน อันเป็นสังคมที่มีผู้สูงอายุกับเด็กเล็กอยู่บ้านกันตามลำพังมากขึ้น ส่วนผู้ใหญ่อันได้แก่ พ่อ และแม่ที่จำเป็นจะต้องออกไปทำงานนอกบ้านมากขึ้นด้วย โดยระบบที่นำเสนอประกอบไปด้วยโมดูล 2 โมดูล คือ โมดูลการแจ้งเตือนทานยาของผู้สูงอายุจำนวน 2 ราย ที่อาศัยหลักการของ RFID เพื่อช่วยในการระบุผู้ที่ต้องทานยา และชื่อยา และโมดูลการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็ก ที่ใช้หลักการอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ในการตรวจเช็คการออกนอกพื้นที่ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการแจ้งเตือนให้ผู้ปกครองทราบผ่านโทรศัพท์มือถือ จากการทดสอบ ระบบนี้สามารถรองรับการแจ้งเตือนการทานยาของผู้สูงอายุได้จำนวน 2 รายและในแต่ละรายสามารถแจ้งชื่อยาได้สูงสุด 5 ชนิด สำหรับการแจ้งออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กสามารถทำการแจ้งเตือนคนในบ้านด้วยเสียงและผู้ปกครองของเด็กผ่านทางโทรศัพท์มือถือภายในเวลา 30 วินาที

คำสำคัญ: ระบบแจ้งเตือนทานยา, การออกนอกพื้นที่, ระบบสมองกลฝังตัว

Abstract

This research paper aimed to study and design the notification system for medicines usage and out-of area via embedded system, for support families in Thai society today. It is a society with elder people and children living alone. The parents should necessary to work more. The proposed system with consists two module as; modules, the RFID Adoption notice for elder people, to help identify medicines users and medicines names. And the next module as out-of home area of the children, with used ultrasonic sensors and microcontroller to checking out-of area. To notify parents via mobile phone. For experimental, this system could notification to 2 elderly medicines and 5 medicine name of each elder people. For the out-of home area notification of the children to alerted to their house by voice and alerted to parents via a mobile phone with in 30 second.

Keywords: medicines notification system, out-of area alert system, embedded system

1. บทนำ

รูปที่ 1 ปัญหาในการทานยาของผู้สูงอายุ

สังคมไทยในปัจจุบัน เป็นสังคมที่มีการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดมากขึ้น ทำให้บุคคลที่เป็นพ่อและแม่ของแต่ละครอบครัวนั้นจำเป็นจะต้องออกไปทำงานหาเลี้ยงคนในครอบครัวที่เหลือ อันได้แก่ ผู้สูงอายุ ปู่ ย่า ตา ยาย และเด็กที่เป็นลูกหลาน เป็นต้น ทำให้เกิดเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะ [1] เพื่ออำนวยความสะดวก แต่ไม่มีระบบการเตือนการทานยา [2] และออกนอกพื้นที่ ซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่แล้วจะมีโรคประจำตัวที่จะเป็นจะต้องทานยาอย่างสม่ำเสมอ แต่ในความเป็นจริงผู้สูงอายุเหล่านี้ล้วน

หลงลืมและไม่ชอบทานยา หากไม่มีใครอยู่บ้าน หรือคอยเตือน ก็จะไม่ยอมทานยาโดยง่าย ดังรูปที่ 1 นับเป็นปัญหาสำคัญสำหรับบุคคลที่ออกไปทำงานหาเลี้ยงครอบครัวที่จะต้องเป็นห่วงอาการของผู้สูงอายุในบ้านที่มีโรคประจำตัว นอกจากนี้ในครอบครัวที่มีเด็กเล็กที่อยู่ในความดูแลของผู้สูงอายุ มักประสบปัญหา เด็กออกจากบ้านไปตอนไหนก็ไม่ทราบ ทำให้เกิดปัญหา เด็กหาย เด็กโดนลักพาตัว หรือเด็กประสบอุบัติเหตุอาจถึงขั้นเสียชีวิต ดังรูปที่ 2 จากปัญหาเหล่านี้และทางผู้วิจัยมีสนใจทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศกับระบบสมองกลฝังตัว จึงได้เกิดแนวความคิดในการทำระบบที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้ เพื่อเป็นการศึกษาถึงปัญหาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของครอบครัวในเรื่องของการทานยาของผู้สูงอายุและการออกนอกบ้านของเด็ก มาเป็นแนวทางการพัฒนาใต่อไปเพื่อนำไปใช้งานในสังคมได้จริง

รูปที่ 2 ปัญหาการออกนอกบ้านของเด็ก

2. โมดูลทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้

2.1 โมดูล RFID GM-500A

โมดูล RFID [3] ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ โมดูล GM-500A Mifare ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 โมดูล RFID รุ่น GM-500A

เป็นโมดูล RFID ที่ทำงานในย่านความถี่ 13.56 MHz มีความสามารถอ่าน/เขียนแท็ก RFID ได้ มีรูปแบบโปรโตคอลในการติดต่อสื่อสาร 2 แบบ คือ UART และ I^2C โดยในงานวิจัยเลือกใช้รูปการติดต่อแบบ UART เนื่องจากสามารถเชื่อต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่าย และสามารถเลือก baud rate ได้ตั้งแต่ 9,600 -115,200 bps ด้วยการกำหนดรูปแบบของการเชื่อมต่อที่จุด J5 และ J6 บนบอร์ดโมดูล

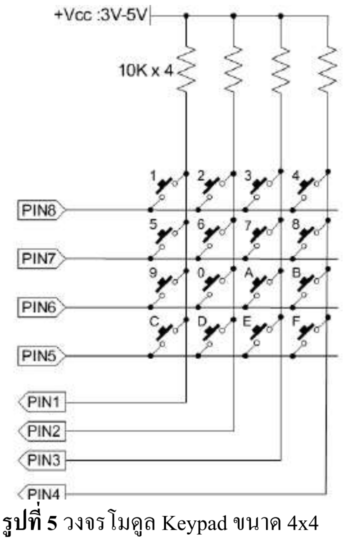
2.2 โมดูล LCD

เป็นโมดูล LCD ที่สามารถแสดงตัวอักษรได้ 2 บรรทัด บรรทัดละ 16 ตัวอักษร ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 5V สามารถปรับความเข้มของตัวอักษรได้

รูปที่ 4 โมดูล LCD แบบจัวอักษรขนาด 16x2

2.3 โมดูล Keypad

เป็นโมดูล Keypad ที่ใช้เป็นแบบเมตริกซ์คีย์บอร์ด 4x4 ทำให้มีปุ่มที่ใช้ในการสั่งงานทั้งหมด 16 ปุ่ม โดยมีวงจรดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 วงจรโมดูล Keypad ขนาด 4x4

จากรูปที่ 5 ในการนำไปใช้งานต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้ขา PIN-PIN4 (คอลัลัม) ของ Keypad ต่อเป็นอินพุท เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่ารหัสของคีย์ที่ถูกกด และจะใช้ขา PIN5-PIN8 (แถว) ต่อเป็นเอาท์พุท เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งลอจิก “0” มาทำการสแกนคีย์ในแต่ละแถว

2.4 โมดูลเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค

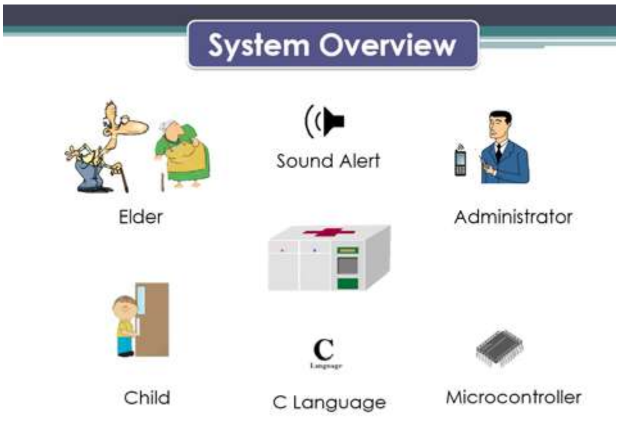
รูปที่ 6 โมดูลเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค

เป็นโมดูลความถี่สูงรุ่น HC-SR04 [3], [4] ที่ใช้ในการวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 ซม.ถึง 4 เมตร โดยมีหลักการทำงานเบื้องต้นคือ จะสร้างสัญญาณพัลส์ 10 ไมโครวินาที ส่งออกตัวส่งที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต เมื่อไปกระทบวัตถุและสะท้อนกลับมายังตัวรับ โมดูลก็จะคำนวณระยะทางจากเวลาดังสมการที่ 1

ระยะทาง = เวลาที่ใช้รับส่ง x ความเร็วของคลื่นเสียง (1)

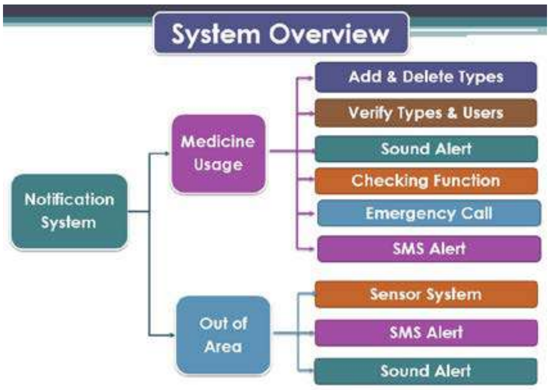
โดยที่ ความเร็วของคลื่นเสียง = 340 เมตร/วินาที

3. การออกแบบ



รูปที่ 7 ภาพรวมของระบบ

จากรูปที่ 7 ภาพรวมของระบบสามารถแบ่งระบบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการแจ้งเตือนทานยาของผู้สูงอายุ และส่วนของการแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่ของเด็ก ดังรูปที่ 8 ในส่วนของการแจ้งเตือนการทานยาของผู้สูงอายุ จะมีฟังก์ชันการทำงาน 6 อย่างคือ การเพิ่มหรือลบยา การยืนยันชนิดของยากับผู้ใช้ เสียงในการแจ้งเตือนให้กับผู้สูงอายุ ฟังก์ชันการเช็คเวลาการทานยา การแจ้งโทรฉุกเฉิน และฟังก์ชันการส่ง SMS ให้ผู้ใหญ่ที่ทำงานอยู่นอกบ้าน สำหรับในส่วนของการแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่ของเด็ก จะมี 3 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันเซ็นเซอร์ตรวจการออกนอกพื้นที่ ฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่าน SMS และฟังก์ชันการส่งเสียงเตือนรอบบ้าน



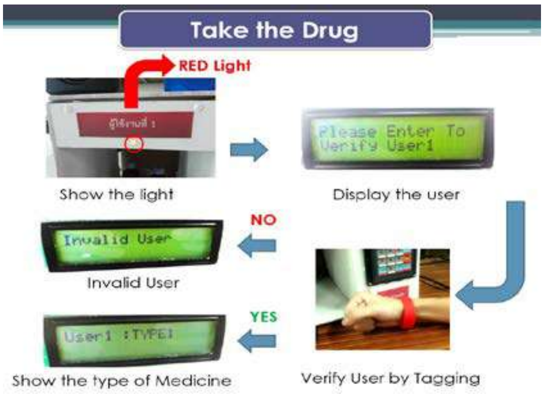
รูปที่ 8 ฟังก์ชันการทำงานของระบบ

4. ผลการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการสร้างตู้ยาต้นแบบที่ติดตั้งระบบการแจ้งเตือนทานยาและการออกนอกพื้นที่ ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 ตู้ยาต้นแบบของระบบแจ้งเตือนทานยาและการออกนอกพื้นที่

จากตู้ยาในรูปที่ 9 ผู้ใช้จะให้ผู้สูงอายุใส่สายคล้องข้อมือที่ติดตั้ง RFID เพื่อระบุตัวผู้ใช้ แล้วทำการบันทึกข้อมูลยา เวลาการทานยา จำนวนของยาแต่ละชนิดที่ต้องทานในแต่ละครั้ง อันเป็นข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคน เมื่อถึงเวลาที่จะต้องทานยาระบบจะทำการส่งเสียงเตือนการทานยารอบบ้าน เพื่อให้ผู้สูงอายุได้ยินและมาทานยา โดยผู้สูงอายุจะต้องทำการยืนยันตัวตนด้วยการแตะแท็ก RFID ที่ข้อมือของตน ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การยืนยันตัวตนของผู้สูงอายุ

เมื่อผู้สูงอายุได้ยืนยันตัวตนแล้ว ทำการหยิบตัวยาออกมาทานตามที่หน้าจอ LCD แสดง หากไม่แน่ใจในตัวยาให้นำตัวยาไปวางที่จุดเครื่องอ่านแท็ก เพื่อเช็คตัวยาได้ดังรูปที่ 11

รูปที่ 11 การดูชื่อยาที่ต้องทาน

ในกรณีที่ผู้สูงอายุไม่ทานยาตามเวลาที่กำหนด ระบบจะทำการแจ้งเตือนเป็น SMS ไปยังผู้ใหญ่ พร้อมกับกับเริ่มจับเวลาเป็นเวลา 5 นาที หากไม่มีการทานยาอีกจะทำการโทรเบอร์ฉุกเฉินไปยังหมายเลขที่กำหนด เช่นโรงพยาบาลที่ผู้สูงอายุไปหา เป็นต้น สำหรับในการแจ้งเตือนการออกนอกพื้นที่บ้านของเด็กจะได้ผลดังรูปที่ 12

รูปที่ 12 ผลการทดลองการแจ้งเงือนการออกนอกพื้นที่

5. สรุป

บทความวิจัยที่นำเสนอนี้ สามารถช่วยแจ้งเตือนการทานยาของผู้สูงอายุได้จำนวน 2 ราย โดยแต่ละรายสามารถแจ้งชื่อยาที่ต้องทานได้ 5 ชนิด เมื่อไม่มีการทานยาจะมีการส่ง SMS ไปหาผู้ใหญ่ที่ทำงานนอกบ้านอยู่ทันที และจะมีการโทรฉุกเฉินไปยังเบอร์ที่ตั้งไว้เมื่อยังไม่มีการทานยาภายใน 5 นาที ส่วนในการตรวจสอบการออกนอกพื้นที่บ้านเมื่อเด็กออกนอกบริเวณบ้านระบบจะทำการแจ้งเตือน SMS ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ตั้งไว้ และจะทำการส่งเสียงเตือนรอบบ้านเพื่อให้ผู้สูงอายุหรือผู้อยู่ในบ้านได้ทราบว่าเด็กได้ออกนอกพื้นที่บ้าน ภายใน 30 วินาทีนับจากที่เด็กออกไป

เอกสารอ้างอิง

[1] M.Golzar and H.Tajozzakerin, “A New Intelligent Remote Control System for Home Automation and Reduce Energy Consumption,” The Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation, IEEE computer society, pp. 174-180, 2010.

[2] Betty L. Gahart, Adrienne R. Nazareno, “2014 intravenous-medication,” Elsevier, 2014.

[3] Klaus Finkenzeller, “RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, Third Edition,” A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2010.

[4] Kimmo Karvinen, Tero Karvinen, and Ville Valtokari, “Make: Sensors – Projects and Experiments to Measure the World with Arduino and Raspberry Pi, 2014.

[5] “Ultrasonic Ranging Module HC - SR04,” [Online]; http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf

[6] Sabrie Soloman, “Sensors Handbook,” The McGrawHill, 2010.

[7] Jian Lee, “Advanced Electrical and Electronics Engineering,” Springer, 2011.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ในระบบสะสมพลังงานฟลายวีล

The Application of Switched Reluctance Machine in Flywheel Energy Storage System

ไพโรจน์ ทองประศรี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

199 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230 E-mail: sfengprt@src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบสะสมพลังงานฟลายวีลโดยประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์เป็นตัวแปลงผันพลังงาน โหมดการทำงานของเครื่องจักรกลหมุนชนิดนี้ขึ้นอยู่กับความเหนี่ยวนำเฟสและตำแหน่งของโรเตอร์ ระบบนี้เครื่องจักรกลหมุนทำงานในโหมดมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนฟลายวีลเพื่อเก็บสะสมพลังงานในรูปของพลังงานจลน์ และทำงานในโหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานที่สะสมอยู่ในฟลายวีลเป็นตัวต้นกำลังขับ ในบทความนี้ฟลายวีลถูกสร้างขึ้นมาจากเหล็กเหนียว มีขนาดรัศมี 19.5 เซนติเมตร ความหนา 5 เซนติเมตร เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์แบบ 4 เฟส 8 ขั้วสเตเตอร์ 6 ขั้วโรเตอร์ ผลการทดลองการทำงานในโหมดมอเตอร์ฟลายวีลถูกขับให้หมุนด้วยความเร็ว 4,500 รอบต่อนาที โดยควบคุมมุมนำกระแสที่ 0 องศาและมุมหยุดนำกระแสที่ 14 องศา สำหรับโหมดการทำงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟลายวีลสามารถจ่ายพลังงานไปยังโหลดได้ 120 วัตต์ ต่อเนื่องเฉลี่ย 15.08 นาที โดยควบคุมมุมนำกระแสที่ 30 องศาและมุมหยุดนำกระแสที่ 46 องศา

คำสำคัญ: ฟลายวีล, เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์, พลังงานจลน์

Abstract

This paper presents a flywheel energy storage system by using a switched reluctance machine as the energy converter. The operation mode of the switched reluctance machine depends on the phase inductance and rotor angular position. This system, the switched reluctance machine operates in the motor mode for driving the flywheel which the energy in the flywheel is stored in the form of kinetic energy. And the machine operates in the generator mode using the accumulated energy of the flywheel as the prime mover. In this paper, the flywheel is created from mild steel with a radius of 19.5 cm and 5 cm of thickness to cooperate with 4-phase switched reluctance machine with 8 stator poles and 6 rotor poles. Experimental results, in the motor operation mode the flywheel is driven to rotate at speed 4500 rpm by controlling turn-on angle at 0° and turn-off angle at 14°. For the generation operation mode, the flywheel can continuously supply the power to load of 120 W average 15.08 min by controlling turn-on angle at 30° and turn-off angle at 46°.

Keywords: flywheel, switched reluctance machine, kinetic energy

1. บทนำ

การแปลงผันพลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานทางกลเรียกว่า “มอเตอร์” ในทางตรงข้ามการแปลงผันพลังงานทางกลเป็นพลังงานทางไฟฟ้าจะถูกเรียกว่า “เครื่องกำเนิดไฟฟ้า” พลังงานที่ส่งเข้าไปในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกส่งมาจากตัวต้นกำลังขับ เช่น การใช้พลังน้ำเป็นตัวต้นกำลังขับอาศัยหลักการของพลังงานศักย์ คือเมื่อน้ำเคลื่อนที่จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำน้ำจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพื่อทำให้กังหันน้ำหมุน โดยกังหันน้ำที่หมุนจะใช้เป็นตัวขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับพลังงานลมนั้นอาศัยหลักการของพลังงานจลน์ โดยใช้กังหันลมเป็นตัวขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อลมพัดผ่านกังหันลม เป็นต้น นอกจากพลังงานลมและพลังงานน้ำแล้วยังสามารถใช้โมเมนต์ความเฉื่อยเป็นตัวต้นกำลังขับทางกลได้ ตัวต้นกำลังขับที่กล่าวถึงคือ “ฟลายวีล” พลังงานที่สะสมไว้ในตัวฟลายวีลจะอยู่ในรูปของพลังงานจลน์โดยขึ้นอยู่กับความเร็วรอบและมวลของฟลายวีล ฟลายวีลถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งกำลังสำรองโดยจำเป็นต้องมีเครื่องจักรกลทางไฟฟ้าเป็นตัวแปลงผันพลังงาน ซึ่งระบบนี้ถูกเรียกโดยรวมว่า “แบตเตอรี่ทางกล” เป็นที่รู้จักและเป็นทางเลือกที่น่าเชื่อถือกว่าแหล่งจ่ายกำลังสำรองประเภทแบตเตอรี่ เนื่องจาก [1-2]

i) สมรรถนะของแบตเตอรี่ถูกจำกัดโดยวัตถุที่ทำจากเคมี ดังนั้นการใช้งานต้องอยู่ภายใต้อุณหภูมิและความดันที่จำกัด

ii) แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้น ต้องมีการบำรุงรักษา

ฟลายวีลจะเก็บพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ในลักษณะการหมุนฟลายวีล ดังนั้นการใช้พลังงานสำหรับขับฟลายวีลให้หมุนนั้น

ลักษณะงานควรเป็นพลังงานที่ผลิตเกินกว่าการใช้งานหรือเกิดจากกิจกรรมการใช้งาน แทนที่จะปล่อยให้สูญเสียไปก็แปลงพลังงานนี้ไปเก็บไว้ในฟลายวีลแทน ตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการสะสมพลังงานในฟลายวีลคือความเร็วรอบในการหมุนฟลายวีล เครื่องจักรกลหมุนที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมีความเร็วรอบที่ไม่สูงนัก ดังนั้นฟลายวีลที่ใช้ต้องมีมวลมาก เมื่อฟลายวีลมีมวลมากเครื่องจักรกลหมุนที่ใช้ขับเคลื่อนต้องมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าต้องการใช้ฟลายวีลที่มีมวลน้อยความเร็วรอบของฟลายวีลต้องสูง การทดรอบของเครื่องจักรกลหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบสูงเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ แต่วิธีการนี้ทำให้เกิดการสูญเสียที่ชุดทดรอบ

เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นตัวขับเคลื่อนฟลายวีล เนื่องจากโครงสร้างประกอบไปด้วยสเตเตอร์และโรเตอร์ซึ่งเป็นแบบขั้วยื่น โดยที่สเตเตอร์จะมีขดลวดพันอยู่ที่แกนสเตเตอร์ ส่วนที่โรเตอร์ไม่มีขดลวดหรือแม่เหล็กถาวร จึงเหมาะที่จะนำไปใช้กับงานที่ต้องการความเร็วสูง การลัดวงจรไม่สามารถเกิดขึ้นเนื่องจากกระแสไหลในทิศทางเดียว สามารถทำงานได้ที่อุณภูมิและความดันที่สูง เมื่อเฟสใดเฟสหนึ่งเสียเครื่องจักรกลหมุนชนิดนี้สามารถทำงานต่อได้ แต่ข้อด้อยคือขณะเครื่องจักรกลหมุนนี้ทำงานจะมีเสียงดัง ต้องทราบตำแหน่งที่แน่นอนของโรเตอร์ และการควบคุมการทำงานค่อนข้างยากจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการควบคุม

2. ฟลายวีล

การออกแบบฟลายวีลได้จะต้องคำนึงถึงมวลของฟลายวีล ซึ่งจะใช้เป็นทรงกระบอกเพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบ พลังงานที่สะสมอยู่ในฟลายวีลจะขึ้นอยู่กับโมเมนต์ความเฉื่อย และความเร็วของฟลายวีลสามารถหาได้จากสมการของพลังงานจลน์ของการหมุน ดังนี้

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 \qquad (1)$$

โดยที่ E_k คือค่าพลังงานจลน์ที่สะสมในตัวฟลายวีล (J)

I คือโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุจากจุดศูนย์กลางของการหมุน (kg.m^3)

ω คือความเร็วเชิงมุม (Rad/Sec)

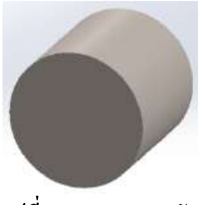
ความเร็วของฟลายวีลจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ขับฟลายวีล โมเมนต์ความเฉื่อยจะขึ้นอยู่กับมวลและรัศมีของฟลายวีลสามารถหาได้จากสมการโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุ

โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกระบอกรูปทรงตัน ดังรูปที่ 1 สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I = \frac{1}{2} m r^2 \qquad (2)$$

โดยที่ m คือมวลของทรงกระบอก (kg)

r คือรัศมีของทรงกระบอก (m)



รูปที่ 1 ทรงกระบอกตัน

มวลของฟลายวีลจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและปริมาตรของวัตถุสามารถหาได้จาก

$$m = \rho V \qquad (3)$$

โดยที่ ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (เหล็กเหนียว) เท่ากับ 7.86x10^3 (kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของวัตถุ (m^3)

ปริมาตรของวัตถุทรงกระบอกหาได้จากสูตร

$$V = \pi r^2 h \qquad (4)$$

โดยที่ r คือ รัศมีของทรงกระบอก (m)

h คือ ความหนาของทรงกระบอก (m)

3. การออกแบบฟลายวีล

ฟลายวีลในบทความนี้ทำมาจากวัสดุเหล็กเหนียว ข้อดี คือเมื่อหล่อขึ้นรูปเป็นฟลายวีลจะไม่เกิดเป็นรูในเนื้อฟลายวีล ดังนั้นจึงทำให้เกิดความสมดุลขณะหมุน เนื่องจากไม่เกิดการแกว่ง

เมื่อกำหนดให้กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรกลไฟฟ้าอย่างน้อยเท่ากับ 730 W มีความสามารถในการขับเคลื่อนฟลายวีลให้หมุนด้วยความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เพื่อให้ฟลายวีลเก็บสะสมพลังงาน และจ่ายพลังงานได้ 120 W ต่อเนื่อง 15 นาที สามารถออกแบบฟลายวีลได้ดังนี้

1) แรงบิด (τ) ที่เกิดขึ้นเมื่อขับเคลื่อนฟลายวีลที่ความเร็วรอบ 471rad/s (4,500rpm) โดยใช้กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ 730 W คือ

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{730}{471} = 1.55 \;\; N \cdot m$$

2) กำหนดให้ ความเร็วเริ่มต้นของฟลายวีล (ω_o) เท่ากับศูนย์ เวลา (t) ที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วปลาย (ω) ของฟลายวีลให้มีความเร็วรอบ 471rad/S อยู่ที่ 5 นาที ดังนั้นความเร่งเชิงมุม (α) คือ

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_o}{t} = \frac{471}{300} = 1.57 \quad m/S^2$$

3) ความเร่งเชิงมุมของวัตถุ (α) จะเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงบิด (τ) แต่ไม่ขึ้นกับโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ของวัตถุ

$$I = \frac{\tau}{\alpha} = \frac{1.55}{1.57} = 0.99 \quad kg \cdot m$$

ฟลายวีลที่ออกแบบมีลักษณะเป็นทรงกระบอกตัน กำหนดให้มีรัศมีเท่ากับ 0.195 เมตร มวลของฟลายวีลมีน้ำหนัก

$$m = \frac{2I}{r^2} = \frac{2(0.99)}{0.195^2} = 52.07 \quad kg$$

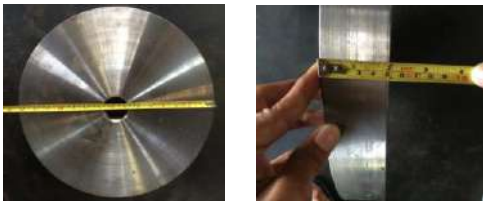
ฟลายวีลมีปริมาตรแบบทรงกรวย มีความยาว (l)

$$l = \frac{m}{\rho \pi r^2} = \frac{52.07}{7{,}860\pi(0.195)^2} = 0.05 \quad m$$

พลังงานจลน์สะสมในฟลายวีลที่ความเร็ว 4,500 rpm

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = 109{,}811.30 \quad J$$

ฟลายวีลที่ได้ออกแบบมีรัศมี 19.5 เซนติเมตร โดยมีความหนาของฟลายวีล 5 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2



(ก) รัศมี 19.5 เซนติเมตร (ข) ความหนา 5 เซนติเมตร

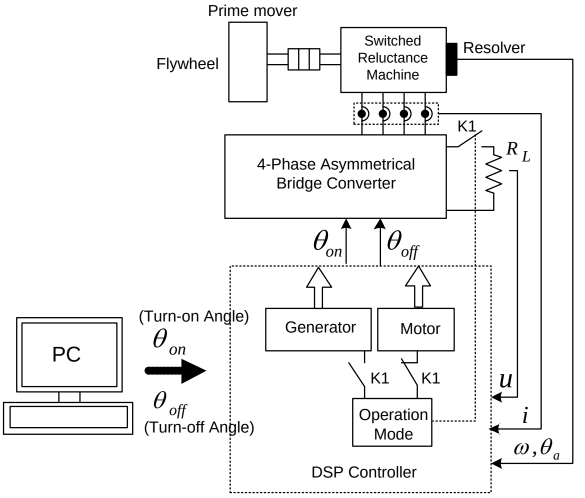
รูปที่ 2 โครงสร้างของฟลายวีลที่ได้จากการออกแบบ

เวลาที่พลังงานจลน์สะสมในฟลายวีลนำไปเป็นตัวต้นกำลังขับโหลดขนาด 120 W คือ

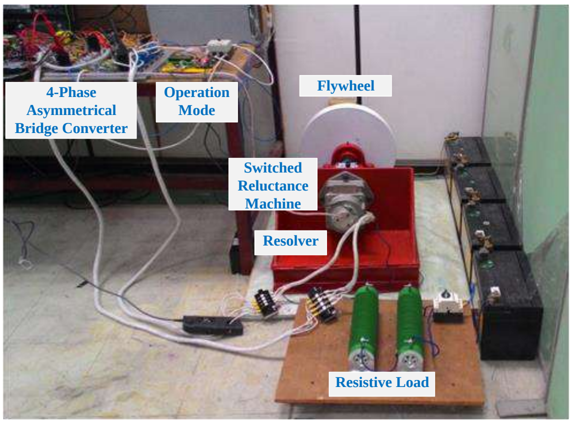
$$t = \frac{E_k}{P} = 915.09 \quad S = 15.25 \quad Min$$

4. การประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์

รูปที่ 3 และรูปที่ 4 แสดงระบบและโครงสร้างการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ในระบบสะสมพลังงานฟลายวีล ประกอบด้วย ส่วนของระบบประมวลผล (ตัวประมวลสัญญาณดิจิทัล 32 บิต เบอร์ TMS320F2807) และคอมพิวเตอร์สำหรับใช้เลือกมุมทำงานโดยโปรแกรมลงในตัวประมวลผล เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ แบบ 4 เฟส 8 ขั้วสเตเตอร์ 6 ขั้วโรเตอร์ ตัวตรวจวัดตำแหน่งมุมของโรเตอร์ (รีโซลเวอร์) วงจรคอนเวอร์เตอร์แบบสองสวิตซ์ต่อเฟส แหล่งจ่ายแรงดัน 36 โวลท์ โหลดความต้านทาน 12 โอห์ม และฟลายวีล



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบสะสมพลังงานฟลายวีลและการประยุกต์ใช้งาน



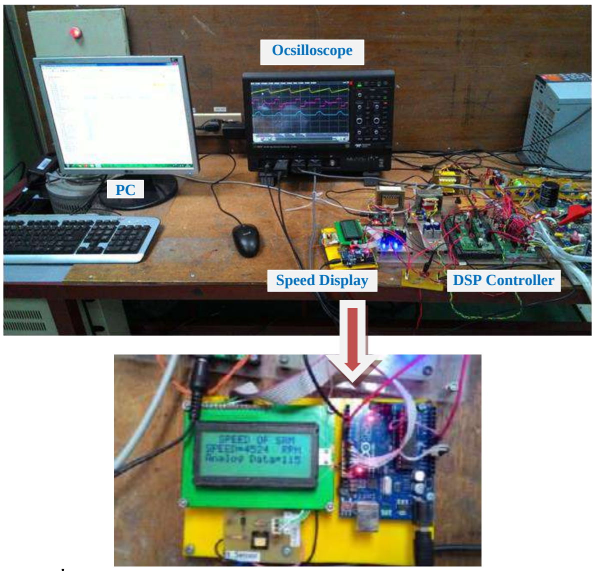
รูปที่ 4 ระบบสะสมพลังงานฟลายวีล

การเก็บสะสมพลังงานของฟลายวีลนั้นเครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์จะทำงานในโหมดมอเตอร์ โหลดจะถูกตัดออกจากวงจรด้วยสวิตซ์ K1 ในโหมดที่ฟลายวีลจ่ายพลังงานออกมาในรูปของพลังงานจลน์ เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์จะทำงานในโหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โหลดจะถูกต่อเข้าวงจรด้วยสวิตซ์ K1 สำหรับตัว

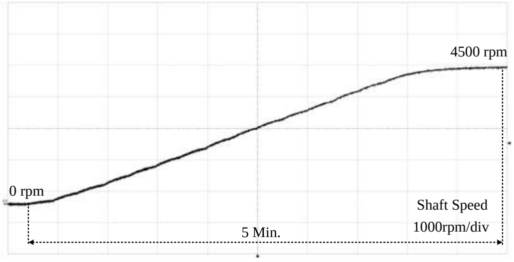
ประมวลสัญญาณแบบดิจิทัลมีหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมการทำงาน และหยุดการทำงานของเครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์

5. ผลการทดลอง

ในโหมดฟลายวีลเก็บสะสมพลังงาน มอเตอร์ถูกควบคุมการทำงานที่มุมนำกระแส 0 องศา และหยุดนำกระแสที่ 14 องศา ความเร็วรอบของฟลายวีลค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึง 4,500 รอบ เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ผลการทดลองในรูปที่ 5 แสดงค่าความเร็วผ่านหน้าจอแอลซีดี และในรูปที่ 6 แสดงกราฟความเร็วรอบของฟลายวีล

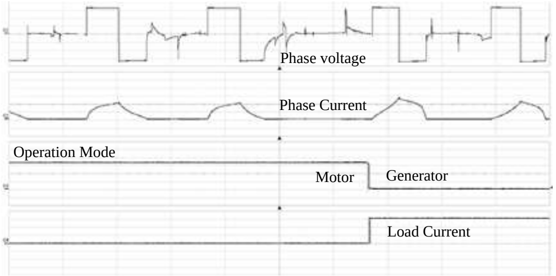


รูปที่ 5 ตัวประมวลสัญญาณแบบดิจิทัลและความเร็วของฟลายวีล

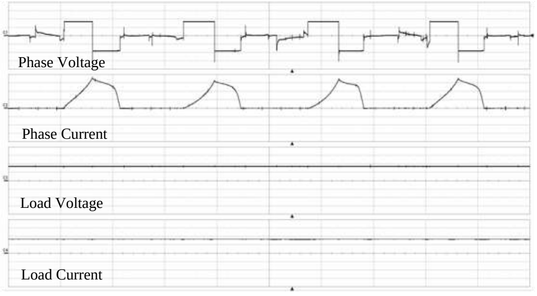


รูปที่ 6 ความเร็วรอบรอบของฟลายวีลเมื่อถูกขับเป็นเวลา 5 นาที

เมื่อฟลายวีลหมุนด้วยความเร็ว 4,500 รอบต่อนาที จากนั้นเปลี่ยนระบบควบคุมให้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์เป็นโหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โหลดถูกต่อเข้าระบบ ควบคุมมุมนำกระแสที่ 30 องศา และมุมหยุดนำกระแสที่ 46 องศา ผลการทดลองในรูปที่ 7 แสดงสัญญาณการเปลี่ยนโหมดการทำงานจากโหมดมอเตอร์เป็นโหมดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสที่โหลดวัดได้ 3.4 แอมแปร์ แรงดันที่โหลดวัดได้ 35.35 โวลท์ ดังนั้นกำลังไฟฟ้าได้คือ 120.19 วัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 7 แรงดันเฟส กระแสเฟส โหมดการทำงาน และกระแสโหลด



รูปที่ 8 ความเร็วของฟลายวีล 4,500 รอบ แรงดันที่โหลด 35.35 โวลท์ กระแสที่โหลด 3.4 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า 120.19 วัตต์ (คำนวณ)

6. สรุป

การประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ในระบบสะสมพลังงานฟลายวีล เมื่อทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง (ฟลายวีลถูกขับให้หมุนด้วยความเร็ว 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5-8 นาที) ผลที่ได้ฟลายวีลสามารถจ่ายพลังงานจลน์ผ่านเครื่องจักรกลหมุนชนิดสวิทช์รีลัคแตนซ์ไปยังโหลดขนาด 120 วัตต์ ได้ต่อเนื่องเฉลี่ยนาน 15.08 นาที ซึ่งผลที่ได้นี้แสดงถึงความถูกต้องของการออกแบบฟลายวีล

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยการประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการจัดการพลังงาน (PEAEM) คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

[1] V. Babuska, S. M. Beatty, B. J. deBlonk, J. L. Fausz, “A review of technology developments in flywheel attitude control and energy transmission systems”, IEEE Aerospace Conf., 2004, vol. 4, pp. 2784-2800.

[2] Alex Kyriakopoulos, Dara O’Sullivan, John G. Hayes, James Griffiths and Michael G. Egan, “Kinetic Energy Storage for High Reliability Power Supply Back-up”, IEEE, 2007, pp. 1158-1163.

ระบบบริหารจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์กลางสำหรับข้อมูลปริมาณมากเพื่อการจัดการและการดำเนินงาน

Central data visualization in BIGDATA concept for Production and Operations Management

วชิรนันท์ ปุ้ม[1] รสสุคลธ์ สุวรรณกูฏ[2] และ เทวา แก้วศักดาศิริ[3]
คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยนครพนม
167 ม.8 บ.เนินสะอาด ต.นาราชควาย อ.เมือง จ.นครพนม 48000 โทร. 042-587-288-9
E-mail: wachiranun@npu.ac.th[1], rossukon.koy@npu.ac.th[2] and k.thewa@npu.ac.th[3]

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวเกี่ยวกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์กลางเพื่อนำมาใช้ในศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย(NOC) หรือศูนย์ปฏิบัติการเฝ้าระวังความปลอดภัยเทคโนโลยีสารสนเทศ(SOC) เพราะงานบริหารจัดการด้านศูนย์ปฏิบัติการฯที่กล่าวมาข้างต้นนั้นมีค่าใช้จ่ายสูง และที่สำคัญค่าใช้จ่ายหลักคือด้านบุคคลากรนั้นเอง กล่าวคือรูปแบบทำงานของศูนย์ปฏิบัติการฯจะต้องมีวิศวกรเพื่อเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาทุกระบบตลอดเวลา ส่งผลให้ต้องมีจำนวนบุคคลากรให้มากเพียงพอที่จะเข้าทำงานสลับกันในทุกระบบทุกวันตลอด24ชั่วโมง ด้วยปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบนี้เอง ทีมนักวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาระบบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแบบใหม่ที่เหมาะสมกับการทำงานกับข้อมูลปริมาณมาก(BIG DATA)มาศึกษาเปรียบเทียบกับการบริหารจัดการแบบเดิม ผลของการนำไปประยุกต์ใช้งานพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรได้อย่างดี ประกอบกับจากสำรวจผลความพึงพอใจพบว่าอยู่ในระดับดี ด้วยเพราะระบบใหม่นี้ทำให้ผู้ทำงานเดิมมีเวลาพักผ่อนที่มากขึ้น สามารถลดงานซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นลงไปได้มาก และที่สำคัญคือฝ่ายบริหารพึงพอใจด้วยค่าที่ใช้ที่สามารถลดลงภายใน 6 เดือนได้มากถึง 50% จากค่าใช้จ่ายเดิมของค่าใช้จ่ายประจำด้านบริหารจัดการด้านศูนย์ปฏิบัติการฯ

คำสำคัญ: การจัดการงานผลิตและการดำเนินงาน, การจัดการเชิงกลยุทธ์, การเงินธุรกิจ, ศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย

Abstract

Operating costs are the expenses which are related to the operation of a business, or to the operation of a device, component, piece of equipment or facility. They are the cost of resources used by an organization just to maintain its existence. Cost savings are all that Managements level have to think about each day. The business side is constantly putting pressure on Managements to reduce the impact IT budgets is having on the company. For services assurance 24*7, the Main operating cost of IT services is people who operating the system. IT monitors team called Network operations center (NOC) or security operations center(SOC). NOC or SOC team need to have a lot engineer for standby support at least 3 shifts 24*7. NOC or SOC need to spend a lot of staff for make sure all screens are monitored and tracked. This paper proposes an architecture for the new generation of NOC or SOC. We have integrated all mandatory notification tools to one screen. All monitoring modules have integrated together for increase automatic jobs and replace unnecessary manpower in operation routine tasks. A result is a good tool that can cover all mandatory area that earlier times. The significant factor report showed Operating (Operational) costs reduce 50 % in 6 months after team applied solution. Last, of all, feedback survey got the good rating from the user as well because they have more flexibility and more relax times.

Keywords: Operations Management, Strategic Management , Business Finance, Network Operation Center

1. บทนำ

งานระบบบริหารจัดการศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย(NOC)หรือศูนย์ปฏิบัติการเฝ้าระวังความปลอดภัยเทคโนโลยีสารสนเทศ(SOC)เป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญมาก เพื่อให้ความเชื่อมั่นกับผู้ใช้งานว่าระบบที่ให้บริการนั้นมีการทำงานที่ปกติ หรือเมื่อมีเหตุไม่ปกติก็จะมีทีมงานเข้ามาแก้ไขปัญหาให้ผ่านพ้นไปด้วยดีในเวลาอันสั้นที่สุด โดยทั่วไปศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯจะมีต้องมีวิศวกร หรือผู้ดูแลระบบในการทำงานเฝ้าติดตามการทำงานทุกอย่างตั้งแต่เริ่มต้น ไปจนถึงสิ้นสุดการทำงานของระบบในทุกลำดับชั้นการทำงาน เช่น ซีพียู (CPU), หน่วยความจำ(RAM), ปริมาณพื้นที่ฮาร์ดดิสก์(HARDDSIK) [1] เป็นต้น จึงทำให้ต้องใช้วิศวกรหรือผู้ดูแลระบบจำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมทุกลำดับชั้นการทำงานของระบบที่ให้บริการ เพื่อเฝ้าดูการทำงานทั้งหมดของระบบ ไม่เว้นแม้กระทั้งระบบที่ได้ย้ายการทำงานไปการประมวลผลบนกลุ่มเมฆ (Cloud

Computing)แล้วก็ตาม [2] ด้วยความคาดหวังให้ระบบต้องพร้อมให้บริการและใช้งานได้ตลอดเวลา ทำให้ศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายต้องประกอบด้วยบุคลากรที่มีความสามารถและเชี่ยวชาญจำนวนที่เพียงพอสำหรับงานที่ต้องพลัดเปลี่ยนกันเข้างานทุกวันตลอด 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของศูนย์ปฏิบัติการเครือข่าย(NOC)[3] หรือศูนย์ปฏิบัติการเฝ้าระวังความปลอดภัยเทคโนโลยีสารสนเทศ(SOC)[4]มีค่าใช้จ่ายที่สูงตามคุณภาพและปริมาณของบุคลากรที่ต้องรองรับการทำงานของศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯนั้นเอง อีกทั้งในการทำงานแบบศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯนี้จะมีรูปแบบการทำงานส่วนมากคือรายงานที่ต้องทำในรูปแบบเดิมทุกวันและในรายงานบางส่วนต้องนำข้อมูลมาเชื่อมโยงกันจากรายงานของหลายระบบ[5]จึงจะสามารถทำสรุปให้ผู้บริหารพิจารณาได้อีกทั้งในบางระบบก็มีความซับซ้อนของระบบเองก็ดีหรือด้วยโปรแกรมที่ไม่ได้ออกแบบไว้รองรับความต้องการด้านรายงานของผู้บริหารตั้งแต่เริ่มต้น[6]ส่งผลให้การทำงานประจำด้านรายงานเหล่านี้เมื่อทำทุกวันจะทำให้วิศวกรและผู้ดูแลระบบเบื่อหน่าย เกิดเป็นสาเหตุที่ทำให้บุคลากรในสายงานนี้มีการเข้าและออกจากงานบ่อยครั้งซึ่งจะพบได้ในทุกศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯ

ดังนั้นเพื่อหาวิธีการมาแก้ปัญหาทั้งทางด้านค่าใช้จ่ายของบุคลากรและปัญหาการลาออกจากงานของบุคลากรศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯ ทีมผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์กลางเพื่อนำมาใช้ในศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯขึ้นมาด้วยการนำองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาประกอบกับองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งผลของงานวิจัยนี้สามารถตอบโจทย์ความต้องการทั้งหมดอีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นแนวทางสำหรับศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯต่อไปได้อีกด้วย

2. งานวิจัยและระบบที่เกี่ยวข้อง

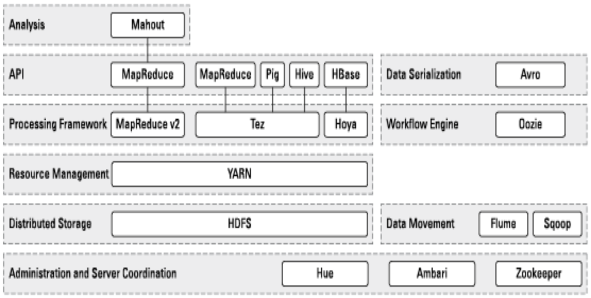
2.1 ZABBIX Monitoring system

ZABBIX [7] เป็นระบบเฝ้าระวัง (Monitoring tools) แบบ Open Source ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส คือซอฟต์แวร์ที่เผยแพร่ด้วยสัญญาอนุญาต (license) ที่ประกันสิทธิในการศึกษา เผยแพร่ แก้ไข และใช้งานซอฟต์แวร์ได้อย่างอิสระ [8] ด้วยคุณสมบัติที่เพียบพร้อมในการเฝ้าระวังและตรวจจับความผิดปกติต่างๆในระบบของตัวโปรแกรมที่สามารถติดตั้งและตรวจจับได้ เช่น เครือข่ายคอมพิวเตอร์(Network) ระบบปฏิบัติการ(Server) ฐานข้อมูล (Database) แอพลิเคชัน (Application) อีกทั้งรองรับการตรวจจับเฝ้าระวังในมาตรฐานต่างๆของอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องสำรองไฟ(UPS) ทางทีมนักวิจัยจึงเลือกใช้เป็นโปรแกรมหลักสำหรับเฝ้าระวังและติดตามความผิดปกติของการศึกษาวิจัยนี้

2.2 Apache Hadoop ecosystem

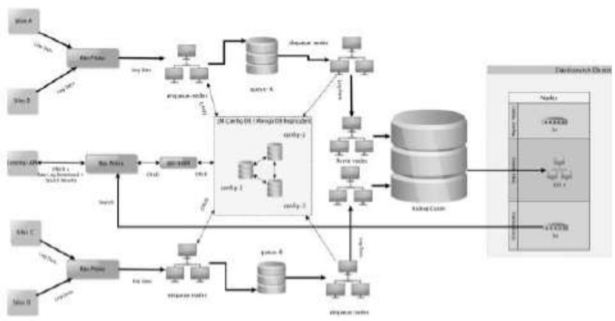
Apache Hadoop ecosystem [9-10] คือระบบการจัดเก็บ และประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ซึ่งสามารถรองรับการขยายตัวของข้อมูลพร้อมทั้งมีความน่าเชื่อถือสูงเนื่องจากสามารถทำการประมวลผลแบบกระจายโดยใช้หลักการเพิ่มจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ Hadoop ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถขยายระบบ ด้วยการเพิ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้นไปเรื่อยๆ ตรงข้ามกับการขยายความสามารถให้คอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวอีกทั้งยังมีระบบตรวจจับข้อผิดพลาดจากการทำงานและสามารถจัดการความผิดพลาดเหล่านั้นได้

รูปที่ 1 ส่วนประกอบของระบบภายใน Hadoop



2.3 Elastic Search

Elastic Search [11-13] เป็นระบบในการจัดการข้อมูลที่มีความสามารถหลักคือ การค้นหาที่จะทำการค้นหาไปทุกข้อมูล โดยข้อมูลทุกอย่างในระบบจะถูกเก็บและทำ index ไว้ ทำให้ความเร็วในการค้นหากับข้อมูลขนาดใหญ่นั้นเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับการค้นหาข้อมูลแบบเดิมที่ใช้โครงสร้างแบบ RDBMS อีกทั้งการใช้งานง่ายแทบไม่ต้องการการปรับแต่งใดๆหลังการติดตั้งและตัวระบบเองได้รับการออกแบบมาให้สามารถขยายระบบได้ในอนาคต



รูปที่ 2 ส่วนประกอบระบบของ Elastic Search

2.4 Logstash, Kibana และ Fluentd

2.4.1 Logstash [14] เป็นตัวจัดการข้อมูล (Log) ทั้งหมด ในรูปแบบต่างๆ และสามารถค้นหาข้อมูลที่อยู่ใน log ที่ยุ่งยากด้วยการใช้เงื่อนไขเปรียบเทียบแบบพื้นฐานเท่านั้น

2.4.2 Kibana [15] เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นหน้าจอแสดงผล (Dashboard) คอยรวบรวมข้อมูล และสร้างกราฟ ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์จนถึงนำเสนอข้อมูลได้โดยง่าย

2.4.3 Fluentd [16] ระบบจัดเก็บเหตุการณ์หรือ Event Collector ที่มีความสามารถที่ยืดหยุ่น รองรับการขยายระบบได้อย่างมากมาย และมี Plugin ที่รองรับงานต่างๆอย่างหลากหลาย

2.5 รายการซอฟต์แวร์และระบบปฏิบัติการ

รายการซอฟต์แวร์แสดงในตารางที่ 1 ทางนักวิจัยเลือกใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส คือซอฟต์แวร์ที่เผยแพร่ด้วยสัญญาอนุญาต (license) ที่ประกันสิทธิในการศึกษา เผยแพร่ แก้ไข และใช้งานซอฟต์แวร์ได้อย่างอิสระ

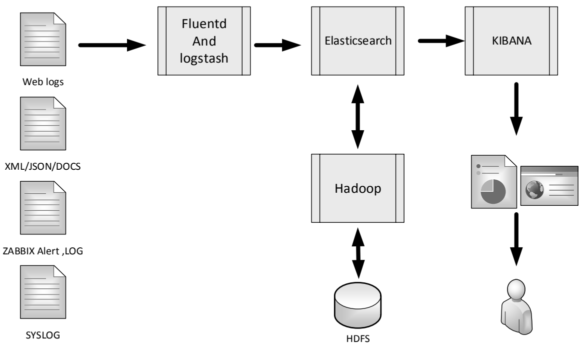
Server no.	Services	CPU	Memory	Harddisk	OS name
1	ElasticSearch	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
2	ElasticSearch	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
3	ElasticSearch	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
4	Hadoop	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
5	Hadoop	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
6	Hadoop	2	8G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
7	Fluentd	2	4G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
8	Kibana+Logstash	2	4G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS
9	ZABBIX	2	4G	100G	Ubuntu 14.04.5 LTS

ตารางที่ 1 รายการซอฟต์แวร์และระบบปฏิบัติการ

3. การทดลอง

3.1 การออกแบบการทดลอง

การทดลองนี้กระทำในสภาพแวดล้อมเครือข่ายจำลองโดยการเลือกเลือกใช้ hypervisors สร้างเครื่องแม่ข่ายจำลอง 9 เครื่องเพื่อสร้างเครื่องระบบทั้งหมดด้วย vSphere ESXi 6.0 โดยเลือกจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Total compile workloads ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด[17]



รูปที่ 3 ระบบบริหารจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์กลาง

3.2 ติดตั้งระบบ

เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่คาดไม่ถึงในระบบที่ให้บริการจริง (Production) ทีมนักวิจัยจึงลงโปรแกรมและระบบปฏิบัติการตามที่ได้แสดงในตารางที่ 1 ทั้งหมดในส่วนพื้นที่ทำงาน UAT(User Acceptance Test) ซึ่งเป็นพื้นที่ควบคุมของกระบวนการทดสอบโปรแกรมขั้นสุดท้าย และแบ่งทีมทำงานออกเป็น 2 ทีมทำงานคู่ขนานในระบบแบบเดิมและระบบวิจัยขนานกันไป เพื่อเก็บผลทดลองและวิจัยตามรายละเอียดถัดไป

3.3 ผลการทดลอง

3.1 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร

ทีมวิจัยได้รวบรวมค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรของระบบแบบเดิมและระบบตามงานวิจัยพบว่าระบบตามงานวิจัยจะสามารถทดแทนงานและแรงงานได้ประมาณ 50% ภายใน 6 เดือน

หัวข้อ	คำอธิบาย	ก่อนปรับใช้	หลังปรับใช้
1001	เงินเดือนพนักงาน	921,600	460,800
1002	สวัสดิการพิเศษพนักงาน	108,000	54,000
2001	ค่าใช้จ่ายประจำวัน	36,000	18,000
2003	ค่าใช้จ่ายสำหรับบริการดูแลพิเศษ	82,800	41,400
3001	ค่าใช้จ่ายสิ่งอำนวยความสะดวก	43,200	21,600
3002	ค่าเช่าอุปกรณ์ และซ่อมบำรุง	230,400	115,200
4001	ค่าใช้จ่ายด้านการติดต่อสื่อสาร	90,000	45,000
4002	ค่าใช้จ่ายสาหรับผู้ดูแลภายนอก	108,000	54,000
4004	ค่าเดินทาง	180,000	90,000
รวม		1,800,000	900,000

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรตามหมวดหมู่ต่างๆ

3.2 ผลสำรวจและประเมินความพึงพอใจ

นักวิจัยพบว่าทีมงานที่ใช้งานระบบตามแนวทางวิจัยนี้จะช่วยให้ใช้เวลาในการแก้ไขเหตุการณ์ต่างๆในศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯ น้อยลง จำนวนปัญหาที่ตกหรือไม่เป็นไปตามมาตรฐานการให้บริการ (Service Level Agreement)ก็ดีขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ตามรูปที่ 5

รูปที่ 5 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

4. สรุป

จากการทดลองพบว่าระบบบริหารจัดการแบบรวมศูนย์กลางสามารถช่วยให้ศูนย์ปฏิบัติการเครือข่ายฯลดค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรลงได้อันเกิดจากการที่ระบบต่างๆส่งข้อมูลมาเชื่อมต่อถึงกันที่ส่วนกลาง และนอกจากการแสดงความผิดปกติของระบบแบบองค์รวมแล้ว การทำรายงานและแสดงผลสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ทั้งหมดแบบอัตโนมัติทำให้ช่วยให้ลดภาระงานที่ต้องทำซ้ำและน่าเบื่อของบุคลากรออกไปได้อย่างมากอีกด้วย อย่างไรก็ดีการทดลองวิจัยนี้มีข้อจำกัดในหลายส่วนและยังต้องพัฒนาในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน(GUI) และส่วนการเชื่อมต่อหรือนำเข้าข้อมูลให้สะดวกแก่ผู้ใช้งานที่ไม่ถนัดทางด้านเทคนิคให้ดีขึ้น

ในอนาคตต้องการศึกษาผลกระทบจากปัจจัยเกี่ยวข้องด้านประสิทธิภาพเช่น ความเร็วของระบบเครือข่าย ชนิดของหน่วยประมวลผล ขนาดหน่วยความจำ ชนิดของหน่วยเก็บข้อมูล รวมถึงความเร็วในการเขียนอ่านข้อมูลด้วย เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการของผู้ดูแลระบบต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Y. Song, Y. Zhang, Y. Sun, and W. Shi, “Utility analysis for Internet-oriented server consolidation in VM-based data centers,” in Proceedings - IEEE International Conference on Cluster Computing, ICCC, 2009.

[2] T. Mullins and A. Bagula, “Monitoring Community Clouds : The Lightweight Network Management Protocol .,” pp. 678–684, 2013.

[3] wikipedia, “Network operations center.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Network_operations_center.

[4] wikipedia, “Information security operations center.” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_security_operations_center.

[5] F. Rezac, J. Rozhon, M. Voznak, J. Slachta, and J. Safarik, “Multi-agent System for Monitoring the Quality of Speech in Computer Networks,” 2015.

[6] O. Marik, “Comparative analysis of monitoring system for data networks,” 2014.

[7] Zabbix SIA., “Zabbix documentation.” [Online]. Available: https://www.zabbix.com/documentation/3.0/.

[8] NECTEC, “โครงการโอเพนซอร์ส.” [Online]. Available: http://www.nectec.or.th/rd/rd-opensource-th.html.

[9] The Apache Software Foundation. , “Welcome to Apache™ Hadoop®!” [Online]. Available: http://hadoop.apache.org

[10] R.Owens, Hadoop Real-World Solutions Cookbook. 2013.

[11] Elasticsearch, “Elasticsearch” [Online]. Available: https://www.elastic.co/products/elasticsearch

[12] R. Kuc and M. Rogozinski, Mastering ElasticSearch. Extend your knowledge on ElasticSearch, and querying and data handling, along with its internal workings. 2013.

[13] X. Li and Y. Wang, “Based on Fields for Elasticsearch,” 2015.

[14] Elasticsearch, “logstash.” [Online]. Available: https://www.elastic.co/guide/en/logstash/current/index.html.

[15] Elasticsearch, “kibana.” [Online]. Available: https://www.elastic.co/guide/en/kibana/current/index.html.

[16] Fluentd Project., “Fluentd architecture.” [Online]. Available: http://www.fluentd.org/

[17] J. Hwang, S. Zeng, and T. Wood, “A component-based performance comparison of four hypervisors,” Integr. Netw. Manag. …, pp. 269–276, 2013.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอล

System for Finding the Direction of a Digital TV Station

ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ[1] คงเกษม ปักนอก[1] และ ณัฐพงศ์ สมสุข[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น โทรศัพท์ 043-338-869-70 E-mail: siriwat.wa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอลของประเทศไทยต้นทุนต่ำ โดยระบบแสดงผลค่าความแรงสัญญาณแบบกราฟฟิตบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ระบบดังกล่าวประกอบด้วย กลไกควบคุมการหมุนสายอากาศ สายอากาศแบบเฮลิก บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมกลไกมอเตอร์เกียร์ให้หมุนครั้งละ 5 องศา แล้วหยุดให้สายอากาศเฮลิกรับพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าคลื่นความถี่ทีวีดิจิตอลเข้ามา เพื่อแปลงสัญญาณที่รับได้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรดีเทคเตอร์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงนี้จะแปรผันตรงกับกำลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบสายอากาศ แล้วส่งผ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้นี้ให้กับวงจรเอดีซีของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็มซึ่งสะดวกในการเปรียบเทียบ บันทึกผล และส่งไปแสดงบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือผ่านช่องทางการสื่อสารไร้สายแบบบูลทูธ ได้ทำการทดสอบระบบด้วยการนำไปค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ดิจิตอล ที่ห่างจากเสาส่งสัญญาณระยะ 10 20 และ 30 กิโลเมตร พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง

คำสำคัญ: โทรทัศน์ระบบดิจิตอล, สถานีทีวีดิจิตอล, ค้นหาทิศทางสถานี

Abstract

This article presents the design, fabrication and testing of a low-cost system developed for finding the direction of a digital TV station. This system can display its finding result in a graphical model on a mobile phone monitor. The system consisted of a rotating mechanic, a helical antenna, a radiofrequency (RF) detector, an Arduino Nano controller board, a Bluetooth module and a mobile phone. The microcontroller was coded to move the antenna attached on the rotating gearbox mechanic for the steps of five degrees until a full round. At each rotating step, the antenna was shortly parked waiting for the RF electromagnetic energy of the digital television broadcasting (DTV) band to be converted to a direct current (DC) voltage obtained by an RF detector. This DC voltage, which was proportional to the amount of the RF energy incidence upon the helical antenna, was passed to the available analog-digital-converter circuit inside the microcontroller for converting to an integer value. Then, this integer value could be compared, stored and sent wirelessly via a Bluetooth module for displaying on a mobile phone's monitor. The experimental test was performed by using the system to find the directions of a DTV station at the distances of 10, 20 and 30 kilometers; and, its results confirmed that this system was working correctly.

Keywords: digital television, digital TV station, finding DTV station

1. บทนำ

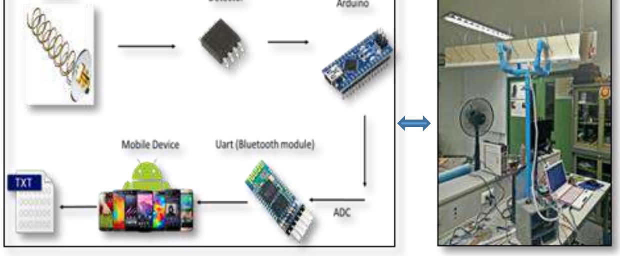
ในปัจจุบันระบบโทรทัศน์ดิจิตอล หรือ ทีวีดิจิตอลในประเทศไทยมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ในปีที่ผ่านมาสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช) มีนโยบาย[1] แจกคูปองให้กับครัวเรือนเพื่อแลกกล่องรับสัญญาณทีวีดิจิตอล (Digital Television) เพื่อให้คนไทยทั้งประเทศได้ดูทีวีที่มีจำนวนช่องมากกว่าเดิมและสัญญาณภาพมีความคมชัดสูงมากกว่าระบบอนาล็อก (analog) เดิม ส่งผลให้ผู้ประกอบการสถานีทีวีดิจิตอลต้องทำการกระจายติดตั้งเสาสัญญาณให้ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการให้มากขึ้นทั้งเขตเมืองและชนบท เพื่อการรองรับการส่งสัญญาณทีวีดิจิตอลไปถึงทั่วทุกพื้นที่ของประเทศ แต่ปัจจุบันคูปองแลกกล่องรับสัญญาณทีวีดิจิตอลที่กสทช แจกออกไปนั้น ครัวเรือนส่วนใหญ่ไม่ได้มารับเอา หรือในส่วนที่รับไปแล้วเมื่อแลกกล่องไปกับประสบปัญหาความยุ่งยากในการติดตั้งเพื่อใช้งาน มีจำนวนไม่น้อยที่ติดตั้งแล้วสัญญาณภาพขาดๆหาย โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่ห่างจากเสาส่งมากกว่า 10 กิโลเมตร การติดตั้งต้องอาศัยผู้ชำนาญและเครื่องมือที่มีราคาสูง ทีมงานผู้วิจัยได้เคยออกสำรวจพื้นที่และพบปะประชาชนที่ ตำบลนาเชือก อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ (พื้นที่นี้อยู่ห่างจากเสาส่งประมาณ 60 ถึง 70 กิโลเมตร)

ได้รับการบอกเล่าจากชาวบ้านว่า "ทีวีดิจิตอลใช่ภาพคมชัดเจนดีแต่เวลาดูๆไปสัญญาณภาพมักจะมีการขาดๆ หายๆ ดูแล้วเกิดความรำคาญ (Annoying) มากกว่าความสุนทรีย์ สู่แบบเดิมไม่ได้ ถึงจะไม่ค่อยจะคมชัดมากนัก แต่สัญญาณมีความเชื่อถือได้ ไม่เคยขาดหายสร้างความรำคาญ" สาเหตุดังกล่าวมาจากความไม่เข้าใจวิธีการติดตั้งเครื่องรับทีวีดิจิตอลอย่างถูกวิธี เพราะว่าการติดตั้งเครื่องรับทีวีดิจิตอลไม่สามารถใช้กล่องรับทีวีดิจิตอลเสียบปลั๊กแล้วหมุนหาทิศทางที่สัญญาณมีความคมชัดที่สุดได้โดยตรงดังเช่นการติดตั้งเสาทีวีรับสัญญาณระบบอนาล็อกเดิม ขั้นตอนการติดตั้งเสารับสัญญาณทีวีดิจิตอลที่ถูกวิธี เริ่มจากการรู้ทิศทางที่ตั้งของสถานีทีวีดิจิตอลก่อน และต้องเลือกสายอากาศที่มีอัตราขยายที่เหมาะสมในแต่ละระยะห่างจากเสาส่ง[2] พร้อมกับต้องรู้ค่าช่องหรือความถี่ของแต่ละ MUX[3] ที่มีการส่งสัญญาณออกจากเสาส่งนั้น และต้องมีการปรับค่าระยะความสูงของสายอากาศบนเสาอากาศให้เหมาะเพื่อให้รับสัญญาณได้ดีที่สุด ณ จุดตำแหน่งเสานั้นๆ

ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการศึกษา ออกแบบและจัดสร้างระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอล เพื่ออำนวยความสะดวกการติดตั้งเสารับสัญญาณเครื่องรับทีวีดิจิตอล โดยระบบที่ได้ออกแบบและจัดสร้างนี้ใช้แผงควบคุมต้นทุนต่ำและนำผลการค้นหาแสดงที่หน้าจอโทรศัพท์มือถือแบบกราฟิตผ่านการสื่อสารไร้สายบูลทูธ (Bluetooth) ที่เป็นฟังค์ชั่นทั่วไปที่โทรศัพท์มือถือทุกเครื่องมีอยู่ในตัวอยู่แล้ว ส่งผลให้ระบบที่ออกแบบและจัดสร้างนี้มีราคาประหยัดซึ่งจะช่วยลดความจำเป็นจากการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศที่มีราคาสูงได้ด้วย

2. องค์ประกอบและการทำงานของระบบ

ผังส่วนประกอบ การออกแบบระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอลแสดง ดังรูปที่ 1 ซึ่งระบบประกอบไปด้วยสายอากาศแบบเฮลิก (Helical antenna) วงจรดีเทคเตอร์ (RF detector) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino nano โมดูลการสื่อสารไร้สายบูลทูธ (Bluetooth) และเครื่องโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 1 ผังส่วนประกอบระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอล

หลักการคัดเลือกสายอากาศเพื่อใช้ในระบบนี้ ได้คำนึงถึงจุดเด่นด้านความสามารถในการบ่งชี้ทิศทาง (Directivity) ย่านแบนด์วิดท์การรับคลื่น (Operating bandwidth) ที่ครอบคลุมย่านความถี่ทีวีดิจิตอล (510-853 MHz) ของไทย และความซับซ้อนของโครงสร้าง (Antenna structure) พบว่า สายอากาศเฮลิก มีความเหมาะสมมากกว่าสายอากาศแบบ ยากิอุดะ (Yagi-Uda) ล๊อกพีริออดิกแอร์เรย์ (Log-periodic array) และ ไมโครสติบแพทแอร์เรย์ (Microstrip patch array) สายอากาศเฮลิกที่ใช้ในระบบนี้ทำจากเส้นลวดเส้นชุบสังกะสีที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร สายการมีแกนความยาว 89.5 เซนติเมตรและเส้นผ่าศูนย์กลาง 13.6 เซนติเมตร อัตราขยายสูงสุด 12.5 dBi ทำงานครอบคลุมย่านความถี่ 510-853 MHz เมื่อพิจารณาที่ค่าอัตรากำลังงานสะท้อนกลับต่อกำลังงานตกทบที่สายอากาศไม่เกินร้อยละ20 ขนาดโครงสร้างสายอากาศนี้ถูกคำนวณจาก [4]

ระบบควบคุมการหมุนได้ทำการออกแบบโดยเลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino nano ที่มีต้นทุนราคาที่ต่ำ เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมมอเตอร์เกียร์ให้หมุนเสาอากาศไปครั้งละ 5 องศาจนครบ 360 องศา และแต่ละครั้งจะหยุดเพื่อให้สายอากาศรับกำลังงานคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ามา แล้วแปลงสัญญาณที่รับได้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC Signal) ด้วยวงจรดีเทคเตอร์ไอซีเบอร์ AD8314 ที่มีค่าอินพุทไดนามิกค์เรนท์ระหว่าง -45 ถึง 0 dBm ซึ่งสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จะแปรผันตรงกับค่ากำลังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบบนสายอากาศ และสามารถป้อนค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับให้กับวงจรเอดีซี(ADC, Analog Digital Convertor) ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็ม ซึ่งจะสะดวกในการเปรียบเทียบ บันทึกผล ก่อนนำผลไปแสดงบนหน้าจอเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สารบลูทูธ

3. การเก็บข้อมูล

ได้ทดสอบระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอล โดยกำหนดระยะห่างจากเสาส่งสถานีส่งโดยประมาณคราวๆ จาก google map ที่ระยะ 10 20 และ 30 กิโลเมตร พิกัด GPS ของตำแหน่งที่ทำการทดสอบ ได้แสดงในตารางที่ 1 และรูปสถานที่ทดสอบที่ระยะดังกล่าวแสดงในรูปที่ 2 ถึง 4

ตารางที่ 1 พิกัด GPS ของตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

ระยะ	10	20	30
Latitude:	16.374497	16.435718	16.385956
Longitude:	102.957385	102.758444	103.240435

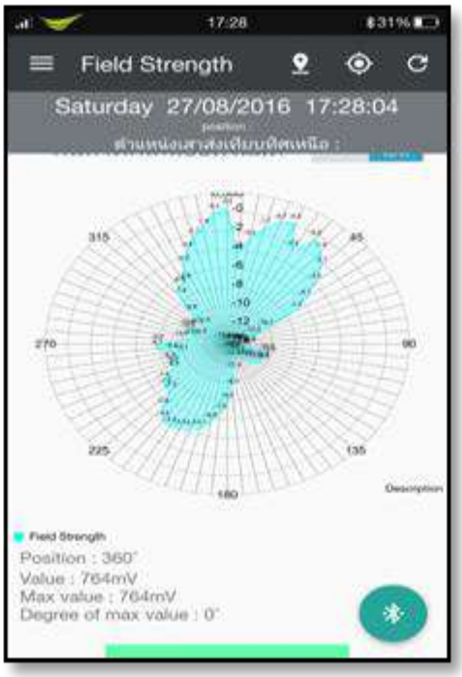
รูปที่ 2 การทดสอบระบบที่มีระยะห่างจากเสาส่งประมาณ 10 กิโลเมตร

รูปที่ 3 การทดสอบระบบที่มีระยะห่างจากเสาส่งประมาณ 20 กิโลเมตร

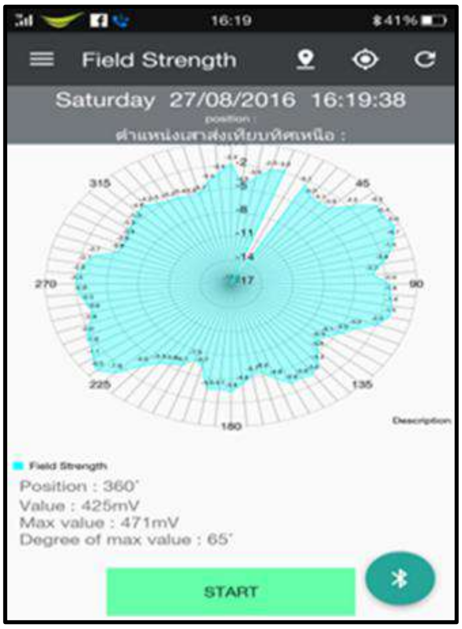
รูปที่ 4 การทดสอบระบบที่มีระยะห่างจากเสาส่งประมาณ 30 กิโลเมตร

4. ผลการทดสอบระบบ

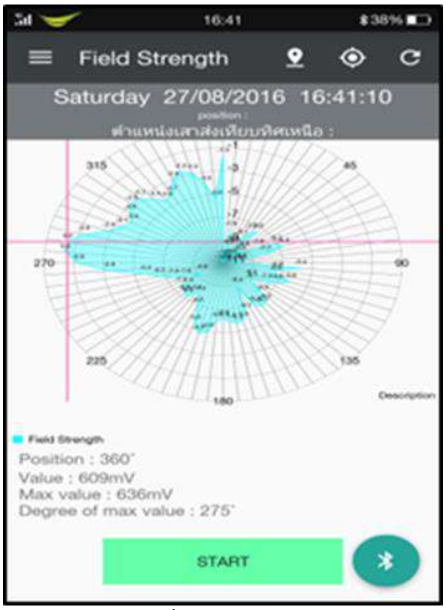
ผลการค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอลที่แสดงบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือแสดงดังรูปที่ 5 ถึง 7 ซึ่งจะเป็นค่าความแรงของสัญญาณที่วัดได้โดยหมุนสายอากาศไปทีละ 5 องศาจบครบ 360 องศา โดยค่าแรงดันถูกแสดงเป็นกราฟแบบวงกลม (polar plot) ที่มีการคำนวณสรุปค่ามุมที่วัดได้สูงสุดในด้านล่างของหน้าจอ เมื่อวัดเสร็จสิ้นระบบจะหมุนชี้สายอากาศไปจอดพักยังตำแหน่งที่วัดที่ให้ค่าแรงดันสูงสุด ซึ่งจะสะดวกหากต้องการใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิง ถ้าต้องการทราบมุมของสายอากาศเพื่อการติดตั้งเสารับสัญญาณในขณะนั้นเลย



รูปที่ 5 ผลการค้นหาแสดงที่จอโทรศัพท์มือถือระยะ 10 กิโลเมตร



รูปที่ 6 ผลการค้นหาแสดงที่จอโทรศัพท์มือถือระยะ 20 กิโลเมตร



รูปที่ 7 ผลการค้นหาแสดงที่จอโทรศัพท์มือถือระยะ 30 กิโลเมตร

ผลการวัดค่าแรงดันสัมพัทธ์ (relative) ของสัญญาณเมื่อปรับค่าสูงสุดเป็น 0 dB แล้ว สามารถนำเอา (หากต้องการ)เพื่อใช้ข้อมูลประกอบการจัดทำรายงานดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นค่าการทดสอบระบบวัดค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอลระยะ 30 กิโลเมตร

ตารางที่ 2 ค่าการค้นหาเมื่อปรับค่าสูงสุดเป็น 0 dB ระยะ 30 กิโลเมตร

มุม (องศา)	ความแรง (dB)	มุม (องศา)	ความแรง (dB)	มุม (องศา)	ความแรง (dB)
0	-2.26	125	-6.05	245	-2.02
5	-4.92	130	-6.35	250	-2.90
10	-3.94	135	-5.61	255	-3.59
15	-2.51	140	-4.33	260	-3.25
20	-2.21	145	-3.59	265	-2.75
25	-17.4	150	-3.79	270	-2.41
30	-3.05	155	-3.59	275	-2.61
35	-4.03	160	-4.77	280	-3.05
40	-4.13	165	-5.96	285	-3.69
45	-3.89	170	-5.71	290	-5.76
50	-2.21	175	-4.77	295	-5.81
55	-0.19	180	-3.84	300	-5.91
60	-0.44	185	-4.13	305	-5.32
65	0.00	190	-3.99	310	-5.27
70	-0.69	195	-6.69	315	-4.58
75	-1.47	200	-7.34	320	-4.53
80	-2.56	205	-6.10	325	-5.07
85	-3.74	210	-5.81	330	-5.32
90	-2.02	215	-5.27	335	-5.41
95	-1.92	220	-3.99	340	-5.76
100	-1.62	225	-1.62	345	-5.66
105	-1.52	230	-0.49	350	-4.43
110	-2.36	235	-1.13	355	-3.39
115	-4.18	235	-1.87	360	-2.26
120	-5.02	240	-1.62		

3. สรุป

ทีมงานผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ออกแบบและสร้างระบบค้นหาทิศที่ตั้งสถานีโทรทัศน์ระบบดิจิตอลต้นทุนต่ำที่แสดงผลการค้นหาบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ระบบดังกล่าวได้มีส่วนประกอบหลักที่ทำให้มีต้นทุนต่ำเพราะเลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น Arduino nano และการเลือกแสดงผลการค้นหาบนจอโทรศัพท์มือถือผ่านทางการสื่อสารไร้สายแบบบูลทูธ

4. กิตติกรรมประกาศ

ทีมงานผู้วิจัย “ได้รับการสนับสนุนการจัดทำโครงการจากคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น” และ “ความเห็นในรายงานผลโครงการเป็นของผู้รับการสนับสนุน ซึ่งคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป” ขอขอบพระคุณยิ่งมา ณ ที่นี้

การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจังหวัดตรัง ผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Tourism Informations for Trang Province via Android Application

ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์[1*] สุมนา ปาธะรัตน์[2] ศิรินันทร์ นาพอ[3] และภูมินทร์ อินทร์แป้น[4]
[1,2,3,4]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
179 ม.3 ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง 92150 โทรศัพท์ 08-7889-4511 E-mail : sawannarat.a@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว จังหวัดตรัง ผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวของจังหวัดตรัง 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวของจังหวัดตรัง โดยแอพพลิเคชั่นจะนำเสนอข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พักและร้านอาหาร ในทุกอำเภอของจังหวัดตรัง ซึ่งแอพพลิเคชั่นนี้ถือเป็นช่องทางหนึ่งในการประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดตรังให้เป็นที่รู้จักของคนในวงกว้าง พัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยใช้ ภาษา jQuery HTML5 CSS3 PHP MySQL และโปรแกรม App Inventor 2 ผลการประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.17 อยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจของผู้ใช้ 50 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวมที่ค่าเฉลี่ย 3.65 อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ยังมีการประเมินจากผู้ใช้งานผ่าน Google Play Store โดยได้ 4 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5

คำสำคัญ : แอพพลิเคชั่น, สถานที่ท่องเที่ยว, จังหวัดตรัง , ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

This article presents Tourism Information for Trang Province via Android Application. The objectives were 1) to improve the quality of applications for tourism of the Trang province. 2) To study of users satisfaction in applications for tourism of the Trang province. The app will offer information on attractions, accommodations and restaurants in every district of the Trang province. This app offers this as a way to promote the attractions of the province to a broad. This app develops by using jQuery, HTML5, Css3, PHP, MySQL and App Inventor 2. The quality valuation of application by 3 expert persons at a high level and average is 4.17 and the satisfaction with application function from 50 users, resulting at a high level and average is 3.65. There are also rated by users through Google Play Store with a score 4 from 5.

Keywords : Application, Attractions, Trang, Android

1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจการท่องเที่ยวและบริการ ถือเป็นธุรกิจหนึ่งที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก จังหวัดตรังเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่มีความสวยงามและเหมาะแก่การดำน้ำดูปะการัง อันเป็นเสน่ห์ดึงดูดใจนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังขึ้นชื่อเรื่องอาหารการกิน สิ่งนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้นักท่องเที่ยวเลือกมาเที่ยวในจังหวัดตรัง ทำให้กระแสการเดินทางของจังหวัดตรังมีแนวโน้มการเติบโตที่ดีมาโดยตลอด อีกทั้งเมื่อมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ส่งผลให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวภายในจังหวัดตรังมากยิ่งขึ้น

นักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวในจังหวัดตรังนั้นมีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ การจะมาท่องเที่ยวนั้นนักท่องเที่ยวมักจะหาข้อมูลจากสื่อต่างๆ โดยส่วนมากจะหาข้อมูลจากเว็บไซต์ เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลที่เข้าถึงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมที่ก้าวหน้าในปัจจุบัน ซึ่งครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ในประเทศ ปัจจุบันการเผยแพร่ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดตรังมีอยู่มากมายไม่ว่าจะเป็นเว็บไซต์หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ แต่สื่อเหล่านี้ยังไม่รองรับอุปกรณ์สมาร์ทโฟน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีแบบพกพาที่เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตของคนในปัจจุบันไปแล้วนั้น เช่น ด้านการแสดงผลเว็บไซต์เมื่อเปิดกับสมาร์ทโฟนรูปแบบการแสดงผลจะผิดเพี้ยนไปจากเดิม ด้านเนื้อหา ข้อมูลที่เผยแพร่อยู่ในปัจจุบันให้ข้อมูลไม่ละเอียด ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ทำให้สถานที่ท่องเที่ยวบางแห่งที่มีความสวยงามไม่ได้รับการเผยแพร่ ทำให้ไม่เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยว การพัฒนาแอพพลิเคชั่นนี้ขึ้นมา จึงเป็นสิ่งที่ตอบสนองการใช้สมาร์ทโฟน ทำให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้สะดวกขึ้น

ซึ่งปัจจุบันมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้แอพพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ เพื่อเพิ่มช่องทางในการนำเสนอเนื้อหา ข้อมูล ความรู้ต่างๆ ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกโดยผ่านทางอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ดังนี้

กมลลักษณ์และคณะ (2557) ได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นสุภาษิตไทยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่าเนื้อหาในแอพพลิเคชั่นสามารถใช้ฝึกฝนทักษะการอ่าน เสริมความรู้ความเข้าใจในเรื่องสุภาษิตไทยอยู่ในระดับมาก [1]

สิริสุดา รอดทอง (2556) ได้ทำวิจัยเรื่องความตั้งใจในการดาวน์โหลดโมบายแอพพลิเคชั่นของผู้ใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ในกลุ่มสมาร์ทโฟน ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายและปัจจัยด้านการรับรู้ความสะดวกในการพกพา เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการดาวน์โหลดโมบายแอพพลิเคชั่นของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในกลุ่มสมาร์ทโฟน [2]

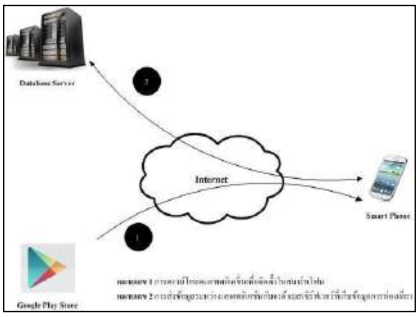
จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อเพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของจังหวัดตรังผ่านแอพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน ซึ่งแนวโน้มการใช้งาน Mobile Device อย่างสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนา Mobile Applications [3] ถือได้ว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนักท่องเที่ยว สามารถดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นมาไว้บนเครื่อง แล้วสามารถเปิดดูข้อมูลได้โดยเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยพฤติกรรมของผู้ใช้ส่วนมากให้ความสำคัญกับเลือกใช้แอพพลิเคชั่นให้ตรงต่อความต้องการ และต้องการความสะดวกในการใช้งานแอพพลิเคชั่น ที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา[4] การนำเสนอข้อมูลผู้วิจัยได้มีการรวบรวมข้อมูล จากทุกพื้นที่ในจังหวัดตรัง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ละเอียด ครบถ้วน ถือเป็นประโยชน์ในการเดินทางมาท่องเที่ยวเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งระบบดังกล่าวยังช่วยสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดตรัง พ.ศ. 2558-2661 ด้านการสร้างฐานเศรษฐกิจของจังหวัด (ด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมต่อเนื่องและการท่องเที่ยว) ในกลยุทธ์ส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวและการตลาดสมัยใหม่ [5] อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวของจังหวัดตรังบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวจังหวัดตรัง บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพรวมของแอพพลิเคชั่นจะเป็นการดูข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร ของจังหวัดตรัง ผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นและติดตั้งในสมาร์ทโฟนผ่าน Google Play Store หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถดูข้อมูลได้ ขณะใช้งานผู้ใช้จำเป็นต้องเชื่อมต่อสมาร์ทกับระบบอินเทอร์เน็ต เนื่องจากข้อมูลต่างๆ ได้เก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูล แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวคิดการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นสถานที่ท่องเที่ยงจังหวัดตรังด้วยกระบวนการพัฒนาทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก และร้านอาหาร ของจังหวัดตรัง โดยการออกสำรวจในทุกๆพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและทันสมัยมากที่สุด อีกทั้งได้รับความร่วมมือจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานตรัง ในการให้ข้อมูล

4.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดขอบเขตของการพัฒนาแอพพลิเคชั่นโดยผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูล ในแต่ละอำเภอ ทั้งหมด 10 อำเภอ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 หัวข้อด้วยกัน คือ ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ข้อมูลที่พัก และข้อมูลร้านอาหาร จากนั้นก็มีการออกแบบหน้าจอของแอพพลิเคชั่นแสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การออกแบบหน้าจอแอพพลิเคชั่น

4.3 การพัฒนาแอพพลิเคชั่น

การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับการวิจัยนี้ สามารถแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.3.1 การออกแบบและสร้างหน้าแอพพลิเคชั่น ใช้ jQuery HTML5 และ CSS3 โดยออกแบบให้รองรับกับการแสดงผลบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่หลากหลาย

4.3.2 การสร้างและติดต่อฐานข้อมูล ใช้ฐานข้อมูล MySQL และภาษาสคริปต์ PHP

4.3.3 การแปลงแอพพลิเคชั่น ใช้โปรแกรม App Inventor 2

4.4 การเผยแพร่แอพพลิเคชั่น

โดยการอัพโหลดแอพพลิชั่นขึ้นไปไว้บน Google Play Store เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นไปใช้งานได้

4.5 หาคุณภาพและสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอพพลิเคชั่น

- การหาคุณภาพของแอพพลิเคชั่น จากผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 คน

- ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชั่น โดยการแจกแบบสอบถามให้กับผู้ใช้ที่ได้ทดลองใช้แอพพลิเคชั่น จำนวน 50 คน

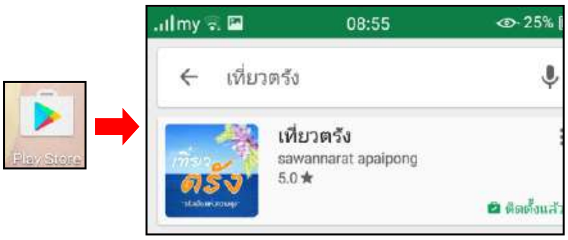
4.6 วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

โดยวิเคราะห์ผลจากแบบประเมินคุณภาพของแอพลิเคชั่นและแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ตามวิธีของไลเคอร์ท (Likert) ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

5. ผลการวิจัย

5.1 การทดสอบการทำงานของแอพพลิเคชั่น

เมื่อพัฒนาชิ้นงานเสร็จแล้ว จะมีการทดสอบแอพพลิเคชั่นจากเครื่องสมาร์ทโฟนเพื่อหาข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น จนได้งานที่สมบูรณ์ที่สุดจากนั้น อัพโหลดแอพพลิเคชั่นขึ้นบน Google Play Store โดยผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นมาไว้บนเครื่องเพื่อเปิดใช้งานแอพพลิเคชั่น โดยผู้ใช้สามารถค้นหาด้วยคำว่า “เที่ยวตรัง” จากนั้นจะเจอแอพพลิเคชั่น “เที่ยวตรัง” แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แอพพลิเคชั่นบน Google Play Store

เมื่อผู้ใช้ทำการติดตั้งและเปิดใช้งาน แอพพลิเคชั่นสามารถทำงานได้ดังที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 6

ภาพที่ 4 หน้าจอแรกของแอพพลิเคชั่น

ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงเมนู

ภาพที่ 6 หน้าจอรายละเอียดของสถานที่ท่องเที่ยว

5.2 การประเมินผลของแอพพลิเคชั่น

หลังจากทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นและติดตั้งให้ผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้วัดผล 2 ส่วนด้วยกันคือ ประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่น จากผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 คน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอพลิเคชั่น จำนวน 50 คน ผลการประเมินที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่นจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
1. การออกแบบตัวแอพพลิเคชั่น (ข้อความ สี เสียง รูปภาพ กราฟิก)	4.3	0.00	มาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.3	0.58	มาก
3. ความครบถ้วนสมบูรณ์ของเนื้อหา	3.7	0.58	มาก
4. ความสะดวกต่อการนำไปใช้	4.3	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.17	0.43	มาก

ผลการประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่นจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าคุณภาพของสื่อ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยที่การออกแบบตัวแอพพลิเคชั่น ความถูกต้องของเนื้อหา และความสะดวกต่อการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.3 อยู่ในระดับมาก และรองลงมาคือ ความครบถ้วนสมบูรณ์ของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 3.7 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.02	0.77	มาก
2. ความสวยงามของแอพพลิเคชั่น	3.96	0.67	มาก
3. ความสนุกสนานในการใช้งาน	3.02	0.62	ปานกลาง
4. ประโยชน์ต่อการนำไปใช้งาน	3.58	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.65	0.65	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่นของกลุ่มผู้ใช้ พบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ ความสะดวกในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.02 อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือ ความสวยงามของแอพพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ย 3.96 อยู่ในระดับมาก ถัดมาคือ ประโยชน์ต่อการนำไปใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.58 อยู่ในระดับมาก และอันดับที่มีค่าพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ความสนุกสนานในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.02 อยู่ในระดับปานกลาง

6. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการท่องเที่ยวของจังหวัดตรังนั้น ถือเป็นช่องทางหนึ่งในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลของจังหวัดตรังให้เป็นที่รู้จักของคนในวงกว้าง ผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ไร้สาย ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของแอพพลิเคชั่นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน มีค่าเฉลี่ย 4.17 อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่นของกลุ่มผู้ใช้ จำนวน 50 คน มีค่าเฉลี่ย 3.65 อยู่ในระดับมาก อีกทั้งได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้ที่ดาวน์โหลดจาก Google play store ได้ 4 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5

เอกสารอ้างอิง

[1] กมลลักษณ์ ชัยดี, นิรันด์ วงค์วิชัย เนตรนภา นันตา และ วรณิษา ประพลรัตนัง.**การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสุภาษิตไทยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.** การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6. 23-25 กรกฎาคม 2557.

[2] สิริสุดา รอดทอง. **ความตั้งใจในการดาวน์โหลดโมบายแอพพลิเคชั่นของผู้ใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ในกลุ่มสมาร์ทโฟน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2556.

[3] สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล . **แนวโน้มการใช้โมบายแอพพลิเคชั่น.** มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. วารสาร Executive Journal . หน้า 110-115.

[4] นุชจรินทร์ ศรีสุวรรณ์. **พฤติกรรมการใช้งานและปัจจัยที่มีผลในการเลือกใช้แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟน กรณีศึกษา : นักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.2553.

[5] กลุ่มงานยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดตรัง.2556. **แผนพัฒนาจังหวัดตรัง พ.ศ. 2558-2661.**

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การจำแนกกิจกรรมตามปกติโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Activity of Daily Living Classification using Artificial Neural Networks

ปฏิมากร จันทร์พริ้ม[1] ธีรพงษ์ ฉิมเพชร[1] ชลัช สัตยารักษ์[1] และ พรชัย พฤกษ์ภัทรานนต์[2]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เลขที่ 1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 E-mail: patimakorn.j@hyac.in.th

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาการจำแนกท่าทางกิจกรรมตามปกติโดยใช้คุณลักษณะเด่นที่ได้จากเซนเซอร์ความเร่ง 3 แกนจำนวน 2 ชุดติดที่ลำตัวและต้นขาของผู้ทดสอบ ได้แก่ แนวโน้มการเพิ่ม/ลดความเร่งเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของแต่ละแกนแต่ละตำแหน่งรวม 6 ค่า และค่าสูดสุดหรือต่ำสุดของความเร่งลัพธ์ที่แต่ละตำแหน่งอีก 4 ค่า ทำการทดลองกับผู้ทดสอบแบ่งตามกลุ่มอายุ 3 ช่วง คือ วัยรุ่น วัยกลางคน และผู้สูงอายุ รวมทั้งหมด 6 คน ให้ผู้ทดสอบแสดงท่าทาง 6 ท่าทางโดยให้ทำซ้ำท่าละ 4 ครั้ง จากนั้นใช้โครงข่ายประสาทเทียมช่วยในการตัดสินใจรู้จำท่าทาง ผลการทดสอบหลังจากทำ 2-fold cross validation ข้อมูลสำหรับฝึกฝนและทดสอบแล้ว พบว่า สามารถจำแนกท่าทางกิจกรรมตามปกติได้โดยให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการรู้จำหรือจำแนกท่าทางเท่ากับ 90.28

คำสำคัญ: การจำแนก, กิจกรรมตามปกติ, โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

This article describes a study of Activity of Daily Living classification. Its features were evaluated from accelerations of two sets of a tri-axial accelerometer mounted on a subject's trunk and a thigh. Those features included six increasing/decreasing trends of resultant accelerations of each axis/position, and four minimum/maximum resultant accelerations at each position. In the experiment, there were six subjects, including teenager, middle-aged person, and elderly. The subjects performed six scenarios of Activity of Daily Living. Each scenario was repeated 4 times. An Artificial Neural Network was used for classification. For 2-fold cross validation, the result showed that the Activity of Daily Living percentage recognition/classification was 90.28.

Keywords: classification, Activity of Daily Living, Neural Networks

1. บทนำ

ปัจจุบันมีนวัตกรรมใหม่ๆ ของสายรัดข้อมือสำหรับคนรักสุขภาพที่เฝ้าดูพฤติกรรมการเดิน พฤติกรรมการนอน และอัตราการเต้นของหัวใจ[1][2] ข้อมูลนี้บ่งบอกว่าคนเราหันมาให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพมากขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับปริมาณการเดินและการนอนในแต่ละวัน อย่างไรก็ตามหากสามารถบอกพฤติกรรมที่ละเอียดได้มากกว่านี้ก็จะยิ่งได้รับข้อมูลส่วนหนึ่งที่มีประโยชน์ในการบ่งบอกสภาวะของสุขภาพ ช่วยในการวางแนวทางดูแลสุขภาพให้มีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์อย่างชัดเจนสำหรับผู้ที่เพิ่งได้รับการผ่าตัด กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมหลังการผ่าตัดสามารถชี้วัดการฟื้นฟูหลังการผ่าตัดได้ การศึกษาเกี่ยวกับการรู้จำ การจำแนกหรือตรวจจับท่าทางจึงมีประโยชน์และมีความจำเป็นสำหรับนวัตกรรมใหม่ที่ใช้เฝ้าดูพฤติกรรมต่อไปได้ งานวิจัยที่ใช้เซนเซอร์ตรวจจับท่าทางเร็วๆ นี้ ได้แก่ Jantaraprim[3] ศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณลักษณะเด่นสำหรับจำแนกท่าทางกิจกรรมตามปกติ 6 ท่าทางและพบว่าคุณลักษณะเด่นที่เสนอสามารถใช้จำแนกท่าทางกิจกรรมตามปกติได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ใช้ผู้ทดสอบเพียง 1 คน Chih-Yen Chiang [4] ศึกษาท่าทางออกกำลังกายเพื่อระบุปริมาณการออกกำลังกายฟื้นฟูที่บ้านของผู้สูงอายุ แต่ทำการศึกษาเพียงท่าออกกำลังกายประกอบการยืนและนั่งเท่านั้น ส่วน Kurita ศึกษาวิธีการตรวจจับกิจกรรมบนพื้นฐานเทคนิค Electrostatic Induction [5] และศึกษาวิธีการประเมินกิจกรรมของร่างกายโดยใช้เซนเซอร์ไร้สายแบบพกพา[6] แต่เขาได้ศึกษาเฉพาะท่าเดินเท่านั้น งานวิจัยนี้ทำการศึกษาต่อเนื่องมาจากงานวิจัยของ Jantaraprim [3] โดยทำการศึกษาการรู้จำหรือจำแนกท่าทางกิจกรรมตามปกติ 6 ท่าทางและใช้คุณลักษณะเด่นสำหรับการจำแนกท่าทางเดียวกันแต่เพิ่มจำนวนตัวอย่างผู้ทดสอบแบ่งตามกลุ่มอายุ 3 ช่วง คือ วัยรุ่น วัยกลางคน และผู้สูงอายุ อีกทั้งยังใช้โครงข่ายประสาทเทียมช่วยในการตัดสินใจรู้จำท่าทางด้วย

2. หลักการ

2.1 คุณลักษณะเด่น

งานวิจัยนี้ใช้คุณลักษณะเด่นในการจำแนกท่าทางเดียวกันกับงานวิจัยที่เสนอไปก่อนหน้านี้ [3] 10 ค่า ได้แก่ ค่าที่ 1-6 คือ val_y_c, val_x_c, val_z_c, val_y_t, val_x_t และ val_z_t แทนคุณลักษณะแนวโน้มการเพิ่ม/ลดความเร่งเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของแกน y ที่ลำตัว, ของแกน x ที่ลำตัว, ของแกน z ที่ลำตัว, ของแกน y ที่ต้นขา, ของแกน x ที่ต้นขา และของแกน z ที่ต้นขา ตามลำดับ ทั้งนี้คำนวณหาค่าแนวโน้มการเพิ่ม/ลดความเร่งเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของแต่ละแกนจาก

$A_{end} - A_{str} > 0.5 \longrightarrow val = 1$ แนวโน้มเพิ่ม

$A_{str} - A_{end} > 0.5 \longrightarrow val = -1$ แนวโน้มลด

$otherwise \longrightarrow val = 0$ แนวโน้มคงที่

เมื่อ

A_{end} คือ ค่าความเร่งที่ตำแหน่งสิ้นสุด

A_{str} คือ ค่าความเร่งที่ตำแหน่งเริ่มต้น

ค่าที่ 7 – 10 คือ max(A_c), min(A_c), max(A_t) และ min(A_t) แทนค่าสูงสุดของความเร่งลัพธ์ที่ลำตัว ค่าต่ำสุดของความเร่งลัพธ์ที่ลำตัว ค่าสูงสุดของความเร่งลัพธ์ที่ต้นขา และค่าต่ำสุดของความเร่งลัพธ์ที่ต้นขา ตามลำดับ โดยความเร่งลัพธ์หาได้จากสมการที่ 1

$$A = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2 + (a_z)^2} \qquad (1)$$

เมื่อ A คือ ค่าความเร่งลัพธ์ของทั้งสามแกน (g) ส่วน a_x, a_y และ a_z คือ ค่าความเร่งในแนวแกน x, y และ z (g) ตามลำดับ

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นชนิด Backpropagation ที่มีโครงสร้างเป็นแบบ Multilayer Feedforward Network จำนวน 1 ชั้นซ่อน มีจำนวนอินพุตเท่ากับ 10 อินพุต โครงสร้างของโครงข่ายเป็น 10-5-1 (input-hiden layer-output layer) และมีทรานเฟอร์ฟังก์ชันเป็น tansig/purelin

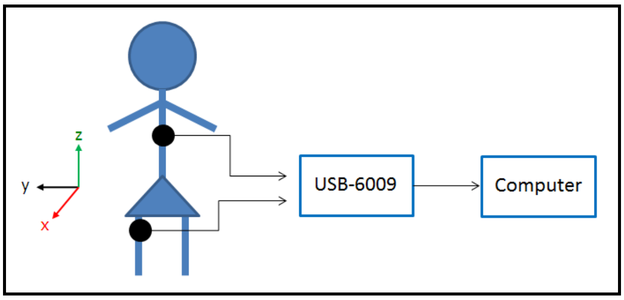
2.3 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการรู้จำ

เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการรู้จำท่าทางคำนวณตามสมการที่ 2

$$PR = \frac{TR}{TR + FR} * 100 \qquad (2)$$

เมื่อ PR คือ ความถูกต้องของการรู้จำท่าทาง
TR คือ จำนวนการรู้จำที่ถูกต้อง และ
FR คือ จำนวนการรู้จำที่ไม่ถูกต้อง

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง



รูปที่ 1 แผนภาพของระบบ

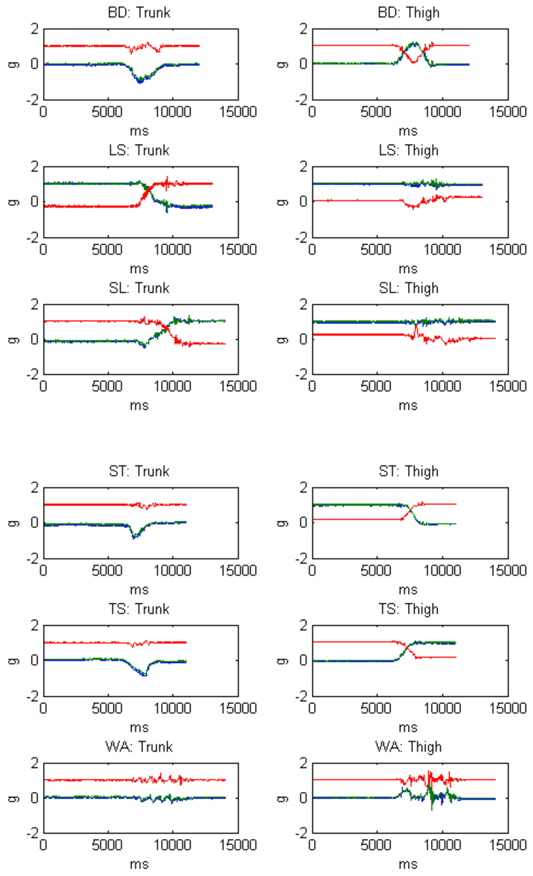
อุปกรณ์สำหรับการทดลองเป็นอุปกรณ์ชุดเดียวกันกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ [3] ประกอบด้วยเซนเซอร์ความเร่ง ADXL321 2 ตัว ตั้งฉากกัน 2 ชุด ชุดที่ 1 ติดที่ลำตัว (ระหว่างอกกับเอว) ชุดที่ 2 ติดที่ต้นขา การ์ด A/D ของ NI USB-6009 แล้วประมวลผลต่อบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงแผนภาพของระบบในรูปที่ 1 สัญญาณแรงดันที่ได้จะถูกสุ่มด้วย sampling frequency ที่ 1 kHz แล้วผ่าน 2nd order Butterworth low pass filter ที่ cut off frequency 20 Hz จากนั้นสัญญาณจะถูก calibrate แล้วนำไปหาความเร่งลัพธ์จากทั้งสามแกนตามสมการที่ 1 และคุณลักษณะเด่นอื่นๆ ต่อไป

ทำการศึกษากับผู้ทดสอบจำนวน 6 คน 3 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงวัยรุ่น 2 คน วัยกลางคน 2 คน และผู้สูงอายุ 2 คน ในการทดลองจะให้ผู้ทดสอบทั้งหมดเปลี่ยนท่าทางกิจกรรมตามปกติ 6 ท่าทาง ได้แก่ ก้มเก็บของแล้วกลับมายืนท่าเดิม นอน-นั่ง นั่ง-นอน นั่ง-ยืน ยืน-นั่ง และเดินทางราบเป็นระยะทาง 2 เมตร ดังตัวอย่างการแสดงบางท่าทางในรูปที่ 2 ทั้งนี้จะให้ทำซ้ำท่าทางละ 4 ครั้ง ทำให้ได้ข้อมูลของกิจกรรมตามปกติทั้งหมด 144 ข้อมูล (6 คน x 6 ท่า x 4 ครั้ง) จากนั้นแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2 ชุดเท่าๆ กันโดยให้สัญญาณท่าทางครั้งที่ 1-2 จากผู้ทดสอบแต่ละคนเป็นข้อมูลชุดที่ 1 และสัญญาณท่าทางครั้งที่ 3-4 จากผู้ทดสอบแต่ละคนเป็นข้อมูลชุดที่ 2 ทำให้ได้ข้อมูลแต่ละชุดสำหรับฝึกฝนและทดสอบกับโครงข่ายประสาทเทียมชุดละ 72 ข้อมูล เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการรู้จำท่าทางคิดจากค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง และทำ 2-fold cross validation โดยสลับชุดของข้อมูลฝึกฝนและทดสอบ

รูปที่ 2 ตัวอย่างบางท่าทางกิจกรรมตามปกติ

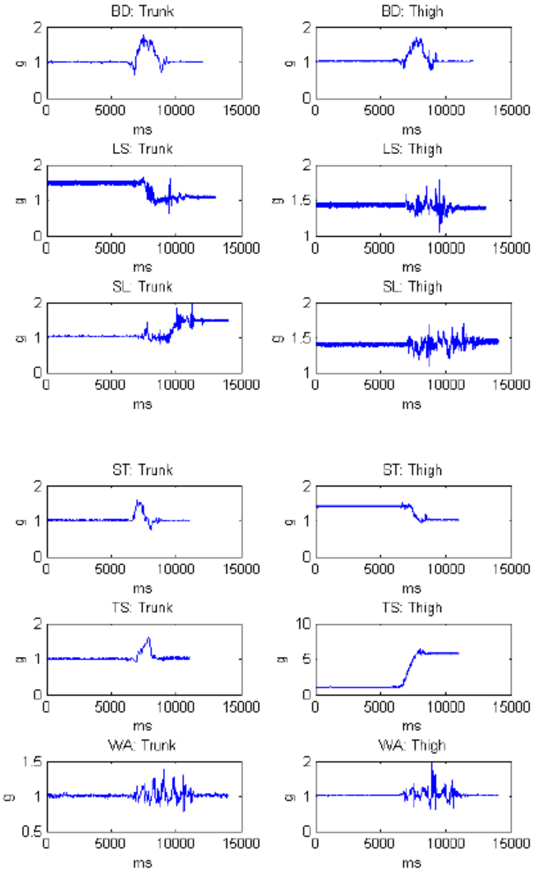
4. ผลการทดลอง

กำหนดให้สัญญาณความเร่งในแกน x, y และ z แสดงด้วยสีน้ำเงิน เขียว และแดงตามลำดับ BD แทนท่าก้มเก็บของแล้วกลับมายืนท่าเดิม LS แทนท่านอน-นั่ง SL แทนท่านั่ง-นอน ST แทนท่านั่ง-ยืน TS แทนท่ายืน-นั่ง และ WA แทนท่าเดินทางราบเป็นระยะทาง 2 เมตร รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างสัญญาณความเร่ง 3 แกนของท่าทาง BD LS SL ST TS และ WA ที่ตำแหน่งลำตัว(a) และต้นขา(b) รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างสัญญาณความเร่งลัพธ์ที่สอดคล้องกับรูปที่ 3 ที่ตำแหน่งลำตัว(a) และต้นขา(b)



a) b)

รูปที่ 3 ตัวอย่างสัญญาณความเร่ง 3 แกนของท่าทาง BD LS SL ST TS และ WA ที่ตำแหน่ง a) ลำตัว b) ต้นขา



a) b)

รูปที่ 4 ตัวอย่างสัญญาณความเร่งลัพธ์ที่สอดคล้องกับรูปที่ 3 ที่ตำแหน่ง a) ลำตัว b) ต้นขา

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อให้ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลฝึกฝนและข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลทดสอบ

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1	84.72
2	83.33
3	94.44
เฉลี่ย	87.50

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อให้ข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลฝึกฝนและข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลทดสอบ

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
1	87.50
2	97.22
3	94.44
เฉลี่ย	93.06

สัญญาณความเร่ง 3 แกนของทั้งที่ตำแหน่งลำตัวและต้นขาประกอบกันจากแต่ละท่าทางแสดงให้เห็นแนวโน้มของความแตกต่างกันของทุกท่าทาง ผลการทดสอบการรู้จำท่าทางด้วยคุณลักษณะเด่นทั้ง 10 ค่ากับโครงข่ายประสาทเทียมชนิด Backpropagation จำนวน 1 ชั้นซ่อนและมีจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 5 โหนดพบว่า ให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการรู้จำท่าทางดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำ 2-flod cross validation จึงมีค่าเท่ากับ 90.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้[3] ซึ่งใช้ผู้ทดสอบเพียง 1 คนและไม่ได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินการรู้จำพบว่า เมื่อใช้ผู้ทดสอบจำนวนมากขึ้นและหลากหลายวัยจะให้ผลการรู้จำท่าทางต่ำกว่ากรณีใช้ผู้ทดสอบเพียงคนเดียว อย่างไรก็ตามคุณลักษณะเด่นดังกล่าวยังคงสามารถใช้รู้จำท่าทางได้โดยให้ความถูกต้องของการรู้จำท่าทางมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

5. สรุป

คุณลักษณะเด่นจากสัญญาณความเร่ง 10 ค่าที่ใช้ร่วมกันแล้วสามารถรู้จำหรือจำแนกท่าทางก้มแล้วกลับมายืนท่าเดิม นอน-นั่ง นั่ง-นอน นั่ง-ยืน ยืน-นั่ง และเดินทางราบได้ ได้แก่ แนวโน้มการเพิ่ม/ลดความเร่งเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของแกน y ที่ลำตัว, ของแกน x ที่ลำตัว, ของแกน z ที่ลำตัว, ของแกน y ที่ต้นขา, ของแกน x ที่ต้นขา และของแกน z ที่ต้นขา ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร่งลัพธ์ที่ลำตัว ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเร่งลัพธ์ที่ต้นขาโดยสามารถรู้จำท่าทางของผู้ทดสอบได้หลากหลายวัยและไม่ขึ้นกับผู้ทดสอบ ทั้งนี้เมื่อใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิด Backpropagation จำนวน 1 ชั้นซ่อน และมีจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 5 โหนดตัดสินการรู้จำพบว่าสามารถให้ผลการรู้จำหลังจากการทำ 2-flod cross vilidation แล้วเท่ากับ 90.28 เปอร์เซ็นต์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนงานวิจัยการรู้จำท่าทางกิจกรรมตามปกติของผู้สูงอายุ และศูนย์วิจัยเฉพาะทางวิศวกรรมฟื้นฟู (NECTEC-PSU center of excellence for rehabilitation engineering) ที่สนับสนุนอุปกรณ์การทดลองสำหรับการศึกษาเบื้องต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] FITBIT [ออนไลน์].สืบค้นจาก https://www.fitbit.com

[2] MiBand [ออนไลน์].สืบค้นจาก http://www.mi.com

[3] P. Jantaraprim, T. Chimphet, C. Sattayarak, and P. Phukpattaranont, “Features for Activity of Daily Living Classification,” 8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand, pp. 41-44, July 27-29, 2016.

[4] C. Chiang, Y. Lee, C. Hsieh, and C. Chan, “Quantification of Home Rehabilitation Exercise for the Elder’s Physical Fitness Monitoring,” 5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, (iCBBE), pp. 1 - 4, 2011.

[5] K. Kurita, “Novel measurement method for physical activity based on electrostatic induction technique,” International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME), pp. 29 – 34, 2011.

[6] K. Kurita, “Physical activity estimation method by using wireless portable sensor,” IEEE Sensors, pp. 1 – 4, 2012.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แอปพลิเคชันติดตามความคืบหน้าโครงการ

e-PTA: The Project Progress Tracking Application

ณัฐนรี ศรีไชย[1] และ จารุณี ดวงสุวรรณ[2]
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตู้ ปณ 3 คอหงส์ หาดใหญ่ สงขลา 90112 E-mail: [1] kawanas_n-g@hotmail.com, [2] E-mail: jarunee.d@psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาแอพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์สำหรับการติดตามความก้าวหน้าของโครงการใดๆภายใต้ความรับผิดชอบขององค์กรหรือหน่วยงาน โดยได้ใช้กรณีศึกษาของบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทผลิตและจำหน่ายเหล็กรูปพรรณประจำภาคใต้ สำหรับแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ ส่วนของการสืบค้นงาน ส่วนที่แสดงรายการงาน ส่วนการจัดการงานเป็นส่วนของการเพิ่มงาน ลบงาน แก้ไขงาน และส่วนของการแจ้งเตือนงาน แอปพลิเคชันที่นำเสนอนี้ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้ ทฤษฎีการจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ (Priority Queue) มีการจัดลำดับงานที่เข้ามาทั้งหมดว่าควรทำงานใดก่อนเป็นอันดับแรก มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากที่จะนำมาใช้ในวางแผน และจัดลำดับการทำงาน ซึ่งระบบทะเบียนงานจะใช้ วันที่กำหนดเสร็จ และความสำคัญของงาน เป็นดัชนีวัดลำดับของการเริ่มทำงานใดก่อน เป็นการช่วยลดปัญหาการวางแผนในการทำงาน และช่วยให้พนักงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีเวลามากขึ้น และทำงานได้มากขึ้นกว่าเดิม

คำสำคัญ: ติดตามความคืบหน้า, การจัดการโครงการ, ทฤษฎีการจัดลำดับงาน, Priority Queue

Abstract

This paper presents an application based on android operating system to improve the performance of project management by proposing e-PTA. The e-PTA is electronic Project Progress Tracking for smart devices such as smart phone, tablet etc. The proposed application is designed to assist and provide support in order to fulfill the needs of multi-level users including project manager, supervisor, and staff.

By applying case study of 2S Metal Public Company Limited at Songkhla, the application is designed by queue techniques in order to implement the four main functions : task retrieving function, reporting function , task modifying function, and reminding function.

The result of using application shows that the project performance, measured regularly to identify variances from the project management plan, is on track and takes corrective action.

Keywords: electronic tracking, project management, queue technique

1. บทนำ

แอปพลิเคชันระบบทะเบียนงานสำหรับบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) พัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่บุคลากรที่ทำงานในหน่วยงานหรือบริษัทนั้นๆ เนื่องจากต้องการความสะดวกสบายและความรวดเร็ว ในการทำงาน วางแผนการทำงานจัดลำดับความสำคัญของงาน และทำให้หัวหน้ารับรู้การทำงานของบุคลากรในบริษัท และง่ายต่อการติดตามงานของหัวหน้า เป็นการลดความผิดพลาดของรายละเอียดของงาน ที่จะก่อให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง หรือ เกิดบริการที่ล่าช้าทำให้ยากต่อการแก้ไขปัญหา และ การปฏิบัติงาน

ในส่วนของแอพพลิเคชั่นระบบทะเบียนงานได้ใช้ภาษา PHP, JAVASCRIPT, ANGULARJS, HTML, CSS ในการพัฒนาใช้ IONIC FRAMEWORK ซึ่ง IONIC FRAMEWORK จะมีเซอร์วิสเพื่อการจำลองการใช้งานเสมือนอยู่บนมือถือจริง และ ใช้ภาษา SQL ในการจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft SQL SERVER ส่วนบราวเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบระบบคือ Google Chrome

บทความนี้จะประกอบไปด้วย 5 ส่วน ส่วนที่ 1 กล่าวถึงบทนำ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงที่มาและแรงจูงใจในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ส่วนที่ 3 กล่าวถึง ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบ และส่วนที่ 5 กล่าวถึงการนำเสนอบทสรุปของบทความ

2. ที่มาและแรงจูงใจ

ระบบการทำงานในปัจจุบันนี้ ต้องการความสะดวกสบายและหันมาพึ่งพาเทคโนโลยีในการเก็บข้อมูลกันเป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นส่วนงานราชการ หรือ บริษัทเอกชน แต่ก็ยังมีอีกหลายหน่วยงานที่ยังคงจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ในรูปแบบของกระดาษ ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้น

จะทำให้ยากต่อการกรอกรายละเอียดข้อมูล สืบค้นข้อมูลในภายหลัง หรือจัดลำดับความสำคัญของงานได้ยาก อีกทั้งไม่สามารถวางแผนงานต่างๆ หรือจัดรูปแบบงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงอาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลนำไปสู่ปัญหาที่ยากจะแก้ไขในภายหลัง หากเป็นบริษัทที่ต้องการความเชื่อมั่นในบริการของบริษัทต่อลูกค้าแล้ว เมื่อเกิดปัญหาขึ้นลูกค้าอาจจะไม่เชื่อมั่น ส่งผลต่อรายได้ และความต้องการซื้อสินค้าของบริษัทนั้นๆได้ โดยอย่างเช่นกรณีศึกษาของบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลของบริษัท ที่ใช้เทคโนโลยีในการเก็บข้อมูล ซึ่ง มีการมอบหมายงานทั้งหมดจะผ่านทาง Web Application ซึ่งบุคลากรทุกคนในบริษัทจะต้องทำงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะเท่านั้น หากบุคลากรในบริษัทมีความจำเป็นที่จะต้องออกไปพบลูกค้า ก็จะต้องมีการจดจำ หรือ จดบันทึกความต้องการของลูกค้าไว้อย่างคร่าวๆ เพื่อที่จะสามารถกรอกรายละเอียดงานทั้งหมดผ่านระบบทะเบียนงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อให้หัวหน้าแผนกรับรู้งานที่บุคลากรคนนี้ต้องทำ ซึ่งอาจจะทำให้ข้อมูลที่ได้รับจากลูกค้าไม่ตรงกับความต้องการตามความจริงของลูกค้าที่ได้ให้ไว้ เมื่อเกิดปัญหาทำให้เกิดการทำงานที่ล่าช้า ปิดงานได้ช้า อีกทั้งทำให้คนในบริษัทมีความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน ยากต่อการจัดการและการแก้ไขปัญหา

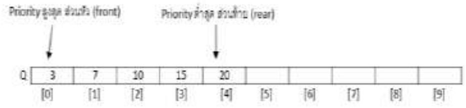
ซึ่งบริษัท หรือหน่วยงาน หลายหน่วยงานก็ใช้ระบบนี้ในการดูแลงานของพนักงานให้ทั่วถึง มีการปฏิบัติงานกันภายนอกหน่วยงาน มีปัญหาคล้ายๆกันเช่น การรายงานความก้าวหน้าของงาน ต้องชี้แจงรายละเอียดงานที่ได้ไปทำมา ในขณะที่บุคคลไปทำงานนอกสถานที่ ซึ่งหากเก็บรายละเอียดของงานมาไม่ครบถ้วน จะทำให้ข้อมูลที่ได้รับผิดพลาด และก่อให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง เช่นหัวหน้าไม่พอใจในการทำงานเนื่องจาก จัดสรร จัดระบบการทำงานได้ไม่ดี ส่งผลกระทบไปทั้งบริษัท ลูกค้าอาจจะไม่เชื่อมั่นในคุณภาพการบริการของบริษัท อีกทั้งยังมีปัญหาของการจัดลำดับการทำงานก่อนหลังในกรณีที่มีงานจำนวนมาก

จากปัญหาดังกล่าว จึงเป็นที่มาของโครงงานแอปพลิเคชันระบบทะเบียนงานสำหรับบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) ให้อยู่ในรูปแบบของ Mobile Application บนอุปกรณ์ Smart Phone เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการไปทำงานนอกสถานที่ ที่ไม่ต้องทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะเพียงอย่างเดียวเท่านั้น สะดวกต่อการจัดทำแผนการทำงานล่วงหน้า และแจ้งเตือนงานที่ถูกจัดลำดับความสำคัญก่อนหลัง อีกทั้งเป็นประโยชน์ในการติดตามงาน ค้นหางาน ของหัวหน้า

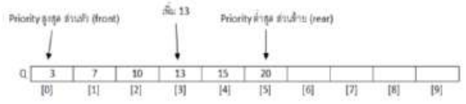
3.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ

การจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ (Priority Queue) เป็นคิวรูปแบบที่มีการจัดเก็บข้อมูลตามความสำคัญของข้อมูลที่เข้ามา ซึ่งการกำหนดค่าความสำคัญ(Priority) ขึ้นอยู่กับประเภทของงาน ตัวอย่างเช่น กำหนดข้อมูลที่มีค่าน้อย Priority สูงสุด และข้อมูลที่มีค่ามาก Priority ต่ำ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 โดยใช้อาเรย์ของคิว คือมีส่วนที่เก็บข้อมูลในแต่ละ priority จะนำหลักการของแผนภูมิต้นไม้มาสร้าง Priority ในส่วนของบทความจะเน้น งานที่เข้ามาไม่ว่าจะเข้ามาเท่าไหร่ จะมีการจัดลำดับงานก่อนโดยใช้ วันที่กำหนดเสร็จ และ ความสำคัญของงาน(Priority)เป็นตัววัด หากงานหนึ่งมีเวลากำหนดเสร็จเร็วและมี Priorityของงานต่ำงานนั้น ส่วนงานสองมีเวลากำหนดเสร็จช้าและมี Priority ของงานสูง บุคคลจะได้รับการแจ้งเตือนให้ทำงานที่หนึ่งก่อน ซึ่งตรงกับการใช้ทฤษฎี Earliest Due Date: EDD คือ การจัดลำดับความสำคัญในการทำ งานโดยให้ทำงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำ งานที่มีกำหนดส่งมอบนานกว่าเป็นลำดับถัดไป [2]



รูปที่ 1 ตัวอย่าง คิวงานเรียงตาม Priority



รูปที่ 2 ตัวอย่าง คิวงานที่มีการเพิ่มงานใหม่

3.2 การจัดสรรงานของพนักงานในบริษัท

บทความนี้ได้จัดทำแอปพลิเคชันโดยใช้ระบบทะเบียนการทำงานของบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) เป็นกรณีศึกษา บริษัทมีข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบได้จากลูกค้า และ ข้อมูลที่เกิดจากการวิเคราะห์จากรายละเอียดงานของลูกค้า หรือ ข้อมูลอื่นๆเช่น ข้อมูลการซื้อขายสินค้า ข้อมูลรายรับรายจ่ายของบริษัท ข้อมูลลูกค้า และ มีการติดตามความพึงพอใจสินค้าของลูกค้าที่จะกลับมาซื้อสินค้าอีก บริษัทกระจายงานออกเป็นแผนกๆ ตัวอย่างเช่น แผนก IT, แผนกบัญชี, แผนกจัดซื้อ, แผนกขาย, แผนกซ่อมบำรุง, แผนกโรงงาน เป็นต้น ซึ่งจะมีการมอบหมายงานผ่านทางผู้บริหารไปยังหัวหน้าของแผนกนั้นๆ และให้หัวหน้าของแต่ละแผนกมอบหมายงานให้แก่ พนักงานในแผนก ผ่านทาง Web Application เมื่องานเสร็จสิ้นต้องมีการขออนุมัติการปิดงาน ส่งคำขอไปที่หัวหน้าแผนกเพื่อให้หัวหน้าพิจารณาและอนุมัติการปิดงานได้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเลยว่าบุคคลในบริษัทจะทำงานเสร็จทันตามกำหนดเสร็จของงานนั้นจะต้องมีการจัดสรรเวลาในการทำงาน และจัดลำดับความสำคัญของงานมาเกี่ยวข้อง อีกทั้งงานจะเสร็จตามความต้องการของลูกค้าหรือหัวหน้าได้

นั้น จะต้องได้รับข้อมูลความต้องการของงานมาอย่างถูกต้องครบถ้วนก่อน หากงานเหล่านั้นผิดพลาดจะส่งผลเสียไปทั่วทั้ง บริษัทจึงจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมี เครื่องมือรองรับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ จากการบันทึกข้อมูลจากลูกค้า และการจัดสรรเวลาในการทำงาน และวางแผนการทำงาน ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด การติดตามงานของหัวหน้าเช่นกันทำให้ช่วยยับยั้งความผิดพลาดได้ [1]

3.3 การวัดประสิทธิภาพของการวางแผนการทำงาน

การวัดประสิทธิภาพของการวางแผนการทำงานของแอพลิเคชันระบบทะเบียนงานเพื่อวัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับงานตาม Priorityของงาน และ กำหนดเสร็จของงาน เพื่อให้พนักงานจัดสรรตารางการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อที่พนักงานจะได้ทำงานได้มากขึ้น ในขณะที่เวลาในการทำงานเท่าเดิม ซึ่งเวลาโดยเฉลี่ยทั้งหมดของการแล้วเสร็จของงาน ซึ่งหาได้จากการนำ เอาเวลาที่ใช้ในการทำ งาน (Processing Time) และเวลาที่ต้องรอคอยการเข้าผลิต (Idle Time) ของทุกๆ งานมารวมกัน ซึ่งเรียกรวมกันว่า “เวลาทั้งหมดในการทำงาน” (Total Flow Time) แล้วนำ เวลาดังกล่าวนี้มาหารด้วยจำนวนงานทั้งหมดที่มี ก็จะได้ค่าเฉลี่ยของการทำงานในงานแต่ละงาน หรือสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้ [2]

Average Completion Time = (Total Flowtime Time)/ (No. Of Jobs) (1)

3.4 แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน (Android Application)

แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน (Android Application) คือ Application ต่างๆ ที่สามารถติดตั้งใช้งานได้กับสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนา Android Application กันมากเนื่องจาก Android เป็น OS ที่เป็น Open Source สามารถใช้งานได้ฟรี และติดตั้งได้กับสมาร์ทโฟน หรือ อุปกรณ์ที่หลากหลาย และนักพัฒนาก็สามารถพัฒนา Android Application ได้ด้วย Notebook หรือ PC Desktop ธรรมดาได้ เรียกได้ว่าความสามารถของ Android ที่สามารถทำงานร่วมกับ Hardware อย่างเป็นอิสระได้เกือบทุกอย่าง จึงทำให้ได้รับความนิยมจากองค์กรธุรกิจจำนวนมายและมีการนำ Android Application มาใช้งานร่วมกับธุรกิจหลายๆ ประเภท ทั้ง Application ที่สามารถโหลดมาใช้งานได้เลย หรือ Application ที่ต้องซื้อหรือต้องเสียค่าบริการ [3]

3.5 ไอออนิก เฟรมเวิร์ค (IONIC FRAMEWORK)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา Mobile Application แบบ Hybrid ประสิทธิภาพสูง คือเราสามารถพัฒนาแอปพลิเคชัน ครั้งเดียวแล้วรันได้หลาย Platform เช่น Android , IOS , Windows Phone ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันทางผู้พัฒนา Ionic ได้พัฒนา Front End SDK (Software Development Kit) ขึ้นมาเอง เพื่อใช้สำหรับพัฒนา Hybrid mobile application โดยเฉพาะ IONIC พัฒนา Front End ด้วยภาษา HTML, CSS, JavaScript และถูก Build เป็น Application ด้วย Cordova ซึ่งCordova คือ platform ตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่สร้าง application โดยใช้ภาษา HTML,CSS และ JS ทำหน้าที่ติดต่อกับ Hardware ของ Mobile เป็นหลัก ติดต่อกับ Hardware โดยตรง เช่น Camera, Contacts, Media, Network

ข้อเด่นของ IONIC FRAMEWORK คือมีความใกล้เคียงกับแอปพลิเคชันที่เขียนโดยภาษาเฉพาะ(Native App) มาก เช่น Android Studio เขียนโดยภาษา JAVA หรือ IOS ที่เขียนโดยภาษา C# เป็นต้น ทั้งหน้าตา UI การใช้งาน แต่ก็ไม่เหมือนกับ Native App เลย ข้อดีอีกอย่างคือ IONIC FRAMEWORK สามารถพัฒนาให้ติดต่อกับ Hardware ของอุปกรณ์ได้ด้วย เช่น กล้อง, ไมโครโฟน การตรวจสอบการเชื่อมต่อ Internet เป็นต้น IONIC FRAMEWORK จะใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาคือ HTML5, CSS3 และ JAVA Script เป็นหลักเลยที่จะต้องใช้ [4]

4 รายละเอียดการพัฒนา

4.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ผู้บริหาร , หัวหน้างาน, พนักงาน โดยใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหางาน สามารเรียกดูรายการของงานต่างๆ แสดงจำนวนคอมเม้นงานแจ้งเตือนได้ และสามารถแจ้งเตือนงานสำหรับกำหนดงานที่ต้องเริ่มทำ และกำหนดงานที่ต้องเสร็จ ผู้ใช้ทุกระดับมีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกันเพียงแต่ หัวหน้างานและพนักงาน ไม่สามารถค้นหางานของผู้บริหาร หรือ งานที่เราไม่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ และพนักงานก็ไม่สามารถค้นหางานของหัวหน้า หรืองานที่เราไม่มีส่วนเกี่ยวข้องได้เช่นกัน

4.2 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบทะเบียนงานสำหรับบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) บนอุปกรณ์ Smart Phone เพื่อสะดวกต่อการติดตามงาน และลดความผิดพลาดของงาน โดยให้มีการวางแผนการทำงานล่วงหน้าก่อนที่จะลงมือทำ สะดวกต่อการค้นหางาน จัดลำดับความสำคัญของงาน และแจ้งเตือนงานก่อนกำหนด เป็นการลดการล่าช้าจากกำหนดเสร็จของงานก่อนที่จะมีการส่งมอบงานให้หัวหน้าของพนักงานภายในบริษัท ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชันดังนี้

รูปที่ 3 แสดงแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบจะเข้าสู่หน้า แสดงภาพรวมของงานทั้งหมดโดยแยกงานตามความรับผิดชอบ ได้แก่ งานค้าง งานที่มอบหมาย และ ขอปิดงาน

รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้า Loginและ Dashboard

เมื่อต้องการกดดูรายการงานที่ต้องการจะแสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่าง หน้ารายละเอียดงาน

เมื่อต้องการตั้งค่าการแจ้งเตือนงานจะแสดงดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ตัวอย่าง หน้าตั้งค่าการแจ้งเตือนงาน

เมื่อต้องการเพิ่มงานในระบบทะเบียนงาน จะแสดงดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้า เพิ่มงานประเภทมอบหมายงานและ ขอปิดงาน

4.3ประยุกต์ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบคิวกับการจัดลำดับงาน

ในระบบการทำงานของระบบทะเบียนงานมีการนำทฤษฎีของคิวมาประยุกต์ใช้ในเรื่องของเรียงจัดลำดับงานในรายการงาน การวางแผนการทำงาน และมีแนวโน้มที่จะมีงานใหม่เข้ามามากขึ้นกว่าเดิม บทความนี้เสนอขั้นตอนวิธี Task Priority Queue

```
if( is_Empty(Q) )
    {Q-->q_size++
     Q-->q_Tasklast = succ(Q-->q_ Tasklast,Q)
     Q-->q_array[Q-->_ Tasklast] = NewTask  }// Queue Empty
    i=Q-->q_ Tasklast

While (i> (Q-->q_TaskFront)&&(Q-->q_array[i-1])>(Q-->q_ array))
     { tmp = Q-->q_ array[i-1]
      Q-->q_ array [i-1] = Q-->q_ array[i]
      Q-->q_ array[i] = tmp
      i-- }
```

4.4 ผล

เมื่อนำแอปพลิเคชันระบบทะเบียนงานมาใช้สำหรับการบริหารจัดการงานที่ได้รับ ทำให้งานที่ทำเกิดความผิดพลาดน้อยลง เนื่องจากการวางแผนการทำงาน และระบบแจ้งเตือนงานก่อนหลังกำหนดเสร็จของงาน ทำให้พนักงานจะมีงานยุ่งอยู่ตลอดเวลาในการทำงาน และมีแนวโน้มที่จะมีงานใหม่เข้ามามากขึ้นกว่าเดิม

5. สรุป

แอปพลิเคชันระบบทะเบียนงานสำหรับบริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) ให้อยู่ในรูปแบบของ Mobile Application บนอุปกรณ์ Smart Phone เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกต่อ ผู้บริหาร หัวหน้าแผนก และ พนักงานในบริษัท และเป็นประโยชน์ในการติดตามงานของพนักงาน ค้นหางาน วางแผนงานล่วงหน้า และสะดวกต่อการทำงานที่ไม่ต้องทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่นการไปพบปะลูกค้าภายนอกบริษัท เป็นต้น ซึ่งผลจากความสามารถในการทำงานของแอปพลิเคชันที่สำคัญคือลดความผิดพลาดของข้อมูลที่จะเกิดขึ้นได้มาก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและจัดการงานได้อย่างเป็นระบบระเบียบ ง่ายต่อการสืบค้น อีกทั้งยังช่วยให้พนักงานทำงานได้เพิ่มมากขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] “ บริษัท 2 เอส เมทัล จำกัด (มหาชน) ” (ออนไลน์) แหล่งที่มา : http://www.ss.co.th/ (สืบค้นเมื่อ: 1-12-2559)

[2] “ การจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ ” (ออนไลน์) แหล่งที่มา : www2.ftpi.or.th/dwnld/pworld/pw44/44_productivity3.pdf/ (สืบค้นเมื่อ: 25-2-2560)

[3] “ Android Application ” (ออนไลน์) แหล่งที่มา : http://www.chaiyohosting.com/android-application / (สืบค้นเมื่อ: 25-2-2560)

[4] “ พัฒนา IONIC FRAMWORK ” (ออนไลน์) แหล่งที่มา : http://ionicframework-docs.blogspot.com / (สืบค้นเมื่อ: 1-12-2559)

การประเมินสมรรถนะการป้องกันฟ้าผ่าระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์ ตามค่าความหนาแน่นการเกิดฟ้าผ่า

Lightning Performance Assessment for 115 kV Transmission Line System Based on Ground Flash Density

ศุภเชษฐ พรหมคีรี[1]และ นาตยา คล้ายเรือง[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
199 ม.6 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230 โทรศัพท์ 038-354580-6 E-mail: s.promkiri@gmail.com และ nattaya@eng.src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประเมินสมรรถนะการป้องกันฟ้าผ่าในสายส่งระบบ 115 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยมีการศึกษารูปแบบการจัดวางสายของระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์ ใน 3 รูปแบบ คือ DA1, WA1 และ QA1 และได้นำข้อมูลสถิติการเกิดฝนฟ้าคะนอง จากกรมอุตุนิยมวิทยามาใช้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่า โดยสามารถแบ่งกลุ่มระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 7 ระดับ เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์หาสมรรถนะระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบสายส่งที่ติดตั้งในพื้นที่ที่แตกต่างกันค่ากระแสฟ้าผ่าวิกฤตที่แต่ละระบบรับได้โดยไม่เกิดความเสียหายหาได้โดยการจำลองระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์ แต่ละรูปแบบด้วยโปรแกรม PSCAD/EMTDC ผลการวิเคราะห์พบว่ารูปแบบการจัดวางสายที่มีสมรรถนะการป้องกันสูงสุด ได้แก่ DA1,WA1 และ QA1 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมรรถนะการป้องกันฟ้าผ่า, สายส่ง 115 กิโลโวลต์, ระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่า

Abstract

This paper presents a method of lightning performance assessment in transmission lines 115 kV of Electricity Generating Authority of Thailand. By studying layout of transmission line 115 kV for 3 types 1) DA1 type 2) WA1 type and 3) QA1 type. By use information the thunderstorm day from Meteorological Department to a database to determine the ground flash density of lightning and then grouping the level of ground flash density in each area of Thailand to 7 groups. They were used to some part for analyze lightning performance of transmission line in different areas. The critical lightning current is achieved by simulating the transmission line 115 kV with PSCAD/EMTDC program. The results of the analysis showed that the transmission models with the highest of lightning performance were DA1, WA1 and QA1 respectively.

Keywords: Lightning performance, Transmission line 115 kV, Ground flash density

1. บทนำ

ในประเทศไทยการเกิดฝนฟ้าคะนองเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตพื้นที่มรสุม และอย่างที่รู้กันดีว่าเมื่อเกิดฝนตก ฟ้าคะนองก็ย่อมมีการเกิดฟ้าผ่าตามมา จะรุนแรงมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแต่ละสภาพพื้นที่ สภาวะแวดล้อม ฤดูกาล เป็นต้น การเกิดฟ้าผ่านั้นเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่จะมีการถ่ายเทประจุที่อยู่ในก้อนเมฆผ่านอากาศ ระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆกับพื้นผิวโลก ซึ่งการเกิดฟ้าผ่าในแต่ละครั้งจะส่งผลต่อทั้งมนุษย์ สิ่งปลูกสร้าง และที่สำคัญยังส่งผลต่อระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าอีกด้วย [1] และปัจจุบันจากสภาวะโลกร้อนที่ส่งผลเพิ่มสูงขึ้นทุกวันทำให้สภาพภูมิอากาศบนโลกแปรปรวน ส่งผลให้เกิดฟ้าผ่าในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นถึงปีละ 4 % [2] การเกิดฟ้าผ่าในแต่ละครั้งความรุนแรงของกระแสฟ้าผ่าจะมีผลกับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะระบบส่ง ถ้ามากเกินกว่าค่าความคงทนของฉนวนลูกถ้วยนั้น ก็จะส่งผลกระทบกับอุปกรณ์อื่นๆที่อยู่ในระบบจึงต้องมีวิธีการประเมินสมรรถนะของแต่ละระบบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสมรรถนะระบบป้องกันฟ้าผ่า ถูกนำไปใช้ในการวางแผนออกแบบการฉนวนของระบบไฟฟ้า ซึ่งต้องสามารถทนต่อแรงดันเกินที่เกิดขึ้นทั้งจากแรงดันเกินที่เกิดขึ้นภายในระบบและจากแรงดันเกินจากภายนอกระบบ อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่ส่งผ่านระบบสายส่งไฟฟ้าที่ปริมาณเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากเงื่อนไขทางด้านเศรษฐกิจ

สังคม สภาวะแวดล้อม ทำให้ต้องมีการเพิ่มและปรับปรุงสมรรถนะการป้องกันฟ้าผ่าของระบบสายส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้อัตราการเกิดไฟฟ้าดับลดลง ความเชื่อถือได้ของระบบเพิ่มขึ้น ปัญหาหลักของระบบสายส่ง คือการกำหนดรูปแบบสายส่งและการประสานสัมพันธ์ฉนวนเพื่อให้ประสิทธิภาพการส่งไฟฟ้าของระบบสายส่งมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น ในการประเมินสมรรถนะการป้องกันฟ้าผ่านั้นมีประโยชน์อย่างมาก และยิ่งถ้ามีข้อมูลการเกิดฝนฟ้าคะนองที่สะสมไว้เป็นเวลานาน สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าทางสถิติที่จะมีประโยชน์ในการประเมินค่าอัตราการเกิดไฟดับ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่าของสายส่งในแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

2. การเกิดแรงดันเกินฟ้าผ่าในระบบส่ง

ลักษณะการเกิดแรงดันเกินจากฟ้าผ่าสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 กรณีโดยจะขึ้นอยู่กับแต่ละตำแหน่งที่เกิดฟ้าผ่า

1. การเกิดฟ้าผ่าลงโดยตรงที่สายส่งทำให้เกิดแรงดันเกินฟ้าผ่าสูงเกินแรงดันไฟฟ้าวิกฤตที่จะทำให้เกิดการวาบไฟตามผิวฉนวน เรียกการเกิดวาบไฟในลักษณะนี้ว่า (Critical Flashover Voltage หรือ CFO) จะทำให้เกิดการวาบไฟตามผิวเกิดขึ้นที่ฉนวน (Flashover) ซึ่งการเกิดฟ้าผ่าในลักษณะนี้มักส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่สายส่ง

2.การเกิดฟ้าผ่าโดยตรงที่สายดินเหนือศีรษะ (Overhead ground wire, OHGW) โดยปกติสายดินมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดฟ้าผ่าลงสายตัวนำโดยตรง ดังนั้นหากเกิดฟ้าผ่าลงสายดินแล้ว รากสายดินที่ฐานเสามีค่าความต้านทานสูงจะทำให้แรงดันเกินฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นที่สายดินมีค่าสูง ค่าความแตกต่างของแรงดันระหว่างสายเฟสและสายดินจึงมีค่าสูงด้วยถ้าค่าความแตกต่างของแรงดันนี้สูงกว่าความคงทนต่อแรงดันที่ฉนวนสามารถทนได้จะเกิดวาบไฟที่ผิวฉนวนซึ่งการเกิดวาบในลักษณะนี้เรียกว่า”back flashover”

3. การเกิดฟ้าผ่าบริเวณใกล้เคียงกับสายส่งจะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงดันเกินเหนี่ยวนำที่สายดินและสายเฟสถ้าความแตกต่างของแรงดันเหนี่ยวนำในสายทั้งสองนี้สูงกว่าความคงทนต่อแรงดันที่ฉนวนทนได้ก็จะเกิดวาบไฟที่ผิวฉนวนแต่การเกิดแรงดันเกินในกรณีที่ 3 นี้มักต่ำกว่า 2 กรณีแรก ดังนั้นการวิเคราะห์การเกิดวาบไฟซึ่งทำให้เกิดไฟดับจึงพิจารณาการเกิดฟ้าผ่าเฉพาะ 2 กรณีแรกเท่านั้น [3]

3. สถิติการเกิดฟ้าผ่า

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้นที่มีอัตราการเกิดฟ้าผ่าสูงค่ากระแสฟ้าผ่าเฉลี่ยในประเทศไทยมีค่าประมาณ 31 กิโลแอมป์สำหรับฟ้าผ่าลบซึ่งข้อมูลสถิติการเกิดฟ้าผ่าในประเทศไทยนำมาใช้ร่วมกับสมการการกระจายสะสมของกระแสฟ้าค่ายอดต่างๆจากมาตรฐาน [6] IEEE Standard 1243-1997 ดังสมการที่ (1) , [3,5]

$$P(I > I_P) = \frac{1}{1+(\frac{I_P}{I_{50}})^{2.60}} \quad (1)$$

เมื่อ I_P คือค่ายอดกระแสฟ้าผ่า (กิโลแอมป์)

I_{50} คือค่ากระแสฟ้าผ่าเฉลี่ยในประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 31 กิโลแอมป์ [3]

$P(I>I_P)$ คือโอกาสที่จะเกิดฟ้าผ่าที่มีค่ายอดกระแสฟ้าผ่าสูงกว่า I_P

4. อัตราการเกิดวาบไฟเนื่องจากแรงดันเกินฟ้าผ่า

เมื่อเกิดฟ้าผ่าลงสายส่งเหนือดินหากแรงดันเกินเนื่องจากฟ้าผ่าทำให้แรงดันคร่อมฉนวนลูกถ้วยมีค่าสูงกว่าค่าแรงดันที่ฉนวนลูกถ้วยสามารถทนได้ก็จะเกิดวาบไฟตามผิวฉนวนดังนั้นการวิเคราะห์หาแรงดันเกินฟ้าผ่ากรณีฟ้าผ่าที่ตำแหน่งต่างๆเป็นตัวแปรสำคัญที่จะนำไปหาอัตราการเกิดไฟดับเนื่องจากฟ้าผ่าได้ซึ่งการเกิดไฟดับเนื่องจากฟ้าผ่าเกิดได้ในลักษณะต่างๆดังนี้ [3]

4.1 ฟ้าผ่าลงสายดินป้องกัน

การออกแบบฉนวนในระบบสายดินเหนือศีรษะ(Overhead ground wire, OHGW) นั้นออกแบบสำหรับรับแรงดันที่เกิดขึ้นกรณีฟ้าผ่าลงสายดินป้องกัน ดังนั้นหากกระแสฟ้าผ่าสูงมากจนทำให้แรงดันเกินคร่อมฉนวนลูกถ้วยสูงกว่าระดับการฉนวนตามมาตรฐานกำหนดก็จะทำให้เกิดวาบไฟตามผิวย้อนกลับซึ่งการวิเคราะห์หาค่ากระแสฟ้าผ่าสูงสุดที่ฉนวนลูกถ้วยทนได้หรือทำให้แรงดันเกินคร่อมฉนวนมีค่าเท่ากับค่าวาบไฟตามผิว (Critical flashover rate)ในการหาค่ากระแสวิกฤตนี้จะใช้ในการวิเคราะห์อัตราการเกิดวาบไฟย้อนกลับ (Back flashover rate BFR) [5,6] หาได้จากใช้ค่ากระแสฟ้าผ่าวิกฤตนี้ร่วมกับโอกาสที่จะเกิดฟ้าผ่า คือ

$$BFR = 0.6N_l\big(P(I > I_P)\big) \quad (2)$$

$$N_l = N_g \frac{28h^{0.6}+b}{10} \quad (3)$$

$$N_g = 0.04{T_d}^{1.25} \quad (4)$$

เมื่อ N_l คือจำนวนครั้งที่ฟ้าผ่าลงสาย (ครั้ง/100 กิโลเมตร/ปี)

h คือความสูงเสา (เมตร)

b คือความกว้างของโครงสร้างหรือระยะห่างของสายดินในแนวราบ (เมตร)

N_g คือจำนวนครั้งที่ฟ้าผ่าลงพื้นดิน (ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี)

T_d คือจำนวนวันที่เกิดฝนฟ้าคะนอง (วัน/ปี)

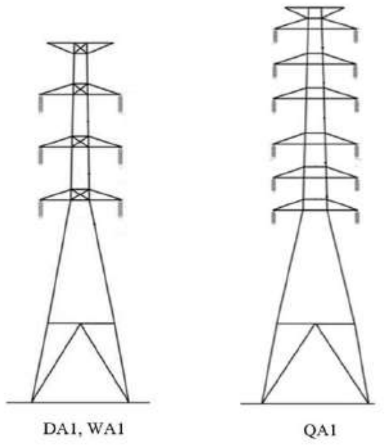
สถิติจำนวนวันเกิดฝนฟ้าคะนองต่อปีของประเทศไทยเฉลี่ยข้อมูลนี้จะได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา ใช้สำหรับคำนวณความหนาแน่นของฟ้าผ่าลงดินดังแสดงในสมการที่ (4)

4.2 ฟ้าผ่าลงสายตัวนำ

ระบบสายส่งเหนือศีรษะจะมีการป้องกันฟ้าผ่าโดยตรงลงสายตัวนำด้วยสายดินแต่เมื่อกระแสฟ้าผ่ามีค่าสูงกว่าค่ากระแสฟ้าผ่าสูงสุดที่สายดินป้องกันได้ก็จะทำให้ฟ้าผ่าลงสายตัวนำการหาอัตราการเกิดวาบไฟตามผิวเมื่อมุมป้องกันล้มเหลวหาได้จากกระแสฟ้าผ่าสูงสุดที่สายดินสามารถป้องกันได้และกระแสฟ้าผ่าวิกฤตที่ทำให้เกิดวาบไฟ [3]

$$SFFR = N_l\big(P(I < I_c)\big)\big(P(I > I_P)\big) \qquad (5)$$

ค่ากระแสฟ้าผ่าต่ำสุดที่สายดินป้องกันได้ (I_C) หาได้โดยพิจารณาจากโครงสร้างเสาและการจัดวางสายแต่ละรูปแบบในรูปที่ 1



รูปที่1 โครงสร้างการจัดวางสายในระบบส่ง 115 kV

จากระยะฟ้าผ่าวิกฤตที่คำนวณได้จากโครงสร้างการจัดวางสาย นำไปคำนวณหากระแสฟ้าผ่าต่ำสุดที่สายดินสามารถป้องกันสายตัวนำจากฟ้าผ่าโดยตรงได้จากการจำลองหาค่ากระแสสูงสุดเพื่อหาโอกาสสูงสุดที่จะเกิดวาบไฟ โอกาสที่จะเกิดฟ้าผ่าที่มีค่ายอดกระแสฟ้าผ่าต่ำกว่าค่ากระแสที่คำนวณได้นี้คำนวณจากสมการที่ (6) [5]

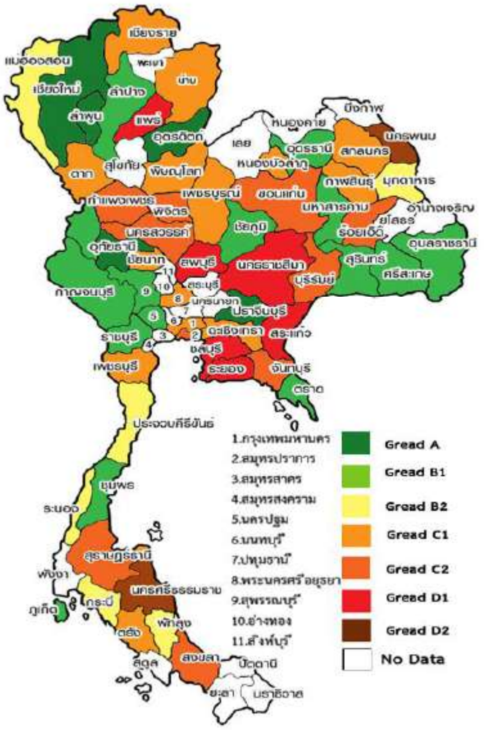
$$P(I > I_P) = 1 - \frac{1}{1+\left(\frac{I_P}{I_{50}}\right)^{2.60}} \qquad (6)$$

เมื่อคำนวณหาค่า BFR และค่า SFFR แล้วนำมาหาผลรวมหรือค่าอัตราการเกิดวาบไฟเนื่องจากแรงดันเกินฟ้าผ่ารวม (Total flashover rate, TFR)

$$TFR = SFFR + BFR \qquad (7)$$

การแบ่งระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าลงดิน (N_g) ของประเทศไทยจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมของแต่ละพื้นที่โดยจะแบ่งระดับฟ้าผ่าออกเป็น 7 ระดับตาม [4] ได้ดังนี้

Grade A:	$Ng < 0.78$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade B1:	$0.78 \leq Ng < 2$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade B2:	$2 \leq Ng < 2.78$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade C1:	$2.78 \leq Ng < 5$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade C2:	$5 \leq Ng < 7.98$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade D1:	$7.98 \leq Ng < 11$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี
Grade D2:	$Ng \geq 11$	ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี



รูปที่ 2 ระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าในประเทศไทย

จากการนำข้อมูลวันเกิดฝนฟ้าคะนองปี 2559 ของกรมอุตุนิยมวิทยา มาจัดทำระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าในแต่ละพื้นที่ของประเทศได้ดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ในประเทศไทยส่วนใหญ่มีระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าอยู่ใน Grade C ซึ่งพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าค่อนข้างสูงจะกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้เป็นส่วนใหญ่ ความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าในประเทศไทยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.3 ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี ซึ่งเป็นสถิติของจังหวัดลำพูน และสูงสุดเกิดขึ้นในจังหวัดนครศรีธรรมราชเท่ากับ 12.02 ครั้ง/ตารางกิโลเมตร/ปี

5. ผลการวิเคราะห์

ผลการทดลองค่ากระแสฟ้าผ่าวิกฤตของที่ค่าความคงทนของฉนวนลูกถ้วยและผลรวมอัตราการเกิดวาบไฟตามผิว ดังแสดงตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ค่ากระแสวิกฤตจากกรณีศึกษา

กรณีศึกษา	ค่ากระแสฟ้าผ่าวิกฤต (kA)		
	รูปแบบ DA1	รูปแบบ WA1	รูปแบบ QA1
ฟ้าผ่าลงสายดิน	18.449	18.450	14.011
ฟ้าผ่าลงสายเฟส	3.745	4.401	3.505

ตารางที่ 1 แสดงค่ากระแสฟ้าผ่าวิกฤตที่ฉนวนลูกถ้วยสามารถทนได้ หาได้โดยจำลองกรณีศึกษาของการเกิดฟ้าผ่าระบบสายส่งใน 2 แบบ คือฟ้าผ่าลงสายดิน ฟ้าผ่าลงสายเฟส ซึ่งทำการศึกษากับเสาส่งทั้ง 3 รูปแบบคือ DA1 ,WA1 และ QA1

ตารางที่ 2 อัตราการเกิดวาบไฟเนื่องจากฟ้าผ่า

รูปแบบ	ระดับ	BFR	SFFR	TFR
DA1	Grade A	2.545	0.061	TFR<8.410
	Grade B1	12.237	0.295	8.410≤TFR<21.564
	Grade B2	23.976	0.578	21.564≤TFR<29.974
	Grade C1	43.219	1.042	29.974≤TFR<53.910
	Grade C2	66.078	1.594	53.910≤TFR<86.042
	Grade D1	94.987	2.291	86.042≤TFR<118.604
	Grade D2	94.987	2.291	TFR>118.604
WA1	Grade A	2.641	0.066	TFR<8.736
	Grade B1	12.700	0.319	8.736≤TFR<22.400
	Grade B2	24.883	0.625	22.400≤TFR<31.137
	Grade C1	44.855	1.126	31.137≤TFR<56.002
	Grade C2	68.580	1.722	56.002≤TFR<89.379
	Grade D1	98.583	2.475	89.379≤TFR<123.204
	Grade D2	98.583	2.475	TFR>123.204
QA1	Grade A	9.787	0.665	TFR<10.452
	Grade B1	25.096	1.706	10.452≤TFR<26.801
	Grade B2	34.883	2.371	26.801≤TFR<37.254
	Grade C1	62.739	4.264	37.254≤TFR<66.003
	Grade C2	100.131	6.805	66.003≤TFR<106.936
	Grade D1	138.025	9.381	106.936≤TFR<147.406
	Grade D2	188.216	12.792	TFR>147.406

จากตารางที่ 2 ค่าผลรวมของอัตราการเกิดวาบไฟตามผิวกรณีต่างๆ โดยแบ่งตามระดับความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าและรูปแบบของการจัดวางสายส่ง

6. สรุป

จากการวิเคราะห์สมรรถนะระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบส่ง 115 กิโลโวลต์ ที่มีรูปแบบการจัดวางสายที่แตกต่างกัน ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าสมรรถนะระบบป้องกันฟ้าผ่าของโครงสร้างเสาแบบ WA1 มีค่าสูงสุด ตามด้วยแบบ DA1 และ QA1 ตามลำดับ อัตราการเกิดวาบไฟเนื่องจากฟ้าผ่าเกิดจากการเกิดฟ้าผ่าลงสายดินเป็นส่วนใหญ่ จากผลการวิเคราะห์พบว่าตามสถิติการเกิดฟ้าผ่าของประเทศไทยทำให้อัตราการเกิดวาบไฟเนื่องจากฟ้าผ่าในระบบส่ง 115 kVมีค่าอยู่ในช่วง 1.1185 ถึง 173.3979 ครั้ง/100 กิโลเมตร/ปี โดยที่รูปแบบ DA1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.8880 ครั้ง/100 กิโลเมตร/ปี ซึ่งจัดอยู่ในระดับ Grade C1, WA1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.6900 ครั้ง/100 กิโลเมตร/ปี ซึ่งจัดอยู่ในระดับ Grade C1, QA1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.8690 ครั้ง/100 กิโลเมตร/ปี ซึ่งจัดอยู่ในระดับ Grade C2

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและกรมอุตุนิยมวิทยาที่สนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์และได้ให้ความช่วยเหลือทำให้บทความนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ อัตราการเกิดวาบไฟ

เอกสารอ้างอิง

[1] ภาธร สิรจันทร์สว่าง,การประเมินสมรรถนะฟ้าผ่าในระบบจำหน่าย 24 kV ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 2556

[2] โชคชัย เดชโยธิน,การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อกิจกรรมฟ้าผ่าในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555

[3] พิศาล เด่นสูงเนิน,การปรับปรุงสมรรถนะระบบป้องกันฟ้าผ่าในระบบจำหน่าย 22 kV ,การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48, 2553

[4] Jian Li, “A New Method to Evaluate the Lightning Flashover Risk of Transmission Line Based on Data Mining”, International Conference on Lighting Protection, 2016.

[5] Mohd.Zainal,”Implementation of The Modified Leader Progression Model in Backflashover analysis”, First International Power and Energy Coference PECon 2006November 28-29, 2006

[6] IEEE Standard 1243, 1997. IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines, 47th The Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, USA.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การลงทะเบียนภาพขวดด้วยอัลกอริทึมการวิเคราะห์แกนหลัก

Bottle Image Registration base on Principal Axis Analysis Algorithm

วิทยา ศรีกุล[1] ธรรมกรครอง ไตรภพ[2] สนั่น จันทรพรม[3] สุภัทรา เกิดเมฆ[4] และประจวบ อินระวงศ์[5]

[1, 2, 3, 4] สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง นครราชสีมา โทรศัพท์: 044-272545 E-mail: Witaya@rmuti.ac.th

[5] สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง นครราชสีมา โทรศัพท์: 044-272545 E-mail: inr.Prajuab@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการเตรียมรูปภาพขวดและภาพที่ไม่ใช่ขวดที่มีความแตกต่างกันทางกายภาพเพื่อเพื่อนำไปสู่กระบวนการคัดแยก โดยวิธีการนี้จะแก้ปัญหาการหมุนของขวดที่ส่งมาตามสายพานลำเรียง โดยใช้พื้นฐานของการวิเคราะห์โครงสร้างหลักของภาพขวดที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งกระบวนการนี้จะมีขนาดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์น้อย อันเนื่องมาจากการเก็บค่าเฉพาะโครงสร้างหลักที่มีความสำคัญและมีเอกลักษณ์เฉพาะของวัตถุนั้นๆ และนำข้อมูลโครงร่างที่ได้มาคำนวณหาค่าการหมุนเมื่อเทียบกับแกนแนวนอน และทำการหมุนภาพให้วัตถุตั้งฉากกับแกนแนวนอน โดยทำการทดลองกระบวนการ เริ่มจากนำภาพขวดขนาด 500 ซีซี จำนวน 10 แบบ รวม 360 ภาพ แบบละ 36 ภาพ มาทำการทดลอง และวิเคราะห์ผล โดยสามารถหมุนภาพให้ตั้งฉากพร้อมใช้งานได้ร้อยละ 100

คำสำคัญ: ขวด, การเอียง, การเตรียมภาพ

Abstract

This paper presents a method for preparing bottle and non-bottle images in different physical in order to bring into the sorting process. This method will solve the problem of rotating bottles delivered by conveyor belts. The method based on the analysis of the principal structure of bottle images, which have unique identity. This process needs the small amount of data to be analyzed. This is due to the collection of only significant and unique principal structures of the object. The collected data is calculated to obtain the rotation angles comparing to the horizontal axis and then rotate the image to perpendicular to the horizontal axis. The experiments were carried out using 10 bottles of 500 cc, 360 images in total, 36 images for each, with different rotating angles. The test results found that bottle images were rotated perpendicular to the horizontal axis of 100%.

Keywords: bottle images, tilt, image preparation:

1. บทนำ

พลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย และพบเห็นได้ทุกๆสถานที่ที่เป็นชุมชน เมื่อมีการใช้งานมากขึ้นทำให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมเกิดปัญหาขยะที่ทำลายยาก ทำให้เกิดการนำบรรจุภัณฑ์ ประเภทพลาสติกกลับนำมาใช้ใหม่ โดยกระบวนการในการวิจัยและพัฒนากระบวนการคัดแยกวัตถุ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อการแบ่งกลุ่มของรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ทำให้เกิดความง่ายในการคัดแยกหาเอกลักษณ์ในกระบวนการต่อไป

กระบวนการคัดแยกกลุ่มของบรรจุภัณฑ์นั้นได้มีการศึกษาและวิจัยในหลายๆวิธีการ โดยแต่ละวิธีการก็จะมีจุดเด่นในแต่ละด้านซึ่งก็มีเป้าหมายให้ได้ประสิทธิภาพที่สูงสุด ซึ่งการที่จะได้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้นก็ต้องมีกระบวนการเตรียมภาพก่อนนำมาใช้งานจริง โดยจากการตรวจสอบวิธีการแต่ละวิธี ล้วนแล้วแต่ เริ่มจากการ จับภาพที่เป็นภาพนิ่งใช้ในการยืนยันรูปทรงต่างๆ

2. เอกสารและงานวิจัยทีเกี่ยวข้อง

จากการรวบรวมข้อมูลก่อนการออกแบบระบบได้มีวิธีการดั้งเดิม อย่างเช่นการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งยังเป็นกระบวนการที่ปัจจุบันยังมีการนำมาใช้งาน โดยการวิจัยนั้นจะเริ่มจากการกำหนดเงื่อนไขต่างๆในภาพให้เกิดความพร้อม และนำมาเทียบกับต้นแบบโดยจากงานวิจัยที่อ้างอิง [1] และ [2] ได้ทำการทดสอบกับภาพบุคคล จะเห็นได้ว่าเมื่อภาพที่นำมาเปรียบเทียบเกิดการเอียงหัวทำให้มุมกระทำเปลี่ยนมีผลให้ความแม่นยำลดลงไปอย่างมาก ดังนั้นถ้าไม่มีการเตรียมภาพ ซึ่งเมื่อนำมาใช้ ทำให้เกิดปัญหาของการรู้จำ และ การคัดแยกวัตถุ จากงานวิจัย ที่ได้ทดสอบขนาดของข้อมูลภาพ ควรมีขนาดเหมาะสมจึงเป็นปัจจัยทำให้

เกิดความคลาดเคลื่อนและ ผิดพลาด [6] ประเด็นที่ทำให้ระบบรู้จำทำงานผิดพลาด คือความซับซ้อนของกระบวนการ และขั้นตอนที่มีมาก เช่น ขนาดของภาพ ความสว่าง ลวดลายบนตัววัตถุ ตำแหน่งของวัตถุในภาพ และ องศาการเอียงของวัตถุในปัจจุบันจะพบได้ว่ามีหลากหลายวิธีการในการเตรียมภาพ โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลอง และ ศึกษางานวิจัยที่มีการวิจัยก่อนหน้า เช่น

วิธีการเรียนรู้ [3] ใช้หลักการนำข้อมูลภาพขวดไปเรียนรู้ให้กับระบบเพื่อให้เกิดการรับรู้จดจำภาพ อันเป็นผลทำให้เวลาในการสอนระบบให้รู้จำนั้นใช้ระยะเวลา หากมีการนำกระบวนการเตรียมภาพที่ดีไปเสริมจะทำให้มีผลให้การตรวจสอบยืนยันภาพรวมเพิ่มขึ้น

วิธีการพิจารณาขวดโดยแบ่งเป็นหลายส่วน [4] วิธีการนี้พุ่งประเด็นไปในการวิเคราะห์แต่ละส่วนที่แบ่งไว้ โดยได้ความเที่ยงตรงสูงขึ้น แต่ซึ่งต้องใช้การเตรียมภาพที่เกิดการตั้งฉากเท่านั้นจึงจะทำให้ความแม่นยำสูงขึ้น

วิธีการพิจารณาจากเส้นขอบภาพ [5] วิธีการนี้มีความแม่นยำในกรณีที่ภาพเป็นภาพทรงเรขาคณิต แต่ก็มีจุดแข็งตรงที่ขนาดของภาพมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการคัดแยก แต่เมื่อใดที่รูปทรงไม่เป็นทรงเรขาคณิตการทำนายมีความไม่เที่ยงตรง อีกทั้งยังไม่ได้ทดสอบกรณีที่เกิดหมุนของภาพ

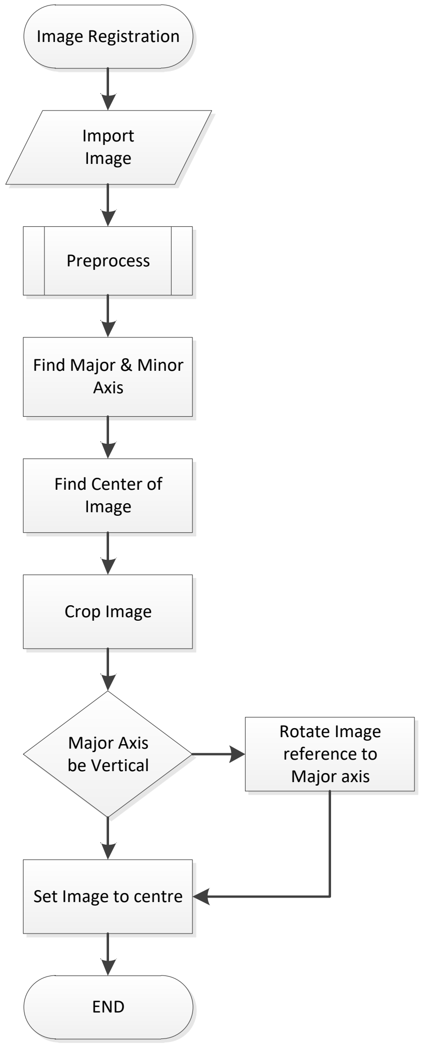
ในงานวิจัยที่ได้กล่าวมานั้น ได้มีหลากหลายวิธีในการวิเคราะห์และประมวลผล จะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนหลายขั้นตอนล้วนแล้วจะเกิดความแม่นยำก็ต่อเมื่อภาพอยู่ในแบบตั้งตรง โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีเตรียมภาพโดยเก็บลักษณะเด่นของตัววัตถุหรือ บรรจุภัณฑ์ หาแกนหลักของภาพและหลังจากนั้น หาแกนรองของภาพ คำนวณจุดศูนย์กลางของภาพ โดยวิธีดังกล่าวนั้นลดขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ซ้ำซ้อน นำภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกับแนวแกนนอนของภาพพื้นหลังโดยอ้างอิงกับแนวแกนหลักของภาพวัตถุที่นำมาตรวจสอบ หลังจากนั้นก็ทำการทดสอบว่าภาพขวดหรือวัตถุที่นำมาทดสอบอยู่ในสภาวะกลับหัวหรือไม่ ถ้ากลับหัวก็ทำการแปลงกลับโดยการเช็คพื้นที่ของภาพที่นำมาทดสอบ กรณีถ้าเป็นขวดกลับหัวพื้นที่ด้านบนจุดกึ่งกลางภาพจะมีค่ามากกว่าพื้นที่ด้านล่าง ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการเตรียมภาพในหลายๆวิธีการนี้สามารถให้ความแม่นยำสูงแม้ไม่มีภาพต้นแบบเพื่อกำหนดอ้างอิงหาองศาของการหมุนภาพ

3. ระบบการทำงาน

3.1 การออกแบบระบบ

ในการออกแบบใช้อัลกอริทึมในรูปที่ 1 จะมีลักษณะการใช้งานที่สามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวางอันเนื่องมาจากการยืดหยุ่นในการออกแบบวิธีการสำหรับการทดสอบการทำงานเริ่มจากนำภาพนิ่ง หรือ ภาพเคลื่อนไหวที่ถูกจับภาพมาเป็นเฟรมที่ต้องการ โดยฐานข้อมูลรูปภาพขนาด 128 ×128 ใช้ในการทดสอบสำหรับการวิจัยนี้ ใช้ขวดแบบที่มีขนาด 500 ซีซี และติดตั้งกล้องจับภาพจากด้านบนให้ตั้งฉากกับขวดหรือวัตถุอื่นๆ โดยระยะห่าง 30 ซม.

การวิเคราะห์โดยหาลักษณะเด่นของวัตถุ เป็นวิธีนำลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของกลุ่มข้อมูลภาพที่มีความคล้ายคลึงกันเป็นเทคนิคที่มีคำนวณไม่ยุ่งยากและไม่ซับซ้อน กระบวนการเริ่มจากนำภาพปกติที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมภาพสีเป็นขาวดำเพื่อลดขนาดข้อมูลภาพ ให้เป็นภาพแบบข้อมูลขาว-ดำ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลแกนหลักของชุดข้อมูลภาพลำดับถัดไปเก็บข้อมูลแกนรองของภาพ และ ลำดับสุดท้าย เก็บข้อมูลของพื้นที่ และ จุดศูนย์กลางของวัตถุ แล้วทำการหาค่าความตั้งฉากของแกนหลักและนำไปกำหนดมุมที่จะทำการหมุนขวด เพื่อเป็นไฟล์ภาพที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคัดแยกต่อไป โดยมีอัลกอริทึม แสดงในรูปที่ 1

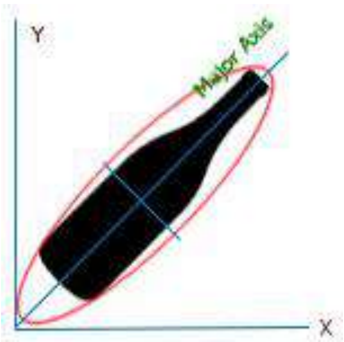


รูปที่ 1 ผังการทำงานระบบคัดแยกวัตถุ

3.2 กระบวนการทำงาน

รับภาพวัตถุเพื่อการสร้างแม่แบบโดยแปลงภาพแม่แบบให้อยู่ในรูปแบบภาพสีเทาและภาพข้อมูลขาว-ดำ เพื่อลดข้อมูลในการวิเคราะห์และทำให้ได้ข้อมูลรูปภาพที่มีความพร้อมนำมาสร้างแม่แบบ

เริ่มจากการหาแกนหลักของข้อมูลภาพ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งที่มีความยาวที่สุดของภาพ และ คำนวณหาค่าแกนรองของภาพเพื่อการคัดกรองกลุ่มของวัตถุที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกัน แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การหาแกนหลักและแกนรองของภาพ

และทำการหาจุดกึ่งกลางของรูปภาพเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาการกลับหัวของภาพที่ใช้จากการได้มาในค่าของแกนหลักจะนำมาคำนวณหาค่ามุมที่แกนหลักกระทำกับแนวแกน X โดยใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยม ดังสมการที่ 1

$$\theta = Cos^{-1}\frac{principal_axis}{object_vertical_projection} \quad (1)$$

ในการหามุมและทำการหมุนภาพให้แกนหลักตั้งฉากกับแนวแกน X นั่นเอง

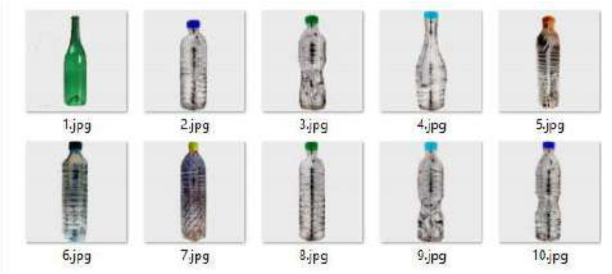
4. ผลการทดลอง

ในการทดสอบการทำงานนั้นได้มีการกำหนดพารามิเตอร์ใช้สำหรับการตรวจจับภาพขวดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ของการทดลอง

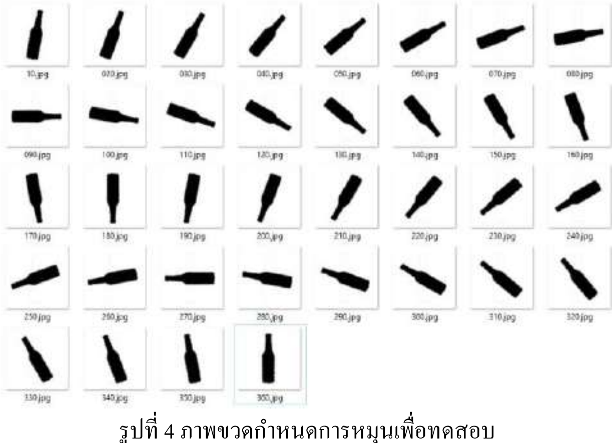
พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ในการทดลอง
ชนิดข้อมูล	ภาพนิ่งขนาด 128x128 จุด
หน่วยประมวลผล	Intel core i5 1.7GHz
จำนวนภาพทดลอง	360 ภาพ
หน่วยความจำ	4 G Byte
ระบบปฏิบัติการ	Windows 10
โปรแกรมประมวลผล	Matlab

ผลจากการทดสอบการทำงานของอัลกอริทึม ได้กำหนดวิธีการทดสอบโดย นำภาพขวดจำนวน 10 แบบ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพขวด10 แบบที่นำมาทดสอบ

เข้ากระบวนการแปลงภาพให้เป็นภาพขาวดำ (Bitmap Image)โดยมีการหมุนในองศาที่แตกต่างกันโดยกำหนดการทดลองความแตกต่างทีละ 10 องศา โดยแสดงภาพขาวดำ โดยขวดแบบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งมีจำนวนภาพที่นำมาทดสอบ 36 รูป เข้าสู่กระบวนการตรวจสอบโดยทุกภาพเมื่อผ่านกระบวนการเตรียมภาพแล้วจะได้ไฟล์รูปภาพที่พร้อมใช้งานในกระบวนการคัดแยกต่อไปโดยภาพที่ได้จะมีการทำให้ภาพขวดมีการวางตั้งฉากกับพื้นระนาบดังแสดงในภาพที่รูปที่ 5 และระบบก็จะทำการเก็บไฟล์รูปภาพที่ได้ในรูปแบบไฟล์ .jpg เพื่อให้พร้อมใช้งาน รวมภาพที่นำมาทดสอบจากขวดทั้ง 10 แบบ ได้ ทั้งหมด 360 ภาพ


รูปที่ 4 ภาพขวดกำหนดการหมุนเพื่อทดสอบ

รูปที่ 5 ภาพขวดที่ผ่านกระบวนการ

5. สรุป

จากการทดสอบการทำงานของระบบได้ผลการทดลองที่แม่นยำร้อยละร้อยกล่าวคือ จากภาพทดสอบ 360 ภาพนั้นสามารถเตรียมภาพพร้อมใช้งานได้ทุกภาพ และ โดยใช้เวลาในการประมวลผลโดยประมาณเพียง 9.76 วินาที ต่อ 360 ภาพ ระยะเวลาการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับตัวแปรจำนวนภาพที่มีการเอียงไม่เท่ากัน และขนาดของภาพที่นำมาทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Turk and A. Pentland, " Eigenfaces for Recognition ", *Journal of Cognitive Neuroscience*, March 1991.

[2] M. Turk and A. Pentland. "Face recognition using eigenfaces". *In Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 586-591, June 1991.

[3] Kumar D and Vinu Prasad G, "Image Processing Techniques to Recognize and Classify Bottle Articles ," *National Conference on Advances in Computer Science and Applications with International Journal of Computer Applications*, pp.1-5, 2012.

[4] Suzaimah Ramli, Mohd Marzuki Mustafa and Dzuraidah Abdul Wahab. "Plastic Bottle Shape Classification Using Partial Erosion-based Approach," *In International Colloquium on Signal Processing & Its Applications*, pp. 216-219, 2010.

[5] Nur Syakirah Mohd Noor, Haniza Yazid. "Shapes Matching Based on Chain Code and Dynamic Time Warping," International Colloquium on Signal Processing & its Applications, pp. 52-56, 2015.

[6] วิทยา ศรีกุล, ประจวบ อินระวงค์,ธรรมกร ครองไตรภพ และสนั่น จันทร์พรม, "ผลกระทบต่อการลดขนาดภาพในการรู้จำขวดพลาสติกโดยใช้โคไซน์อัลกอริทึม," การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 6, ขอนแก่น: วิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย, (น. 137), 2558

เครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับผสมและอัดก้อนเชื้อเห็ด

Semiautomatic Machine for Mixing and Briquetting Mushroom

ไพโรจน์ ทองประศรี และ ไพศักดิ์ พูลผกา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
199 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230 E-mail: sfengprt@src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องผสมและอัดกึ่งอัตโนมัติสำหรับใช้ผสมวัตถุดิบและอัดก้อน ส่วนประกอบของเครื่องแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของการผสมวัตถุดิบ ก้านเหล็ก 3 แกนถูกใช้เป็นตัวผสมวัตถุดิบซึ่งถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 2) ส่วนของการอัดก้อนใช้กระบอกสูบลม 3 ตัว ทำหน้าที่อัดก้อนและบรรจุ ทั้ง 2 ส่วนถูกควบคุมด้วยพีแอลซี เครื่องผสมและอัดกึ่งอัตโนมัตินี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานอัดก้อนเชื้อเห็ด สำหรับการผสมวัตถุดิบ 1 ครั้ง ถ้าใช้วัตถุดิบน้ำหนักรวมไม่เกิน 20 กิโลกรัม และปริมาณความชื้นไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถอัดเป็นก้อนได้น้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม การทำงานของเครื่องสามารถเลือกได้ 2 โหมด คือโหมดควบคุมด้วยมือ และโหมดกึ่งอัตโนมัติซึ่งสามารถตั้งเวลาของระบบการควบคุมอยู่ในช่วงเวลา 10 – 18 วินาที ผลการทดสอบเมื่อเครื่องอัดและบรรจุก้อนเห็ด 19 ก้อน เฉลี่ยต่อก้อน 600 กรัม โหมดควบคุมด้วยมือใช้เวลาเฉลี่ย 11 นาที หรือเฉลี่ยต่อก้อน 34.74 วินาที และโหมดควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติตั้งเวลาการทำงาน 14 วินาที ใช้เวลาเฉลี่ย 10.20 นาทีหรือเฉลี่ยต่อก้อน 32.21 วินาที

คำสำคัญ: เครื่องกึ่งอัตโนมัติ, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, พีแอลซี

Abstract

This paper presents a semiautomatic machine for mixing and briquetting. The machine components divided into two parts are: 1) the raw material mixing part, 3-axis steel shaft is used as a raw mixer which is controlled by AC motor. 2) Part of the briquette uses 3 pneumatic cylinders which act briquetting and packing. The both parts are controlled by the PLC. This semiautomatic machine is used in the briquetting mushroom application. For mixing the raw material one time; if the raw material weight not exceeds 20 kg and the moisture content not exceeds 50%, it can pack the briquette weight up to 1 kg. The operation of the machine can choose two modes; manual mode and semiautomatic mode. The semiautomatic mode can be set in the range of 10 - 18 seconds. The tested results, when the machine packs the briquette mushrooms for 19 bags the average weight is 600 grams per pack, manual mode takes an average of 11 minutes or an average of 34.74 seconds per piece. And the semiautomatic mode set in the time range 14 seconds; it takes an average of 10.20 minutes or an average of 32.21 seconds per piece.

Keywords: semiautomatic machine, AC motor, PLC

1. บทนำ

งานของเกษตรกรทางด้านการเพาะเลี้ยงเห็ด มีขั้นตอนง่ายๆ ในการเพาะเลี้ยงคือ การเตรียมสถานที่ การผสมวัตถุดิบ การอัดก้อนวัตถุดิบ การนึ่งก้อนเชื้อ การหยอดเชื้อ การบ่มเชื้อ การเปิดดอก และเก็บผลผลิต สำหรับการผสมจำพวกวัตถุดิบต่างๆ รวมถึงอาหารเห็ดเพื่อทำการอัดเป็นก้อน เกษตรกรจำเป็นต้องใช้แรงคนเข้ามาทำงาน โดยใช้อุปกรณ์ทางการเกษตรจำพวก จอบ เสียม พลั่ว ตักพรวนให้ส่วนผสมเข้าด้วยกัน และขั้นตอนต่อมาคือการตักวัตถุดิบที่ผสมเสร็จแล้วใส่ในถุงที่เตรียมไว้โดยการใช้พวกขันหรือถ้วยตักเพื่อทำการอัดส่วนผสมต่างๆให้แน่น โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “เครื่องอัดแบบ 1 หัว” อุปกรณ์ของเครื่องนี้ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสับซึ่งต่อกับรอกที่ติดกับแผ่นเหล็กวงกลม โดยแผ่นเหล็กวงกลมนี้จะติดกับแท่งเหล็กยาวไว้ใช้อัดส่วนผสม ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 เครื่องอัดแบบ 1 หัว

เพื่อความสะดวกและลดขั้นตอนการทำงานลงสามารถออกแบบตัวเครื่องให้รวมทั้งการผสมและการอัดเข้าด้วยกัน ซึ่งในบทความนี้นำระบบนิวเมติกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ โดยส่วนของการผสมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับไปขับเกียร์ทดซึ่งต่อกับใบกวน เพื่อใช้สำหรับการผสมวัตถุดิบต่างๆ ในส่วนของการอัดก้อนเชื้อเห็ดใช้กระบอกสูบลม 3 ตัว โดยกระบอกสูบลมแต่ละตัวจะมีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้ กระบอกสูบลมตัวที่ 1 ทำหน้าที่ในการเลื่อนถุงออกไปรับส่วนผสม สำหรับกระบอกสูบลมตัวที่ 2 และ 3 จะทำหน้าที่ในการประคองถุงและการอัดตามลำดับ

2. การออกแบบส่วนของโครงสร้างของเครื่องผสม

การออกแบบส่วนโครงสร้างเครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับผสมและอัดก้อนเชื้อเห็ดนี้เป็นส่วนสำคัญอันดับแรกที่ได้พิจารณาในการออกแบบ โดยกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการผสมไว้ 5 นาที และในส่วนของการอัดอีก 15 นาที รวมเป็น 20 นาที ซึ่งในการออกแบบนี้ได้กำหนดปริมาตรของวัตถุดิบที่ใช้ทำก้อนเชื้อเห็ดรวมกับน้ำหนักของใบกวนมีค่าเท่ากับ 20 กิโลกรัม รัศมีของถังผสม (r) 200 เซนติเมตร ดังนั้นสามารถหาขนาดของมอเตอร์ได้ ดังนี้

$$P = \frac{1}{2} C_D A \rho V_P^3 \qquad (1)$$

โดยที่

C_D คือสัมประสิทธิ์แรงต้านการเคลื่อนที่

A คือพื้นที่หน้าตัดของใบกวน

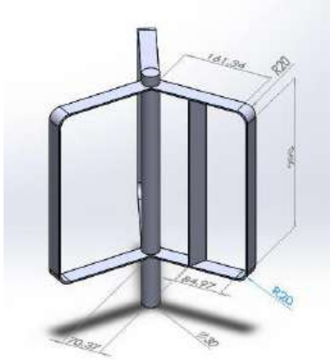
ρ คือความหนาแน่นของวัตถุดิบ

V_P คือความเร็วของใบกวน

เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธ์แรงต้านการเคลื่อนที่มีค่า 1.2 พื้นที่หน้าตัดของใบกวนมีขนาด 0.0032 ตารางเมตร ความหนาแน่นของวัตถุดิบมีค่า 228 kg/m^3 ความเร็วของใบกวน 11.8 m/S

จากสมการที่ (1) ค่ากำลังของมอเตอร์ (P) ที่ได้มีค่า 720 วัตต์ เมื่อกำหนดให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ทำงานที่ 80% ดังนั้นมอเตอร์ที่ใช้ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 900 วัตต์ โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า (1,120 วัตต์) เนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่าย

การออกแบบใบกวนสำหรับใช้กับตัวถังผสมซึ่งมีรัศมี 0.2 เมตร และสูง 0.4 เมตรใบกวนที่ใช้มีลักษณะ 3 แฉก เนื่องจากงานผสมวัตถุดิบที่ใช้นั้นไม่ต้องการความละเอียดมากนัก ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ โดยใบกวนแต่ละแฉกมีความกว้าง 0.16 เมตร และความสูง 0.34 เมตร นับจากตัวแกนล่างเชื่อมต่อเข้ากับเกียร์ทด และมีใบกวนภายในอีก 1 ใบ เพื่อทำการผสมโดยติดกับใบกวน 1 ซีก ใบกวนทำจากเหล็กกล้ามีน้ำหนักรวม 8 กิโลกรัม เพื่อให้สามารถกวนผสมวัตถุดิบได้โดยไม่เกิดการงอของเหล็ก ใบกวน 3 แฉกที่ได้ออกแบบดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ใบกวน 3 แฉก สำหรับผสมวัตถุดิบ

3. ระบบนิวเมติกส์ [1]

ขนาดของกระบอกสูบสามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$F = (P \times A) - Ft \qquad (2)$$

โดยที่

A คือพื้นที่หน้าตัด (cm^2) เมื่อ $A = \pi/4 \times D^2$

P คือแรงดันลม (บาร์ หรือ กิโลกรัม–ตารางเซนติเมตร)

Ft คือแรงเสียดทานในกระบอกสูบ (คิด 10%)

กระบอกสูบตัวที่ 1 ใช้ในการเลื่อนถุงรับส่วนผสม ซึ่งส่วนผสมซึ่งมีน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม (แรง 9.81 N) เมื่อกำหนดแรงดันลม 1 บาร์ จากสมการที่ (1) ขนาดของกระบอกสูบมีค่าเท่ากับ 3.55 เซนติเมตร เลือกใช้กระบอกสูบขนาด 4 เซนติเมตร ระยะชัก 43 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 กระบอกสูบตัวที่ 1

กระบอกสูบตัวที่ 2 ใช้ในการกดอัดส่วนผสมให้แน่น ซึ่งส่วนผสมคิดเป็น 1 กิโลกรัม (แรง 9.81 N) เมื่อกำหนดแรงดันลม 1 บาร์ จากสมการที่ (1) ขนาดของกระบอกสูบมีค่าเท่ากับ 3.55 เซนติเมตร เลือกใช้กระบอกสูบขนาด 4 เซนติเมตร ระยะชัก 20 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 กระบอกสูบตัวที่ 2

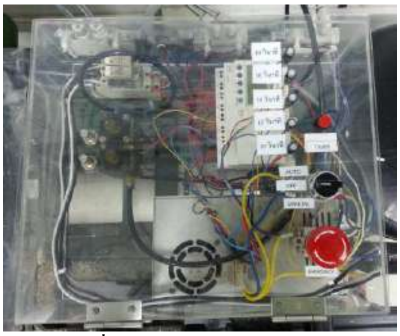
กระบอกสูบตัวที่ 3 ใช้ในการประคองถุง ซึ่งในถุงจะเกิดแรงเค้น (σ) จากภายในเท่ากับ 0.2 N หาได้จากการอัดมีค่าเท่ากับ F/A เมื่อกำหนดแรงที่กระทำภายนอกทรงกระบอก 1.44 N/Cm^2 แรงดันลม 1 บาร์ จากสมการที่ (1) ขนาดของกระบอกสูบที่ได้คือ 1.24 เซนติเมตร เลือกใช้กระบอกสูบขนาด 2 เซนติเมตร ระยะชัก 29 เซนติเมตร ดังในรูปที่ 5

รูปที่ 5 กระบอกสูบตัวที่ 2

4. ระบบการทำงานของเครื่องกึ่งอัตโนมัติ

เครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 หัว ดังแสดงในรูปที่ 6 สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมด คือ 1) โหมดควบคุมด้วยมือ 2) โหมดอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาทำงานได้ 5 ระดับ คือ10 วินาที 12 วินาที 14 วินาที 16 วินาที และ 18 วินาที โดยใช้พีแอลซีเป็นตัวประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 6 เครื่องต้นแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 หัว



รูปที่ 7 ระบบควบคุมด้วยพีแอลซี

เครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับอัดก้อนเชื้อเห็ด สามารถแยกเป็นส่วนการทำงานได้ ดังนี้

รูปที่ 8 แสดงขั้นตอนการใส่วัตถุดิบและส่วนผสม [2] ได้แก่ (ก) ขี้เลื้อย 5 กิโลกรัม ดีเกลือ 0.01 กิโลกรัม (ข) อีเอ็ม 0.05 ลิตร (ค) น้ำ 3 ลิตร (ง) ปูนขาว 0.05 กิโลกรัม ลงในถังผสมใช้เวลาผสมนาน 5 นาที

(ก) ขี้เลื้อยและดีเกลือ

(ข) อีเอ็ม

(ค) น้ำ

(ง) ปูนขาว

(จ) ใช้เวลาผสม 5 นาที

รูปที่ 8 ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบเพื่อผสมให้เข้ากัน

(ก) ตัวหนีบถุงเปล่ารอรับส่วนผสม

(ข) รับส่วนผสม

รูปที่ 9 ส่วนผสมถูกบรรจุลงในถุง

ถุงเปล่าที่เตรียมใส่วัตถุดิบถูกเตรียมพร้อม กระบอกสูบตัวที่ 1 เลื่อนถุงไปรับส่วนผสม ดังแสดงในรูปที่ 9 และกระบอกสูบตัวที่ 3 ทำงานเพื่อทำการประคองถุง หลังจากนั้นกระบอกสูบตัวที่ 2 ทำงานเพื่ออัดส่วนผสมให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 ส่วนของการประคองถุงและอัดก้อนเชื้อเห็ด

5. ผลการทดลอง

การทดลองใช้ส่วนผสมรวม 12 กิโลกรัม และน้ำ 1 ลิตร ใช้เวลาในการผสม 5 นาที เพื่อบรรจุและอัดวัตถุดิบลงในถุงน้ำหนัก 600 กรัมต่อถุง โดยทำการทดลองโหมดอัตโนมัติ เวลา 14 วินาที (เลือกเวลาการทำงานขึ้นอยู่กับความเร็วที่เหมาะสมในการใส่ถุงของแต่ละบุคคล)

ตารางที่ 1 ผลการทำงานเครื่องกึ่งอัตโนมัติ ควบคุมเวลาต่อถุง 14 วินาที

จำนวนถุง	น้ำหนัก (กรัม)
1	618
2	599
3	598
4	597
5	598
6	623
7	596
8	602
9	604
10	610
11	614
12	613
13	610
14	577
15	622
16	601
17	623
18	599
19	600

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเมื่อเลือกโหมดการทำงานแบบควบคุมอัตโนมัติที่เวลา 10 วินาที ถุง ในรูปที่ 11 แสดงก้อนเชื้อเห็ดที่ถูกบรรจุและอัดจำนวน 19 ถุง น้ำหนักเฉลี่ยของวัตถุที่ใช้อัดก้อนเชื้อเห็ดอยู่ที่ 605.5 กรัม

(ก) ก้อนเชื้อเห็ด 19 ถุง (ข) ก้อนชื้อเห็ดหนัก 600 กรัม

รูปที่ 11 ก้อนเชื้อเห็ดที่ผ่านการผสมและอัดแล้ว

ในรูปที่ 12 แสดงกระบวนการเพาะเห็ดนางฟ้า เริ่มจากก้อน (ก) เชื้อเห็ดที่ได้ถูกปิดปากถุงถูกนำไปนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อโดยต้องทำการนึ่งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ข) พักก้อนเชื้อเห็ด (ค) นำเชื้อเห็ดนางฟ้าหยอดในก้อนเชื้อเห็ด (ง) รอเชื้อเดินเต็มก้อน (จ) ผลลิตเห็ดนางฟ้า

(ก) นึ่งก้อนเชื้อเห็ด (ข) พักก้อนเชื้อเห็ด (ค) เชื้อเห็ด

(ง) เชื้อเห็ดเดินเต็มก้อน (จ) ผลผลิต

รูปที่ 12 กระบวนการเพาะเห็ดนางฟ้า

6. สรุป

เครื่องกึ่งอัตโนมัติสำหรับผสมและอัดก้อนเชื้อเห็ดได้ออกแบบให้มีส่วนผสมและอัดอยู่ในเครื่องเดียวกัน สามารถรับน้ำหนักของขี้เลื่อยและส่วนผสมได้ไม่เกิน 20 กิโลกรัม ผลการทดสอบการใช้งาน ในกรณีเลือกการทำงานแบบควบคุมด้วยมือสามารถอัดก้อนเห็ด 19 ถุง น้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 600 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 11 นาทีหรือเฉลี่ยต่อก้อน 34.74 วินาที และในกรณีการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติโดยตั้งเวลาการควบคุม 14 วินาที สามารถอัดก้อนเห็ด 19 ถุง น้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 600 กรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 10.20 นาทีหรือเฉลี่ยต่อก้อน 32.21 วินาที

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยการประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการจัดการพลังงาน (PEAEM) คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

[1] ฐิฑารีย์ ฉมยา, “นิวเมติกส์และนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2556.

[2] บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร, “เห็ดนางฟ้า”, ชมรมนักเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, 2000.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ

The Control Operation of electrical from mobile phones

กิตติพงษ์ ปงปินใจ [1] สิทธินันท์ เป็ญชา[1] และ สิทธิชัย จีนะวงษ์[2]

[1]หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย เลขที่ 99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

โทรศัพท์ 053-723979 E-mail : chiangraicampus@rmutl.ac.th

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

เลขที่ 99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย โทรศัพท์ 053-723979 E-mail : chiangraicampus@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอ การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งมีหลักการทำงาน คือการเขียนโปรแกรมผ่าน Blynk แอปพลิเคชั่น ให้สามารถควบคุมปลั๊กไฟฟ้า ควบคุมการปรับความสว่างของหลอดไฟ และการแสดงตัวเลขอุณหภูมิทั้งบนหน้าจอ LCD OLED และบนโทรศัพท์มือถือ โดยผู้ทำการวิจัยได้ออกแบบการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือโดยผ่านการเชื่อมต่อผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต สามารถควบคุมการทำงานได้ในระยะไกลและสามารถทราบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ผลการทดสอบพบว่า สามารถควบคุมการ เปิด-ปิด ปลั๊กไฟฟ้าได้ทั้งหมด 8 ปลั๊ก สามารถควบคุมการการปรับความสว่างของหลอดไฟ โดยทดสอบการควบคุมความสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ความสว่างที่ 1%, 50%, 100% ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 34.10 V , 114.7 V , 220.1 V ตามลำดับ และได้ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 9.82 mA, 92.3 mA, 100.5 mA ตามลำดับ สามารถแสดงผลอุณหภูมิได้ทั้งบนหน้าจอ LCD OLED และบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

คำสำคัญ: สัญญาณอินเทอร์เน็ต, อุปกรณ์ไฟฟ้า , จอ LCD OLED

Abstract

This paper presents the control operation of electrical equipment from mobile phones. The main working is writing program via Blynk application. That it can control plug adjusting of the brightness of light bulb and display the number of temperature on LCD OLED and from mobile phone. The researcher designed the control operation of electrical equipment from mobile phones via connection from Internet signal. It can working in long distance and know electrical equipment. The result found that it can control working of 8 pluges and control to adjust the brightness of the light bulb by control brightness in 3 levels ; 1%, 50%, 100%. Voltage value are 34.10 V , 114 V and 220.1 V. And electric current value and 9.82 mA, 92.3 mA, and 100.5 mA respectively. The temperature displayed on the LCD OLED and on the mobile phone.

Keywords : Internet signal, electrical equipment, LCD OLED

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เครื่องใช้ไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป การใช้เครื่องไฟฟ้าภายในบ้านนั้นไม่ว่าจะเป็นเครื่องปรับอากาศ พัดลม โทรทัศน์ กาต้มน้ำ หรือหลอดไฟ ต้องมีการเปิด-ปิดอยู่ตลอด ในบางครั้งผู้ใช้งานไม่สะดวกที่ต้องเดินทางมาเปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจทำให้เสียเวลา แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องการเปิดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ ในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นระบบที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยเฉพาะส่วนของการใช้งานอาจก่อให้เกิดอุปสรรคในการทำงาน เช่นเมื่อต้องการ เปิด-ปิด หลอดไฟ จะต้องเดินกดสวิตซ์อาจทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเบื่อ หรือรู้สึกว่าเสียเวลาโดยเปล่า บางครั้งมีการเปิดใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นเวลานาน ๆ โดยไม่จำเป็นจึงเป็นสาเหตุในการสิ้นเปลืองพลังงาน และเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

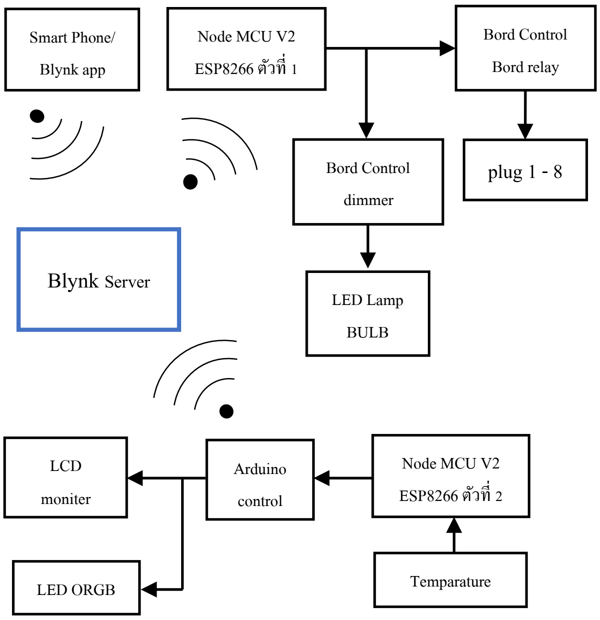
นอกจากนี้ มีงานวิจัยมากมายที่นำเสนอเกี่ยวกับ การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังเช่น การพัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโดยใช้สั่งงานด้วยการใช้ Android ได้ออกแบบเพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุและคนพิการ มีการบันทึกข้อมูลเสียงจากการจำเสียงและข้อมูลเสียงจากโทรศัพท์มือถือ ส่งไปยังระบบรับสัญญาณ และประมวลผลสัญญาณไปควบคุมหลอดไฟและพัดลม มีการใช้งานได้ถึง 20 เมตร โดยควบคุมผ่าน Bluetooth [1] ต่อมาได้มีงานวิจัยที่สามารถควบคุมแสงสว่างภายในอาคารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เครื่องแม่ข่าย

(Server) มาใช้จัดการควบคุมการ เปิด-ปิด หลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถควบคุมหลอดไฟสูงสุด 8 ดวง ผลที่ได้จากการออกแบบคือ ได้ระบบควบคุมแสงสว่างภายในอาคารผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอยู่ที่ไหนก็สามารถควบคุมและเฝ้าดูโดยเพียงเข้าอินเทอร์เน็ตได้ [2] ต่อมาได้มีงานวิจัยที่ทำ การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น ออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น สามารถเปิด-ปิด หลอดไฟด้วยมือโดยสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ ทำให้หลอดไฟติด-ดับ แสดงการกด on-off ที่คอมพิวเตอร์ การ เปิด-ปิด ไฟฟ้าผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นการทดลองการตั้งเวลา เปิด-ปิด ไว้ ทำให้หลอดไฟแสดงสถานะ ติด-ดับ ตามช่วงเวลาที่กำหนด และทดลอง เปิด-ปิด หลอดไฟด้วยมือผ่านคอมพิวเตอร์และแบบเซิร์ฟเวอร์พร้อม ค่าสถานะ on-off ที่หน้าคอมพิวเตอร์และสถานะ ติด-ดับ ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้จำนวน 8 หลอด [3] และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Bluetooth ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและสร้างระบบต้นแบบเพื่อแสดงการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านการสื่อสารไร้สาย Bluetooth เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า การทำงานของระบบควบคุมเป็นไปตามโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และสถานะการทำงานยังมีการแจ้งกลับและแสดงที่โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ควบคุมระบบทราบเข้ามาช่วยให้เกิดประสิทธิภาพ [4]

ดังที่กล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามีการพัฒนาของเทคโนโลยีต่าง ๆ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Bluetooth ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ทดลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น และสร้างระบบต้นแบบ เพื่อแสดงการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านการสื่อสารไร้สาย Bluetooth สามารถใช้งานได้เพียงระยะใกล้ ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ในระยะไกลได้ การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชั่นก็สามารถควบคุมได้ในพื้นที่จำกัด ดังนั้นจึงนำเสนอการวิจัย การควบคุมการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ สามารถควบคุมการปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ในระยะไกลแค่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตก็สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยสร้างชุดจำลองการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า 1 ชุด ทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานผ่าน Blynk แอปพลิเคชั่น ควบคุมการ เปิด-ปิด ปลั๊กไฟฟ้า ควบคุมการปรับความสว่างของหลอดไฟฟ้า และการรับค่าจากเซนเซอร์อุณหภูมิมาแสดงค่าอุณหภูมิบนหน้าจอ LCD OLED และบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

2. วิธีการดำเนินงาน

จากการวางแผนการดำเนินงาน การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ มีการพัฒนาและประยุกต์ผ่านเทคโนโลยีอุปกรณ์ไร้สายหรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ที่เชื่อมต่อกับโมดูล Node MCU V2 ESP8266 โดยการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือที่นำมาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงาน

Blynk แอปพลิเคชั่น [5] คือเทคโนโลยีของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่จะทำงานโดยมีการเชื่อมโยงถึงกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการควบคุมส่วนของการทำงานของ Blynk ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ โทรศัพท์มือถือ, เซิร์ฟเวอร์ Blynk และฮาร์ดแวร์ การใช้งาน Blynk แอปพลิเคชั่น ต้องมีการติดตั้งและลง Library ของแอปพลิเคชั่น

Smart Phone / Blynk App เป็นส่วนหนึ่งของการสั่งงานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่ง Blynk App จะเป็นแอปพลิเคชั่นกึ่งสำเร็จรูปเพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ใน Blynk App และจะมี Blynk Server เป็นศูนย์กลางในการเชื่อมต่อ

Node MCU V2 ESP8266 ตัวที่ 1 เป็นบอร์ดที่ทำหน้าที่เป็นบอร์ดอินพุต และเอาต์พุตเพื่อช่วยให้อุปกรณ์ที่ติดตั้ง Blynk แอปพลิเคชั่น สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ด Node MCU V2 ESP8266 กับอุปกรณ์รับสัญญาณส่วนทางด้านเอาต์พุตจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ

Bord Control Bord relay ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องสั่งงานผ่านวงจรบอร์ดรีเลย์ เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้า ปลั๊กไฟฟ้า เป็นต้น

Plug 1 – 8 เป็นตัวแสดงผลการสั่งงานของบอร์ดรีเลย์ ในการแสดงสถานะของการทำงาน นั้น ๆ จะมีหลอดไฟเชื่อมต่อ ในแต่ละปลั๊กไฟฟ้าเพื่อให้รู้ถึงสถานะการทำงานของปลั๊กไฟฟ้าแต่ละตัว อย่างชัดเจน

Bord Control dimmer เป็นวงจรหรี่ไฟ โดยอาศัยการกระตุ้นด้วยสัญญาณที่ได้จาก โมดูล Node MCU V2 ESP8266 เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลดที่เป็นหลอดไฟ

LED Lamp BULB เป็นหลอดไฟ LED แสดงสถานะการสั่งงานของ Bord control dimmer สร้างทำงานของแต่ละสถานะที่สั่งให้หลอดไฟ LED สว่างมาก หรือ สว่างน้อย

LCD moniter เป็นหน้าจอแสดงค่าตัวเลขผลของเซนเซอร์อุณหภูมิ

LED RGB เป็นตัวแสดงสีของอุณหภูมิ ซึ่งมีทั้งหมด 3 สี คือ สีน้ำเงิน , สีเขียว , สีแดง

Arduino control เป็นวงจร Arduino ทำหน้าที่แปล ค่าอุณหภูมิที่รับมาจาก DS18B20 คือเซนเซอร์อุณหภูมิที่วัดค่าอุณหภูมิแบบดิจิตอล วงจร Arduino ทำการอ่านข้อมูลภายใน หน่วยความจำชั่วคราวของเซนเซอร์อุณหภูมิ เพื่อทำการแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD moniter และแสดงผลข้อมูลค่าอุณหภูมิตามสี

Node MCU V2 ESP8266 ตัวที่ 2 จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับสัญญาณ ส่วนทาง ด้านเอาต์พุต จะเชื่อมต่อกับวงจรอุณหภูมิ จะสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ ที่ติดตั้งแอปพลิเคชั่นไว้เท่านั้น พอร์ตที่ใช้งานคือพอร์ต D1 ใช้เชื่อมต่อตำแหน่งเอาท์พุตคือ Temperature

รูปที่ 2 หน้าต่าง Blynk แอปพลิเคชั่น

รูปที่ 3 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

3. ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 การทดสอบเชื่อมต่อในสถานที่แต่ละแห่ง

สวิทช์การสั่งงาน	คำสั่ง	สถานที่ในการเชื่อมต่อ (จังหวัด)			
		เชียงราย/เชียงราย	เชียงราย/เชียงใหม่	เชียงราย/ลำปาง	เชียงราย/กรุงเทพฯ
Plug 1-8	เปิด	มีกระแสไฟฟ้า	มีกระแสไฟฟ้า	มีกระแสไฟฟ้า	มีกระแสไฟฟ้า
	ปิด	ไม่มีกระแสไฟฟ้า	ไม่มีกระแสไฟฟ้า	ไม่มีกระแสไฟฟ้า	ไม่มีกระแสไฟฟ้า

จากตารางที่ 1 ได้ทำการทดสอบการควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ จากการเชื่อมต่อจากต้นทางถึงปลายทาง รวมทั้งหมด 4 จังหวัด สรุปได้ว่า สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ นอกจากสถานที่ทำการทดสอบแล้ว ไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ใด ๆ ก็สามารถเชื่อมต่อและควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ เพียงแค่อุปกรณ์ปลายทางได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไว้ ถ้าหากอุปกรณ์ปลายทางไม่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ก็ไม่สามารถทำการควบคุมการทำงาน ของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือได้

ตารางที่ 2 การทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากวงจรหรี่ไฟ

ระดับควบคุมความสว่าง (%)	ค่าที่ได้จากการวัดแรงดันไฟฟ้า (V)	ค่าที่ได้จากการวัดกระแสไฟฟ้า (mA)
1	34.10	9.82
50	114.70	92.30
100	220.10	100.50

จากตารางที่ 2 ทำการทดสอบการควบคุมความสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ ความสว่างที่ 1% วัดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 34.10 V ทำการวัด

กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 9.82 mA ความสว่างที่ 50% วัดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 114.7 V วัดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 92.2 mA และ ความสว่าง ที่ 100% วัดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220.1 V และวัดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 100.5 mA ในความสว่างเปอร์เซ็นต์อื่น ๆ จะมีแนวโน้มตาม 3 ค่าที่วัดได้ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 3 การทดสอบการวัดค่าเซนเซอร์อุณหภูมิบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับหน้าจอ LCD OLED

ลำดับ	การแสดงค่าอุณหภูมิ		แสงสี LED RGB
	หน้าจอ โทรศัพท์มือถือ	หน้าจอ LCD OLED	
1	21.375	21.37	น้ำเงิน
2	26.428	26.42	เขียว
3	24.954	24.95	น้ำเงิน
4	27.154	27.15	เขียว
5	28.373	28.37	แดง

จากการทดสอบ การวัดค่าเซนเซอร์อุณหภูมิบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับหน้าจอ LCD OLED โดยตัวเลขการแสดงผลถูกกำหนดให้มีความสอดคล้องกับสี LED RGB โดย Temp < 25°C จะแสดงเป็นสีน้ำเงิน 28°C ≤ Temp ≤ 28°C จะแสดงเป็นสีเขียว และTemp > 28°C จะแสดงเป็นสีเขียว และอุณหภูมิสูงกว่า 28°C

4. สรุปและอภิปรายผล

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือ การออกแบบวิธีการดำเนินงาน โดยใช้หลักการประยุกต์ผ่านเทคโนโลยีอุปกรณ์ไร้สายผ่าน ที่เชื่อมต่อกับ Node MCU V2 ESP 8266 และโทรศัพท์มือถือ เพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถควบคุมการ เปิด-ปิด ปลั๊กไฟได้ทั้งหมด 8 ปลั๊ก สามารถควบคุมการการปรับความสว่างของหลอดไฟ ได้ทดสอบการควบคุมความสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ความสว่างที่ 1% , 50% , 100% ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 34.10 V 114.7 V , 220.1 V ตามลำดับ และได้ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 9.82 mA 92.3 mA , 100.5 mA ตามลำดับ ในความสว่างเปอร์เซ็นต์อื่น ๆ จะมีแนวโน้มตาม 3 ค่าที่วัดได้ สามารถแสดงผลอุณหภูมิได้ทั้งบนหน้าจอ LCD OLED และบนโทรศัพท์มือถือ โดยมี LED RGB เป็นตัวแสดงสีของอุณหภูมิ ซึ่งได้กำหนดไว้ไว้ Temp < 25°C จะแสดงเป็นสีน้ำเงิน 28°C ≤ Temp ≤ 28°C จะแสดงเป็นสีเขียว และTemp > 28°C จะแสดงเป็นสีเขียว และอุณหภูมิสูงกว่า 28°C จะแสดงเป็นสีแดง การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือสามารถควบคุมได้ในระยะไกลได้ช่วยลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ และช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมที่อำนวยความสะดวกด้านสถานที่ สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องวัดต่าง ๆ ในการจัดทำงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] N. B. Aripin, and M. B. Othman “**Voice Control of Home Appliances using Android**,” *IEEE Electrical Power.* pp. 142-146, 2014

[2] สุริยา คูณเลสา และภูวนัย ไชยสิงห์. (2555) **ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[3] ทวีทรัพย์ นพสกุล. จีราวุฒ สมตน. อิสรี ศรีคุณ. (2554) **การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น** . งานประชุมนำเสนอผลงานวิจัยเชิงนวัตกรรมสร้างสรรค์ในระดับเยาวชนเทคโนโลยี “คืนความสุขให้ชุมชน” ,ห้องประชุมกิจจาทร 2 , คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 8 สิงหาคม 2554.

[4] ปรีชา สมสอน. โสวัตร์ บุญยศ และประสิทธิ์ นครราช. (2553) **การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบลูทูธด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่**. งานประชุมวิชาการ มอก. วิจัย ครั้งที่ 5. 4-5 สิงหาคม 2553.

[5] w. wisdomgoody. (2015, Aug 30). *Networks (1nd ed.)* [Online]. Available: http://www.ayarafun.com

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับถนนด้วยการปรับปรุง Photo Switch

Road Lighting Energy Saving by Photo Switch Improvement

กิตติคุณ รอดสกุล[1] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[2] และ ศักดิ์ดา พรรณไวย[3]
[1]นักวิจัย กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2963 E-mail: kittikun.rod@gmail.com
[2]หัวหน้าแผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2960 E-mail: x_ekarin@yahoo.com
[3]ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชี การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2945 E-mail: sakda.duk@gmail.com

บทคัดย่อ

ไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษใช้หลอดไฟชนิด HPS ขนาด 250 และ 400 วัตต์ มีค่าไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 60 ของค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคทั้งหมด การทางพิเศษแห่งประเทศไทยจึงได้ศึกษาแนวทางการประหยัดไฟฟ้า วิธีการหนึ่ง ได้แก่ การจัดการระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่างให้เปิดช้าลงและปิดเร็วขึ้น ไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษเปิด/ปิดอัตโนมัติตามความสว่างด้วย Photo Switch เปิดที่ 10-80 ลักซ์ และปิดเมื่อเกินกว่า 400 ลักซ์ ผลการทดสอบ พบว่า Switch เปิดที่ 286 ลักซ์ และปิดที่ 300 ลักซ์ รวมระยะเวลาใช้ไฟ 735 นาทีต่อคืน ซึ่งความสว่างในการเปิด-ปิดไฟนี้ มีความเบี่ยงเบนเนื่องจากอายุการใช้งาน จึงทดลองเปลี่ยนด้วย Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และ Switch ชนิด Electronics ซึ่งมีความแม่นยำกว่า พบว่า สามารถลดระยะเวลาใช้ไฟฟ้าได้วันละ 12 และ 15 นาที คิดเป็นร้อยละ 1.63 และ 2.04 ตามลำดับ แต่บนทางพิเศษ 4 สายทาง ระยะทาง 77.7 กม. ระยะเวลาวันละ 12 นาทีนี้ คิดเป็นค่าไฟฟ้าสูงถึง 869,225 บาท/ปี การปรับปรุงคืนทุนภายใน 1 เดือน ให้ผลตอบแทนภายในมากกว่าร้อยละ 100 โดยยังมีค่าความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: ประหยัดพลังงาน, ประหยัดไฟฟ้า, Photo Switch

Abstract

Lighting lanterns for expressways are using 250w and 400w high pressure sodium lighting bulb. Electricity cost reaches 60% of overall utilities cost. So, the authority requires cost reduction measures. One of the measures is usage time management. Road lights turn on and turn off automatically by using photo switch. Normally, turn on illuminance is around 10-80 lux while turn off illuminance is around 400 lux. Illuminance testing shows that turn on illuminance is 286 lux, turn off at 300 lux. Total time usage is 735 minutes per night. On-off illuminance is aberrated due to switch's aging. So, switch improvement is carried out. New switch (existing model, LDR type) and new model (electronics type) switch is replaced. A result show that, time of use is reduced 12 and 15 minutes respectively. The reductions are only 1.63% and 2.04%. However, 4 routes of expressway which has 78 km in length, usage time for 12 minutes cost electricity of 869,225 Baht/year. Switches replacement cost is returned shortly within a month.

Key Word; energy saving, electricity saving, photo switch

1. บทนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้บริการทางพิเศษ มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและสาธารณูปโภคประมาณ 210 ล้านบาทในปี 2560 เป็นค่าไฟฟ้าถึง 189 ล้านบาท จึงมีความมุ่งมั่นที่จะลดการใช้พลังงานขององค์กร โดยเฉพาะค่าไฟฟ้า การวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน และการจัดการการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษ ทำอย่างไรจึงจะประหยัดโดยที่ยังคงมาตรฐานแห่งการให้บริการ

2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่ระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่างด้วย Photo Switch มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 ศึกษาระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่างด้วย Photo Switch

2.2 เปรียบเทียบการทำงานของ Photo Switch

2.3 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

3. ข้อมูลระบบไฟฟ้าบนทางพิเศษ

ระบบไฟฟ้าบนทางพิเศษ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1) หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง

หลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้บนทางพิเศษเป็นแบบ High Pressure Sodium (HPS) มี 2 ขนาด คือ หลอดไฟฟ้าขนาด 250 W และขนาด 400 W โดยมีค่ามาตรฐานความส่องสว่างบนทางพิเศษเพื่อความปลอดภัยของการจราจรบนทางพิเศษที่กำหนดไว้ต้องไม่ต่ำกว่า 21.5 ลักซ์

2) ระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าสายทาง

ระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าสายทางจะติดตั้งที่ตู้ควบคุมการจ่ายไฟ ซึ่งจะจ่ายไฟให้กับโคมไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระยะทางประมาณ 800 เมตรต่อหนึ่งตู้จ่ายไฟ การควบคุมการเปิด/ปิดจะสามารถเลือกโหมดการควบคุมได้ดังนี้

- สั่งการเปิด/ปิด โดย Photo Switch
- สั่งการเปิด/ปิด โดย Photo Switch ร่วมกับ Timer
- สั่งการเปิด/ปิด โดย Timer
- สั่งการเปิด/ปิด โดยวิธี Manual

ในปัจจุบันใช้โหมดสั่งการเปิด/ปิดโดย Photo Switch เป็นหลัก เพื่อให้สอดคล้องกับแสงสว่างตามธรรมชาติ ทั้งเรื่องฤดูกาลและสภาพอากาศ เช่น ฟ้ามืดเนื่องจากฝนตก เป็นต้น

4. แนวทางการประหยัดไฟฟ้าบนทางพิเศษ

แนวทางการประหยัดไฟฟ้าบนทางพิเศษสามารถดำเนินการได้ใน 2 ส่วนหลัก ๆ แต่ต้องคำนึงถึงค่ามาตรฐานความส่องสว่างบนทางพิเศษที่กำหนดไว้ต้องไม่ต่ำกว่า 21.5 ลักซ์ ดังนี้

1) การประหยัดโดยใช้หลอดไฟฟ้าและโคมประสิทธิภาพสูง (LED) ทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิดเดิม (HPS) ทั้งนี้ ราคาหลอดไฟฟ้าแสงสว่างและโคมประสิทธิภาพสูงมีราคาสูง (30,000-50,000 บาท/โคม) จึงเป็นการลงทุนที่ยังไม่น่าสนใจมากนัก

2) การประหยัดโดยการควบคุมโหมดสั่งการเปิด/ปิดโดย Photo Switch หากสามารถควบคุมสั่งการเปิด/ปิดในค่าความส่องสว่างที่เหมาะสม ไม่เปิดเร็ว/ไม่ปิดช้าเกินไป จะสามารถช่วยลดระยะเวลาการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นการช่วยประหยัดค่าไฟได้ อีกทั้ง Photo Switch ยังมีราคาถูก (400-500 บาท) จึงเป็นการลงทุนที่น่าสนใจมาก

5. การทดสอบการเปิด/ปิดโดย Photo Switch

Photo Switch ชนิดเดิมที่ใช้อยู่ ควบคุมการเปิด/ปิดด้วยการใช้ความต้านทานแอลดีอาร์ (Light Dependent Resister: LDR) มีคุณสมบัติเปิดที่ 10-80 ลักซ์ และปิดเมื่อต่ำกว่า 400 ลักซ์ อายุการใช้งานประมาณ 5 ปี มาใช้ทำการทดสอบค่าความส่องสว่างขณะเปิด/ปิดด้วย Lux Meter ที่ตู้ควบคุมการจ่ายไฟบนทางพิเศษฉลองรัช

ระบบเปิด/ปิดโดย Photo Switch

การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดการทำงาน

รูปที่ 1 การทดสอบค่าความส่องสว่างขณะเปิด/ปิดด้วย Lux Meter

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดการทำงานการเปิด/ปิดโดย Photo Switch

สถานะของ Photo Switch	เวลา	ค่าความส่องสว่าง (ลักซ์)	หมายเหตุ
สั่งเปิด (ON)	18:18 น.	286	รวมเวลาเปิดไฟฟ้า 735 นาที
สั่งปิด (OFF)	6:33 น.	300	

จากตารางที่ 1 พบว่า Photo Switch ทำงานในช่วงตอนเย็นโดยสั่ง “เปิด” ไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษที่ค่าความส่องสว่าง 286 ลักซ์ ณ เวลา 18:18 น. ขณะที่ในช่วงเช้า Photo Switch สั่ง “ปิด” ไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษที่ค่าความส่องสว่าง 300 ลักซ์ ณ เวลา 6:33 น. รวมเวลาเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง 735 นาที ซึ่งค่าความส่องสว่างบนทางพิเศษขณะที่ Photo Switch สั่งเปิด/ปิดนั้นยังมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานความส่องสว่างบนทางพิเศษที่กำหนดไว้ (ไม่ต่ำกว่า 21.5 ลักซ์) จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถทำการลดเวลาการเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่างได้ โดยที่ยังมีค่าความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

6. การทดสอบการเปรียบเทียบการทำงานของ Photo Switch

ทำการทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของ Photo Switch โดยนำ Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) เปรียบเทียบกับการทำงานของ Switch ชนิด Electronics จำนวน 3 รุ่น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Photo Switch

รุ่น	ชนิดเดิม (อายุ 5 ปี)	ชนิดเดิม (ตัวใหม่)	Electronic 1	Electronic 2	Electronic 3
ยี่ห้อ	EYE IWASAKI	EYE IWASAKI	EZI	GATA	Omniflex
รุ่น	PBL2210	PBL2210	JC204	220V 12A	220V 600W
พิกัด	220V 10A	220V 10A	220V 10A	220V 12A	220V 3A

ชนิดเดิม (ตัวใหม่)

Electronics 1

Electronics 2

Electronics 3

รูปที่ 2 Photo Switch ที่นำมาทดสอบการทำงาน

ผลการทดสอบค่าความส่องสว่างขณะเปิด/ปิดด้วย Lux Meter โดยการเปลี่ยนทดแทน Photo Switch ทั้ง 4 รุ่น ณ สถานที่จริงที่ตู้ควบคุมการจ่ายไฟบนทางพิเศษ ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความสว่างขณะที่ Photo Switch สั่ง "เปิด"

ค่าความส่องสว่าง (ลักซ์) ขณะที่ Photo Switch สั่ง "เปิด"				
ครั้งที่	ชนิดเดิม (ตัวใหม่)	Electronics 1	Electronics 2	Electronics 3
1	38	17	80	17
2	27	8	125	20
3	40	8	66	15
4	51	10	74	16
ค่าเฉลี่ย	39	11	86	17

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าความสว่างขณะที่ Photo Switch สั่ง "ปิด"

ค่าความส่องสว่าง (ลักซ์) ขณะที่ Photo Switch สั่ง "ปิด"				
ครั้งที่	ชนิดเดิม (ตัวใหม่)	Electronics 1	Electronics 2	Electronics 3
1	182	18	71	142
2	128	16	74	141
3	150	18	57	149
4	130	11	55	114
ค่าเฉลี่ย	148	16	64	137

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบาการเปิด/ปิดไฟฟ้าของ LDR Photo Switch

รุ่นเดิม LDR type		ตัวเก่า (อายุ 5ปี)	ตัวใหม่
"เปิด"	ความสว่าง(ลักซ์)	286	39
	เวลา	18:18	18:27
"ปิด"	ความสว่าง(ลักซ์)	300	148
	เวลา	6:33	6:30
รวมเวลาเปิดไฟฟ้า (นาที)		735	723
ส่วนต่าง (นาที)		0	-12
ความสว่าง (>21.5 ลักซ์)		**ผ่าน**	**ผ่าน**
ผลประหยัด (ร้อยละ)		**0**	**1.63**

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการเปิด/ปิดไฟฟ้าของ Electronic Photo Switch

รุ่นของ Solar Switch		ตัวเก่า (อายุ 5 ปี)	Electronic Type		
			Type1	Type2	Type3
"เปิด"	ความสว่าง(ลักซ์)	286	11	86	17
	เวลา	18:18	18.32	18:25	18:31
"ปิด"	ความสว่าง(ลักซ์)	300	16	64	137
	เวลา	6:33	6:20	6:25	18:29
รวมเวลาเปิดไฟฟ้า (นาที)		735	708	720	718
ส่วนต่าง (นาที)		0	-27	-15	-17
ความสว่าง (>21.5 ลักซ์)		**ผ่าน**	ไม่ผ่าน	**ผ่าน**	ไม่ผ่าน
ผลประหยัด (ร้อยละ)		**0**	**-**	**2.04**	**-**

การทดสอบพบว่า อายุของ Photo Switch ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างในการทำงาน เมื่อ Photo Switch มีอายุการใช้งานนานขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานจะเปลี่ยนไป เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเซลล์รับแสงซึ่งมีอายุใช้งานที่นานเกินไป (มากกว่า 5 ปี) ทำให้ระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าเปิดเร็วและปิดช้า อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบการเปลี่ยนทดแทนด้วย Photo Switch ตัวใหม่ มีเพียง 2 รุ่นที่การทำงานเปิด/ปิดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่าง คือ ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และชนิด Electronics 2 สามารถลดเวลาการทำงานของไฟฟ้าแสงสว่างได้วันละ 12 และ 15 นาที หรือคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 1.63 และ 2.04 ตามลำดับ

7. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

ผลประหยัดพลังงานและค่าไฟฟ้าของการเปลี่ยนทดแทน Photo Switch ที่มีอายุการใช้งานนานเกินไป เป็น Photo Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และชนิด Electronics 2 สามารถนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยคำนวณพลังงานและค่าไฟฟ้าที่ Photo Switch จำนวน 1 ตัว ควบคุมอยู่ (ระยะทางประมาณ 800 เมตร) ได้ดังนี้

ตารางที่ 7 ผลประหยัดของการเปลี่ยนทดแทน Photo Switch จำนวน 1 ตัว

Photo Switch	ผลประหยัด	ต่อ 1 วัน	ต่อ 1 เดือน	ต่อ 1 ปี
ชนิดเดิม (ตัวใหม่)	พลังงาน (กิโลวัตต์-ชม.)	2.0	58.5	702.2
	ค่าไฟฟ้า (บาท)	8.3	242.2	2,907.1
Electronics 2	พลังงาน (กิโลวัตต์-ชม.)	2.4	73.2	878.9
	ค่าไฟฟ้า (บาท)	9.9	303.0	3,638.6

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเปลี่ยนทดแทน Photo Switch ชนิดเดิมที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 5 ปี จำนวน 1 ตัว โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ เปลี่ยนเป็น Photo Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และชนิด Electronics 2 สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 2,907 บาท/ปี และ 3,638 บาท/ปี ตามลำดับ

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษ 4 สายทาง ได้แก่ ทางพิเศษเฉลิมมหานคร ทางพิเศษฉลองรัช ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) และระบบทางด่วนขั้นที่ 3 สายใต้ ตอน S 1 รวมระยะทาง 77.7 กม. พบว่า Photo Switch มีจำนวน 299 ตัว (ทั้งหมดอายุการใช้งานเกิน 5 ปี) สามารถนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนได้ ดังนี้

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน Photo Switch 4 สายทาง

รายการ	ชนิดเดิม (ตัวใหม่)	Electronics 2
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง (กิโลวัตต์-ชม./ Solar switch)	43,083	
ผลประหยัดพลังงาน (ร้อยละ)	1.63	2.04
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม./ Solar switch)	702	879
ค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	4.14	
อัตราคิดลด (%)	7%	
อัตราเพิ่มค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย/ปี)	0.1	
ราคา Solar switch (บาท/ตัว)	400	400
เงินลงทุน (บาท)	119,600	119,600
ผลประหยัด(บาท/ปี)	869,225	1,087,955
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	0.1	0.1
มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	3,612,767	4,550,002
อัตราผลตอบแทนภายใน (%)	>100%	>100%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเปลี่ยนทดแทน Photo Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และชนิด Electronics 2 บนทางพิเศษ 4 สายทาง สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้สูงถึง 869,225 บาท/ปี และ 1,087,955 บาท/ปี ตามลำดับ ระยะเวลาคืนทุนภายใน 1 เดือน ให้ผลตอบแทนภายในมากกว่าร้อยละ 100

8. สรุปผล

การประหยัดไฟฟ้าแสงสว่างบนทางพิเศษโดยการควบคุมโหมดสั่งการเปิด/ปิด โดย Photo Switch เป็นการลงทุนที่น่าสนใจ เนื่องจากมีราคาถูก จากผลการทดสอบพบว่า อายุของ Photo Switch ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างในการทำงาน เมื่อ Photo Switch มีอายุการใช้งานนานขึ้น (มากกว่า 5 ปี) ประสิทธิภาพในการทำงานจะเปลี่ยนไป ทำให้ระบบเปิด/ปิดไฟฟ้าเปิดเร็วและปิดช้า เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า โดยที่ยังมีค่าความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่ต่ำกว่า 21.5 ลักซ์) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนทดแทนด้วย Photo Switch ตัวใหม่ มี 2 รุ่น ที่การทำงานเปิด/ปิดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่าง คือ Photo Switch ชนิดเดิม (ตัวใหม่) และชนิด Electronics 2 สามารถลดเวลาการทำงานของไฟฟ้าแสงสว่างได้วันละ 12 และ 15 นาที คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 1.63 และ 2.04 แต่บนทางพิเศษ 4 สายทาง ระยะทาง 77.7 กม. สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้สูงถึง 869,225 บาท/ปี และ 1,087,955 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุนภายใน 1 เดือน ให้ผลตอบแทนภายในมากกว่าร้อยละ 100 โดยยังมีค่าความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแผนกไฟฟ้าสายทาง ฝ่ายบำรุงรักษา การทางพิเศษแห่งประเทศไทยสำหรับข้อมูลด้านไฟฟ้า

10. เอกสารอ้างอิง

[1] รายงานการศึกษา ทดสอบ และจัดทำแผนพัฒนาการประหยัดพลังงานของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย, สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, เมษายน 2557

ระบบบริหารจัดการการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม

Connected Devices for Smart Home Management System

สุรเชษฐ์ โทวราภา[1] ชานนท์ สิงห์ยัง[2] ภานุพงศ์ เอี่ยมอ่วม[3] ปิยะชาติ เกียรติชื่น[4] จิราภา คุ้มทอง[5] และ วรวรรณ เพียคำเมือง[6]
[1,2,3,4,5,6] สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 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]chanon.sing@bumail.net [3]panupong.iemu@bumail.net
[4]piyachart.kiat@bumail.net [5]jirapa.koom@bumail.net [6]worawan.pear@bumail.net

บทคัดย่อ

งานวิจัย "ระบบบริหารจัดการการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม" นี้จึงเป็นงานวิจัยเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้งานและการเชื่อมต่อของระบบให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานยิ่งขึ้น ระบบจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ (NodeMCU D1-Mini) สำหรับควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้า และวงจรสำหรับการใช้งานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีระบบป้องกันการล้มเหลวของไมโครคอนโทรเลอร์หากเกิดความผิดปกติ ไมโครคอนโทรเลอร์จะรับคำสั่งผ่านทางระบบ Wi-Fi มาตรฐาน IEEE802.11n และใช้งาน Raspberry Pi 2 Model B สำหรับเป็นแม่ข่ายสำหรับการเก็บข้อมูลต่างๆ และ เป็นศูนย์กลางในการควบคุมผ่านโปรโตคอล MQTT โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยในการทำงานเพื่อเพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ระบบในเวลาไม่เกิน 6 วินาที มีความถูกต้องในการควบคุมจากมือถือ และเว็บเบาว์เซอร์

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตในทุกที่ , สมาร์ทโฮม, ระบบบริหารจัดการ, โปรโตคอล เอ็มคิวทีที, ไมโครคอนโทรเลอร์

Abstract

This research is focus "Connected Devices for Smart Home Management System" for help user can access, setup and manage by yourselves. This devices used microcontroller (NodeMCU D1-Mini) which commanded by the mini server via IEEE802.11n. The system management is used Raspberry Pi 2 Model B for mini server for centralized command and easy connecting in protocol MQTT. The devices have an average time to connect to server in first time about 6 seconds and after connection the devices is fully controlled with android, computer with browser.

Keywords: Internet of Things, Smart Home , System Management, MQTT Protocol, Microcontroller

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of thing (IoT) มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มนักพัฒนา เทคโนโลยีนี้ จะต้องมีการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ตหรือเครือข่ายภายใน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับการทำงาน ทำให้การเชื่อมต่อกลายเป็นปัญหาหลักๆ ของการใช้งาน IoT จากปัญหาการเชื่อมต่อที่ซับซ้อนของระบบ จึงทำให้ผู้ใช้งาน โดยส่วนใหญ่เป็นบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มากพอ จะไม่สามารถนำอุปกรณ์ไปติดตั้งได้เองเกิดความยุ่งยากทั้งการติดตั้ง และใช้งาน จึงเกิดเป็นงานวิจัย "ระบบบริหารจัดการการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม" เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตั้ง และใช้งานได้อย่างสะดวกและง่ายที่สุด และสามารถขยายระบบภายในบ้านให้ใหญ่ขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้ได้อีกด้วย

2. MQTT

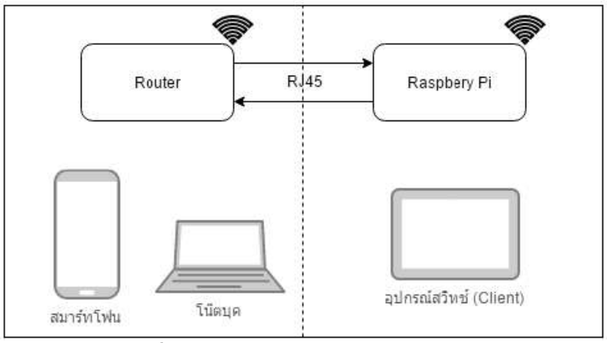
การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ หรือที่เรียกว่า M2M (Machine-to-Machine) ต้องมีการกำหนดรูปแบบการสื่อสาร หรือโปรโตคอลสำหรับใช้งานร่วมกัน MQTT นั้นเป็นที่ยอมรับในรูปแบบการสื่อสารของ IoT เนื่องจากมีความต้องการทรัพยากรของระบบในการสื่อสารน้อย อีกทั้งยังมีความถูกต้องสูง ทั้งนี้ MQTT ยังรองรับความปลอดภัยขั้นสูง เช่นการเข้ารหัส และการยืนยันตัวตนด้วย SSL/TLS [1] ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง HTTP และ MQTT โดยผลลัพท์ที่ได้ระหว่างการส่งข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการส่งผ่าน MQTT จะได้ผลลัพท์ที่ดีกว่า [2],[3] และเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้งานกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย อีกทั้งในปัจจุบัน อุปกรณ์ที่ถูกผลิตมาสามารถใช้งานร่วมกันในรูปแบบของ Open Source ทำให้สามารถติดตั้งโปรโตคอล MQTT ได้อย่างง่าย และมีแหล่งข้อมูลในการสืบค้นอีกด้วย

3. การทำงานของระบบแม่ข่ายและอุปกรณ์ควบคุม

3.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบเพื่อแก้ปัญหาการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์นั้นจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องเข้าใจหลักการติดต่อสื่อสารรูปแบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi และ เงื่อนไขในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งจะ

ประกอบไปด้วย SSID หรือชื่อของเครือข่าย และ Passcode คือรหัสยืนยันการเข้าใช้งาน ทั้งนี้อุปกรณ์จำพวกสวิทซ์หากเพิ่มอุปกรณ์จำพวกคีย์บอร์ด หรือจอแสดงผลจะให้ราคาสูงขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างเงื่อนไขในการสื่อสารให้เครือข่ายไร้สาย

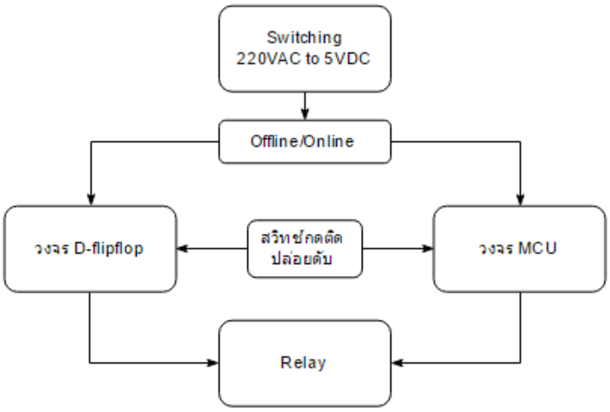


รูปที่ 1 แนวคิดในการออกแบบการสื่อสาร

จากรูปที่ 1 แนวคิดแรกในการสร้างเครือข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์ควบคุม คือ จะต้องใช้งานได้ง่าย และไม่จำเป็นจะต้องใช้ความสามารถทางเทคนิคเพิ่ม จึงสร้างเครือข่ายภายในสำหรับอุปกรณ์เฉพาะขึ้นมาเรียกว่าเครือข่าย อุปกรณ์ควบคุม ซึ่งมี Raspberry Pi เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณ ซึ่งใช้หลักการของ ACL (Access Control List) หรือการควบคุมการเข้าใช้งานเป็นส่วนในการสร้างและจำกัดเครือข่ายอุปกรณ์ควบคุม

3.2 การออกแบบวงจรควบคุมและวงจรป้องกันความล้มเหลวของ MCU

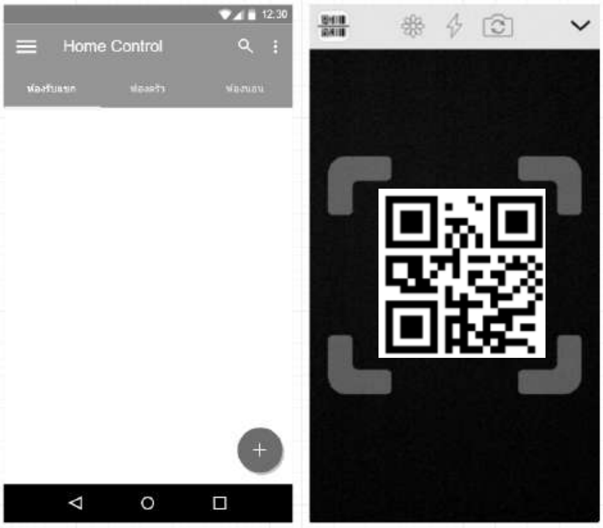
การออกแบบวงจรสำหรับการควบคุม จำเป็นจะต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นหากเมื่อไมโครคอนโทรเลอร์เสียหาย หรือ ไม่สามารถใช้งานได้ แต่ยังคงสามารถควบคุมการทำงานของสวิทซ์ไฟได้คงเดิม แนวคิดคือ เมื่ออุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์เสียหาย ทั้งจากการล้มเหลวในการเชื่อมต่อเครือข่าย การเสียหายจากอุปกรณ์เอง ฯลฯ ให้ใช้สวิทซ์ที่อุปกรณ์ควบคุมได้อย่างปกติ ดังรูปที่ 2. โดยสวิทซ์ที่อุปกรณ์นั้นยังคงสามารถใช้งานได้จากทั้งสองส่วนการทำงาน



รูปที่ 2 แนวคิดในการป้องกันความผิดพลาดของไมโครคอนโทรเลอร์

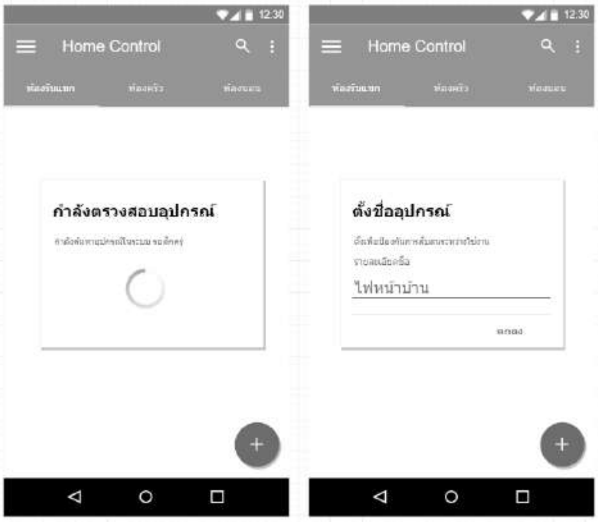
3.3 การติดตั้งและควบคุมอุปกรณ์

การติดตั้งอุปกรณ์จะใช้วิธีการยืนยันรหัสอุปกรณ์เพื่อสามารถเพิ่มอุปกรณ์เข้าสู่ระบบบริหารการจัดการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม โดยใช้ QR-CODE ที่สร้างขึ้นมาจากค่า MAC-Address เฉพาะของอุปกรณ์ MCU จากนั้นเมื่อจะทำการเพิ่มรหัสนี้เข้าสู่ระบบ เพื่อเป็นการยอมรับให้อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบ โดยอาศัยหลักการของ ACL ที่จะยอมรับให้ค่าที่ถูกต้องเท่านั้นในการเข้าสู่เครือข่ายดังรูปที่ 3.



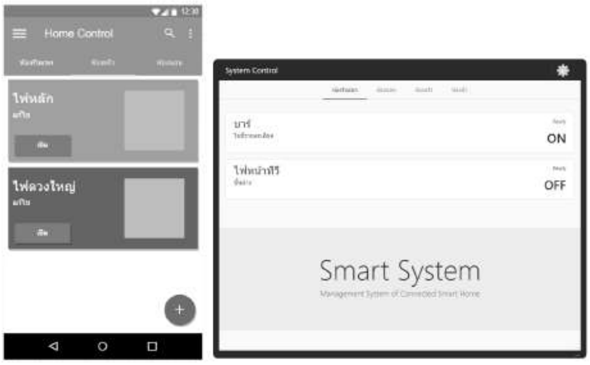
รูปที่ 3 หน้าต่างสำหรับการเพิ่มอุปกรณ์ผ่านทาง QR-CODE ของอุปกรณ์

หลังจากนั้นระบบจะตรวจสอบการคงอยู่ของอุปกรณ์ และเข้าสู่สถานะการกำหนดชื่อเรียกอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.



รูปที่ 4 หน้าต่างการตรวจสอบอุปกรณ์และตั้งชื่ออุปกรณ์

จากนั้นจะสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้โดยตรงจากหน้าต่างของมือถือดังรูปที่ 5(ก) ทั้งนี้ยังสามารถ ใช้งานการควบคุมได้จากเว็บเบราว์เซอร์ดังในรูปที่ 5(ข).

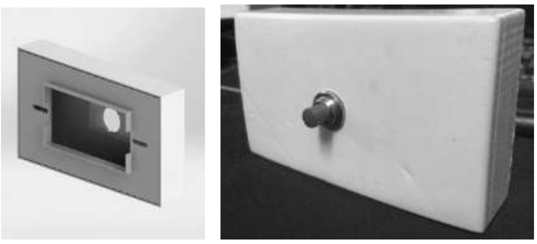


(ก) (ข)

รูปที่ 5 หน้าต่างการควบคุมอุปกรณ์ (ก) สำหรับมือถือ (ข) สำหรับเว็บฯ

การควบคุมอุปกรณ์ คำสั่งจะถูกสั่งผ่านโปรโตคอล MQTT จากนั้นอุปกรณ์จะรับคำสั่งที่ได้มาเพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยการควบคุมอุปกรณ์จะใช้อุปกรณ์รีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ในการตัดการทำงานของไฟฟ้า

อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าจะถูกบรรจุอยู่ภายในกล่องสวิทซ์ไฟที่มีขนาดมาตรฐานตามที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ 6(ก) เพื่อความง่ายในการติดตั้งให้ใช้งานกับบ้านเดิมได้ ซึ่งมีลักษณะที่ใช้การพิมพ์สามมิติสำหรับอุปกรณ์ต้นแบบดังในรูปที่ 6(ข)



(ก) (ข)

รูปที่ 6. รูปของกล่องอุปกรณ์ควบคุม (ก) ต้นแบบ (ข) ชิ้นงานจริง

4. ผลการทดลอง

การทดลองการใช้งาน จะแบ่งการทดลองออกเป็นหลายส่วน โดยทดลองทั้งการควบคุมด้วย MCU (Online) การควบคุมหลังจากเกิดความผิดพลาดของ MCU (Offline) และทดสอบการทำงานทั้ง 2 ระบบ เมื่อเกิดความผิดพลาดโดยเปลี่ยนระหว่าง Online และ Offline เป็นการทดลองทุกรูปแบบ 40 ครั้ง ภายในบ้าน 2 ชั้น จุดเชื่อมต่อจากเครือข่ายและอุปกรณ์ ไม่ห่างกันเกิน 4 เมตร มีผนังปูนหนา 10-20 เซนติเมตร

ตารางที่ 1. ทดลองการควบคุมผ่านอุปกรณ์ MCU ทั้งจากมือถือ และเว็บเบราว์เซอร์ (Online)

รายการทดลอง	ผ่าน (ครั้ง)	ไม่ผ่าน (ครั้ง)
ผ่านมือถือและเว็บฯ	20	0
ผ่านสวิทซ์	20	0
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 1. เป็นการทดสอบการควบคุมอุปกรณ์ผ่านการทำงานของ MCU โดยทั้งการสั่งจากมือถือ และจากเว็บเบราว์เซอร์ ทั้งนี้ จะพบว่าการทำงานนั้นถูกต้องถึง 100% เนื่องจาก MQTT เป็นรูปแบบการสื่อสารที่เหมาะสมกับการใช้งานระหว่างอุปกรณ์ไปยังอุปกรณ์เมื่อเทียบกับรูปแบบอื่น

ตารางที่ 2. ทดลองการควบคุมจากวงจรป้องกันการล้มเหลวของ MCU โดยสามารถควบคุมจากสวิทซ์(Offline)

รายการทดลอง	ผ่าน (ครั้ง)	ไม่ผ่าน (ครั้ง)
ผ่านมือถือและเว็บฯ	0	20
ผ่านสวิทซ์	40	0
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 2. เป็นการทดลองสำหรับการควบคุมไฟฟ้าซึ่งเกิดจากความล้มเหลวจากการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ MCU กับระบบบริหารจัดการอุปกรณ์สมาร์ทโฮม จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์จากมือถือ และเว็บเบราว์เซอร์ แต่การควบคุมจะยังคงสามารถทำได้ถูกต้อง เสมือนการทำงานปกติทุกประการ แต่ควบคุมผ่านทางวงจรไฟฟ้าที่ควบคุมรีเลย์ได้

ตารางที่ 3. ทดลองการขาดการเชื่อมต่อของอุปกรณ์กับเครือข่าย

รายการทดลอง	ควบคุมได้ (ครั้ง)	ควบคุมไม่ได้ (ครั้ง)
ปิดการเชื่อมต่อ	40	0
เปิดการเชื่อมต่อ	40	0
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 3. การทดสอบความล้มเหลวในการเชื่อมต่อกับเครือข่าย จะใช้สัญญาณควบคุมจาก MCU เพื่อย้ายการควบคุมการทำงานไปยังวงจรซึ่งผลที่ได้จากการขาดการเชื่อมต่อ และใช้สวิทซ์ในการควบคุม ยังมีสามารถควบคุมได้ทุกครั้ง และในทุกครั้งที่อุปกรณ์สามารถกลับมาเชื่อมต่อเครือข่ายได้ ยังคงสามารถควบคุมอุปกรณ์จากมือถือ เว็บเบราว์เซอร์และสวิทซ์ได้อย่างปกติ

ตารางที่ 4. ทดลองระยะเวลาในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าสู่เครือข่ายในครั้งแรก

รายการทดลอง	ผ่าน (ครั้ง)	ไม่ผ่าน (ครั้ง)
น้อยกว่า 4 วินาที	-	-
น้อยกว่า 5 วินาที	1	0
น้อยกว่า 6 วินาที	30	0
น้อยกว่า 7 วินาที	9	0
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 4. เป็นการทดลองการเชื่อมต่อครั้งแรก ด้วยวิธีการใช้ QR-CODE ในการระบุอุปกรณ์เข้าสู่ระบบ ทั้งนี้อุปกรณ์เริ่มต้นทุกชิ้นจะยังไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้เนื่อง จากติดเงื่อนไขการทำงานของ ACL ในการป้องกันการควบคุมอุปกรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในระบบ หรืออยู่บ้านใกล้เคียงกัน

จากการเชื่อมต่อในครั้งแรกนี้จะใช้เวลาโดยเฉลี่ยอยู่ที่น้อยกว่า 6 วินาที โดยนับตั้งแต่การถ่ายภาพด้วย QR-CODE ไปจนถึงการพร้อมใช้งานควบคุมในครั้งแรก ทั้งนี้ไม่รวมการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมกับไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งเวลาในการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับความชำนาญในการเดินสายและติดตั้ง

5. สรุป

ระบบบริหารจัดการการเชื่อมต่อสมาร์ทโฮม เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านอย่างดี ซึ่งใช้งานโปรโตคอล MQTT ในการส่งข้อมูลโดยมีความถูกต้องในการทำงาน 100% สำหรับอุปกรณ์ที่ทดสอบไม่เกิน 10 ชิ้น ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมนี้อยู่ในระยะการทำงานของส่วนควบคุมกลาง ทั้งนี้เงื่อนไขของระยะทางในการควบคุมอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับที่อยู่อาศัยในแต่ละประเภท ตามเงื่อนไขของการสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11n และองค์ประกอบภาพรวมของสัญญาณ ณ เวลานั้น ซึ่งอาจจะมีผลเปลี่ยนไปเมื่อใช้งานในที่อื่น ทั้งนี้การเพิ่มระยะให้กลับอุปกรณ์สามารถทำได้ที่ Raspberry Pi โดยการเปลี่ยนเสาสัญญาณให้มีความเข้มในการส่งสัญญาณมากขึ้นได้ การใช้งานครั้งแรกสำหรับอุปกรณ์ควบคุม จำเป็นจะต้องทำการลงทะเบียนอุปกรณ์เข้าสู่เครือข่าย โดยใช้เวลาโดยเฉลี่ยนอยู่ที่ 6 วินาที และมีวงจรป้องกันการผิดพลาดในการเชื่อมต่อของเครือข่าย และ การเสียหายของ MCU โดยอาศัยหลักการวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมไฟฟ้าภายในบ้าน

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่เป็นแรงผลักดันให้กลุ่มผู้เขียนพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังแนะนำ และสั่งสอนให้กลุ่มผู้เขียนได้มีความรู้ความสามารถในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ให้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] V. Lampkin ,W.T. Leong, L. Olivera, S. Rawat, N. Subrahmanyam, R. Xiang, “ Building Smarter Planet Solutions with MQTT and IBM WebSphere MQ Telemetry”, An IBM Redbooks publication, September, 2012

[2] T. Yokotani and Y. Sasaki, "Comparison with HTTP and MQTT on required network resources for IoT," 2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC), Bandung, 2016, pp. 1-6.

[3] ส. โทวราภา , ช. ชื่นกมล , อ. อุคำ , ค. อินธิสาร , ศ. สมบัตินิมิตร, ส. สิรปวเรศ , ส. เทียนทอง , พ. รอดคำดี , “อุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเสียง ผ่านโปรแกรมบนเครื่องมือสื่อสารแอนดรอยด์” , 8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand ,2016

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

Performance Enhancement of Air Conditioning by Air Temperature Reduction before Entering the Condenser by Condensed Water of Evaporator Passing through Heat Exchanger with Square Fins

สิริสวัสดิ์ จึงเจริญนิรชร

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

321 ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422125 E-mail: sirisawat74@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ชุดทดลองประกอบไปด้วยระบบทำความเย็นแบบอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 BTU/hr) ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 mm. ยาว 500 mm. ระยะห่างท่อ 50 mm. มีขดท่อจำนวน 9 โค้งเลี้ยว และติดครีบแผ่นทองแดงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 30X30 mm. หนา 1 mm. ระยะห่างระหว่างครีบ 13 mm. จากการทดลองพบว่าระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้น 4.60% เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 2.61 °C ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.30% และมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเพิ่มขึ้น 8.24%

คำสำคัญ: ระบบปรับอากาศ, สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ, การถ่ายเทความร้อน, น้ำควบแน่น, ครีบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

Abstract

The aim of this research was to study the performance enhancement of air conditioning by air temperature reduction before entering the condenser by condensed water of evaporator passing through heat exchanger with square fins. The experimental unit consisted of a vapor compression of 3.52 kW (12,000 BTU/hr) capacity with R-22 refrigerant and air cooled condenser. The heat exchanger was made of a copper u-tern bend tube with an external diameter of 6.35 mm., a length of 500 mm. with 50 mm. spacing between each tube. This copper tube bent into the shape with 9 turns, and adhesion with square fins of 30X30 mm. which were made from 1 mm. thickness copper board with 13 mm. spacing between each fin. The results showed that the heat transfer rate of condenser increase of 4.60%, when the air flow passing through the heat exchanger, the average decrease of temperature was 2.61 °C, reduced power consumption by up to 3.30%, and the highest coefficient of performance with an increase of 8.24%.

Keywords: Air-Conditioning, Coefficient of Performance, Heat Transfer, Condensation, Square Fins

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ มากขึ้นทุกขณะ โดยเฉพาะพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติ เช่นน้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดความขาดแคลนได้ในอนาคต พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียกับการทำงานของระบบปรับอากาศนั้นนับได้ว่าเป็นพลังงานที่มีอัตราที่มาก เพราะระบบปรับอากาศเป็นอีกระบบหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งภายในอาคาร บ้านเรือน และสำนักงาน พลังงานที่สูญเสียไปนี้เป็นพลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ระบบปรับอากาศส่วนมากจะเป็นแบบแยกส่วน (Split type) เพราะเป็นระบบปรับอากาศที่ ราคาไม่สูง ติดตั้งง่าย เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้หลักการนำอากาศจากสิ่งแวดล้อมเป็นตัวถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ [1] แต่เนื่องด้วยปัจจุบันประเทศไทยมีอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นและแนวโน้มจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้นใช้พลังงานมากขึ้น ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพลดลง เพราะคอนเดนเซอร์ถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี จากงานวิจัยที่ผ่านมามีหลายวิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบปรับอากาศ เช่น การลดอุณหภูมิของอากาศและสารทำความเย็นก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ [2], [3] อีกทั้งการใช้อุปกรณ์

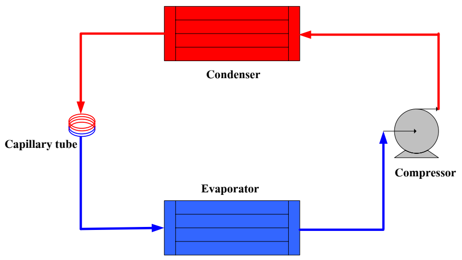
แลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับน้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานให้กับระบบปรับอากาศได้ [4] และเมื่อพิจารณาที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหากติดครีบจะสามารถดึงอุณหภูมิของน้ำควบแน่นได้ดียิ่งขึ้น เพราะครีบเป็นพื้นผิวส่วนที่เพิ่มขึ้นจากผิวผนังหรือท่อที่มีอยู่ เพื่อให้มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าท่อผิวเรียบ [5]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยการการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำควบแน่นจากอิวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดการใช้พลังงานอีกทั้งยังเป็นการใช้พลังงานให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดและเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

เมื่อเปิดระบบปรับอากาศคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊สอุณหภูมิต่ำ แรงดันต่ำจากอิวาพอเรเตอร์แล้วอัดสารทำความเย็นให้มีอุณหภูมิสูง ไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อนและควบแน่นสารทำความเย็นให้เป็นของเหลว จากนั้นสารทำความเย็นจะไหลผ่านแคปปิลารี่ทิ้วเพื่อลดแรงดันและสารทำความเย็นก็จะไหลเข้าสู่อิวาพอเรเตอร์ ขณะที่สารทำความเย็นสถานะของเหลวภายในอิวาพอเรเตอร์ระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลง สารทำความเย็นที่ออกจากอิวาพอเรเตอร์จะไหลไปยังคอมเพรสเซอร์ เป็นวัฏจักรต่อไป [1] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรระบบทำความเย็นคอมเพรสเซอร์แบบอัดไอ

งานคอมเพรสเซอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 1

$$W_{comp} = \dot{m}_r (h_{comp,o} - h_{comp,i}) \quad (1)$$

โดยที่ W_{comp} คืองานคอมเพรสเซอร์ $\dot{m}_r$ คืออัตราการไหลสารทำความเย็น $h_{comp,o}$ คือเอนทาลปีทางออกคอมเพรสเซอร์ $h_{comp,i}$ คือเอนทาลปีทางเข้าของคอมเพรสเซอร์

อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 2

$$Q_{cond} = \dot{m}_r (h_{cond,i} - h_{cond,o}) \quad (2)$$

โดยที่ Q_{cond} คืออัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ $h_{cond,i}$ คือเอนทาลปีทางเข้าคอนเดนเซอร์ และ $h_{cond,o}$ คือเอนทาลปีทางออกคอนเดนเซอร์

อัตราการถ่ายเทความร้อนของอิวาพอเรเตอร์จากการทดลองสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 3

$$Q_{evap} = \dot{m}_r (h_{evap,o} - h_{evap,i}) \quad (3)$$

โดยที่ Q_{evap} คืออัตราการถ่ายเทความร้อนของคของอิวาพอเรเตอร์ $h_{evap,o}$ คือเอนทาลปีทางออกของอิวาพอเรเตอร์ และ $h_{evap,i}$ คือเอนทาลปีทางเข้าของอิวาพอเรเตอร์

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบอัดไอสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 4

$$COP = \frac{Q_{evap}}{W_{comp}} \quad (4)$$

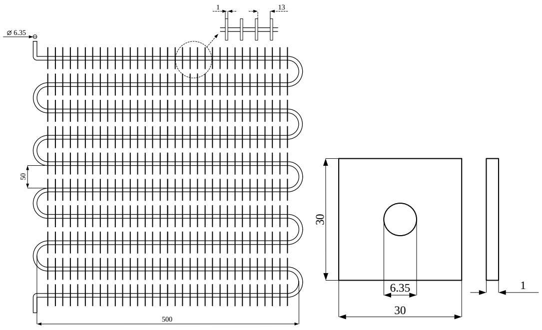
โดยที่ COP คือสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศ

2.2 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนจากครีบระบายความร้อน

ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัตถุที่เป็นของแข็งโดยการนำมักจะถูกระบายออกจากวัตถุที่เป็นของแข็งโดยการพาความร้อนแต่เพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากอัตราการพาความร้อนนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของผิว ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มอัตราการระบายความร้อนที่ผิวนี้ได้ด้วยการยืดผิวออกไปจากวัตถุส่วนของวัตถุที่ยืดออกมาจากผิวของวัตถุตัวนี้เรียกว่า ครีบระบายความร้อน [5]

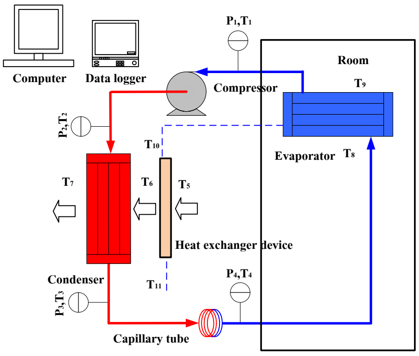
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ระบบปรับอากาศแบบอัดไอขนาด 3.52 kW (12,000 BTU/hr) โดยใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำงาน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำด้วยท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 mm ยาว 500 mm ระยะห่างท่อ 50 mm มีขดท่อจำนวน 9 โค้งเลี้ยว และติดครีบแผ่นทองแดงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 30X30 mm หนา 1 mm ระยะห่างระหว่างครีบ 13 mm ดังแสดงในรูปที่ 2

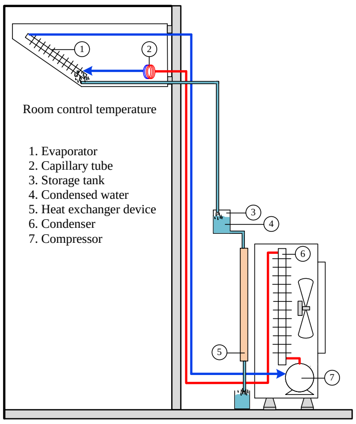


รูปที่ 2 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบสี่เหลี่ยมจัสตุรัส

ในการทดลองควบคุมอุณหภูมิในห้องทดลองที่ 24-26 $^{\circ}$C วัดความดันในระบบโดยใช้บูดองเกจ ($P_1 - P_4$) วัดอุณหภูมิสารทำความเย็น ($T_1 - T_4$) อุณหภูมิอากาศ ($T_5 - T_9$) และอุณหภูมิน้ำควบแน่น ($T_{10} - T_{11}$) ด้วยเทอร์โมคับเปิ้ลชนิด K และวัดอัตราการไหลของอากาศโดยแอนาโมมิเตอร์ การเก็บข้อมูลในการทดลอง ทำการเก็บข้อมูล ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยบันทึกค่าทุก 30 นาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความดันของระบบปรับอากาศ

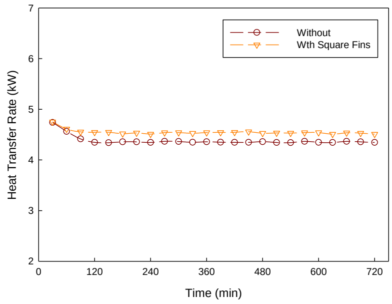


รูปที่ 4 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งกับระบบปรับอากาศ

จากวัฏจักรการทำงานของระบบปรับอากาศจะเกิดน้ำควบแน่นบริเวณอีวาพอเรเตอร์ ในการทดลองจะใช้น้ำควบแน่นไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งบริเวณทางเข้าอากาศของคอนเดนเซอร์ เมื่ออากาศไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอากาศจะมีอุณหภูมิลดลงก่อนที่จะเข้าไปถ่ายเทความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 4

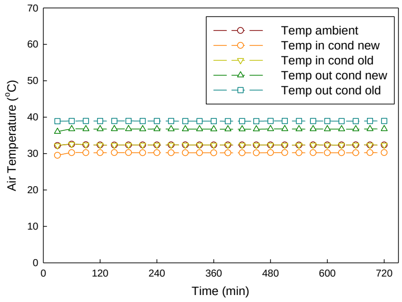
4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้



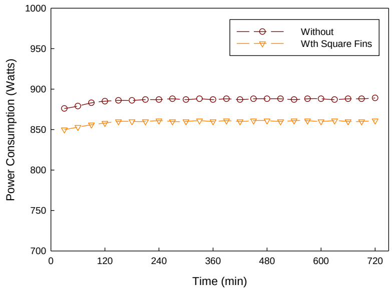
รูปที่ 5 อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เทียบกับเวลา

จากรูปที่ 5 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เทียบกับเวลา ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เท่ากับ 4.54 kW และ 4.34 kW ตามลำดับ ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากได้มีการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้ามาระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 6



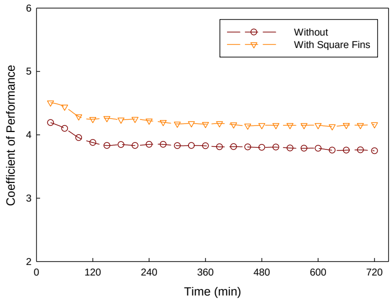
รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศเทียบกับเวลา

รูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศในระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าอากาศก่อนไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.20 °C เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 2.61 °C โดยที่น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 15.24 °C และเมื่อน้ำไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน น้ำจะดูดซับปริมาณความร้อนของอากาศก่อนเข้าไปถ่ายเทความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ ดังนั้นน้ำที่ออกจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นที่ 25.83 °C



รูปที่ 7 กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศเทียบกับเวลา

รูปที่ 7 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 859.41 W และ 888.75 W ตามลำดับ เนื่องมาจากระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดีมีผลให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานลดลง อีกทั้งสารทำความเย็นที่ออกมาจากคอนเดนเซอร์ จะมีสถานะ subcooled ทำให้สารทำความเย็นที่เข้าสู่อีวาพอเรเตอร์แตกตัวเป็นฝอยละอองได้ดีกว่า ส่งผลให้สารทำความเย็นสามารถแลกเปลี่ยนกับภาวะในการปรับอากาศได้ปริมาณความร้อนที่สูง มีผลให้สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงกว่าระบบที่ไม่ได้ติดตั้งเท่ากับ 4.20 และ 3.88 ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบปรับอากาศเทียบกับเวลา

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศโดยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาพอเรเตอร์ไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดครีบแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากการทดลองพบว่าระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้น 4.60% เมื่ออากาศไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 2.61 °C ใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 3.30% และมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเพิ่มขึ้น 8.24%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่อำนวยความสะดวก ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] W. F. Stoecker and J.W. Jones, “Refrigeration & Air Conditioning,” 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill, 1982.

[2] E. Hajidavalloo, “Application of evaporative cooling on the condenser of window-air-conditioner,” Appl Therm Eng, Vol.27, no.11-12, pp. 1937-1943, 2007.

[3] S. Juengjaroennirachon, N. Pratinthong, P. Namprakai, and T. Suparos, “Performance Enhancement of Air Conditioning using Thermosyphon System’s Energy Storage Unit for Cooling Refrigerant before entering the Condenser,” J. Meth Sci Technol, Vol.31, no.1, pp. 393-400, 2017.

[4] S. Juengjaroennirachon, “A Study of Air Temperature Reduction before Entering the Condenser by Condensed Water of Evaporator Passing through Heat Exchanger,” in Rajabhat University National and International Research and Academic Conference (RUNIRAC IV)., Buriram, Thailand, 2016, pp. 385-394.

[5] สุนันท์ ศรัณยนิตย์, “การถ่ายเทความร้อน,” สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อลดการใช้พลังงาน
Split-Type Air Conditioners Energy Monitoring System to Reduce the Energy Consumption

อุทัย ใจทอง[1] วนษา สินจังหรีด[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

2 อาคาร 50 ถนนราชธานี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 045-352000 ต่อ 1700 E-mail: uthai.j@ubru.ac.th

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

2 อาคาร 50 ถนนราชธานี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 045-352000 ต่อ 1724 E-mail: vanasa_sin@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ทำงานร่วมกันสองเครื่อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการลดใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ทดสอบกับห้องขนาด 9 x 6 x 3.5 เมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่อง ขนาด 24000 บีทียู มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เท่ากับ 9.4 และ 7.2 ตามลำดับ จากผลการทดสอบที่ค่าปรับตั้ง 25 องศาเซลเซียส พบว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่องในแต่ละรอบมีสัดส่วนการทำงานที่ไม่เท่ากัน และได้ทดสอบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศขณะทำความเย็นจาก 26 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส ที่มีสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่องต่างกัน พบว่า ที่สัดส่วนการทำงานเท่ากับ 0:1 มีการใช้พลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.636 กิโลวัตต์ชั่วโมง และที่สัดส่วน 1:0.5 มีการใช้พลังงานต่ำสุดเท่ากับ 0.404 กิโลวัตต์ชั่วโมง ดังนั้นสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีผลต่อการใช้พลังงาน

คำสำคัญ: ระบบติดตามการใช้พลังงาน, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

Abstract

This article describes about split-type air conditioners energy monitoring system for use as information to reduce the energy consumption of air conditioner. The experiment tested with the room size 9x6x3.5 meter and installed two air conditioners (24000 BTU). The energy efficiency ratio (EER) was 9.4 and 7.2 respectively. Tested and recorded the energy consumption of air conditioners at 25 ° C. The results showed that the operation of the air conditioner in each cycle has a different operating ratio. Refrigeration test from 26 ° C to 25 ° C with different working ratios. The results showed that the ratio of 0:1 has the maximum energy consumption of 0.636 kWh and the ratio of 1:0.5 has the lowest energy consumption of 0.404 kWh. Therefore, the ratio of air conditioning affect to energy consumption.

Keywords: Energy monitoring, Split-type air conditioners

1. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศมีการใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในระดับครัวเรือน สำนักงานและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมากและมีช่วงเวลาทำงานมากเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่น และมีแนวโน้มของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลทำให้อัตราการใช้พลังงานโดยรวมเพิ่มขึ้น

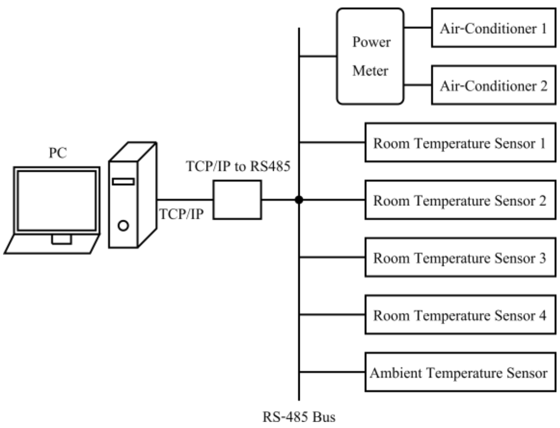
โดยปกติเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่จะมีประสิทธิภาพสูง เครื่องปรับอากาศที่มีฉลากเบอร์ 5 จะมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมากกว่า 11.6 [1] และมีค่าลดลงเมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ทำให้อัตราการใช้พลังของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น สำหรับห้องที่มีขนาดใหญ่ส่วนมากจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศหลายเครื่องโดยพิจารณาจากขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ของห้อง เนื่องจากเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องมีตำแหน่งการติดตั้งและสภาพโดยรอบต่างกัน เมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน พฤติกรรมการทำงานและอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องแตกต่างกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ทำงานร่วมกันมากกว่าหนึ่งเครื่อง เพื่อเป็นแนวทางการลดใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการศึกษาพฤติกรรมและเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีสัดส่วนการทำงานต่างกัน

2. โครงสร้างของระบบ

ระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดสองชนิด ได้แก่ มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า รุ่น CVM 95 สำหรับวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่อง และวงจรตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้อง 4 ชุด และสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิภายนอก 1 ชุด ทำการอ่านข้อมูลและบันทึกผลด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากพอร์ต TCP/IP หรือพอร์ต LAN เป็นพอร์ตสัญญาณ RS-485 เพื่อเชื่อมต่อกับมิเตอร์วัด

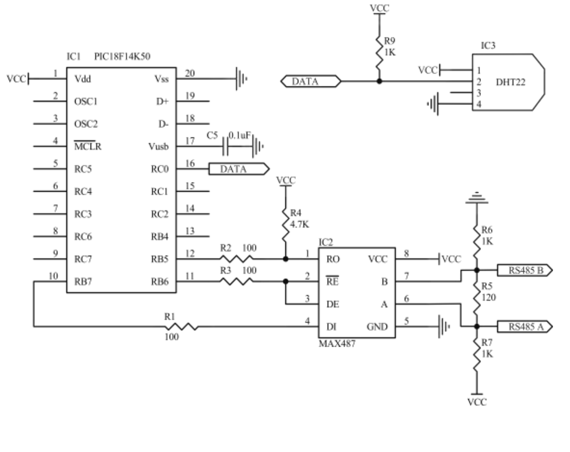
กำลังไฟฟ้าและวงจรตรวจวัดอุณหภูมิแต่ละชุดด้วยโปรโตคอล Modbus RTU



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบ

ระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดสองชนิด ได้แก่ มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้ารุ่น CVM 95 สำหรับวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่อง และวงจรตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้อง 4 ชุด และสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิภายนอก 1 ชุด ทำการอ่านข้อมูลและบันทึกผลด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากพอร์ต TCP/IP หรือพอร์ต LAN เป็นสัญญาณ RS-485 เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดแต่ละชุดด้วยโปรโตคอล Modbus RTU

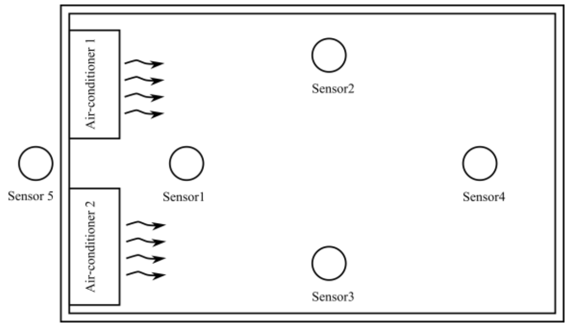
การตรวจวัดอุณหภูมิใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิรุ่น DHT 22 ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F14K50 สำหรับอ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบสัญญาณ RS-485



รูปที่ 2 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิด้วยไอซี DHT22

3. การทดสอบระบบ

ทดสอบระบบกับห้องตัวอย่างขนาด 9 x 6 เมตร เพดานสูง 3 เมตร ที่ใช้เป็นห้องสำนักงาน ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 24000 บีทียู จำนวน 2 เครื่อง มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเท่ากับ 9.4 และ 7.2 ตามลำดับ ซึ่งได้จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่อง [2] ติดตั้งชุดวงจรตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้องจำนวน 4 ชุด เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของห้อง และด้านนอกห้อง 1 ชุด



รูปที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดสอบ

ทดสอบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่รูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. บันทึกผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ โดยการปรับค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศทั้งสองที่ 25 องศาเซลเซียส เพื่อสังเกตพฤติกรรมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

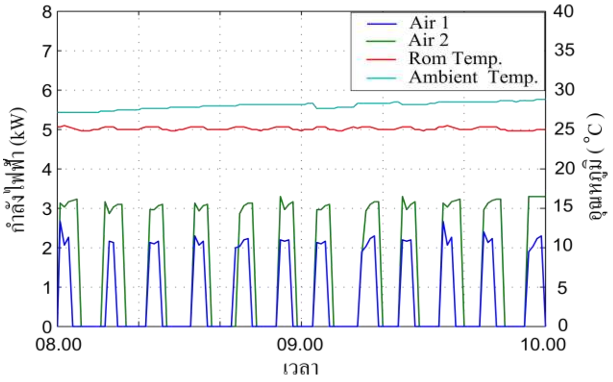
2. บันทึกผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศขณะทำความเย็นจาก 26 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส โดยกำหนดสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่อง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

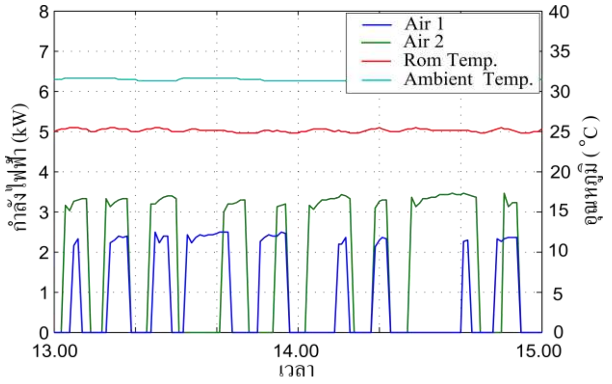
ลำดับ	เครื่องปรับอากาศ 1	เครื่องปรับอากาศ 2
1	1.0	1.0
2	0.5	1.0
3	1.0	0.5
4	1.0	0.0
5	0.0	1.0

4. ผลการทดลอง

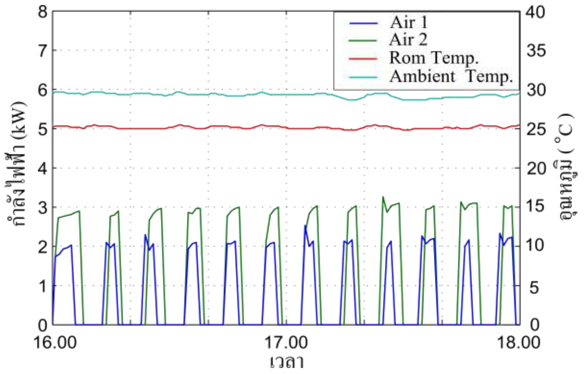
บันทึกผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติโดยการปรับค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศทั้งสองที่ 25 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ



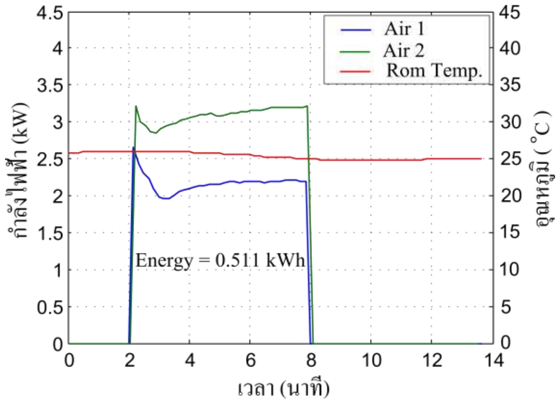
รูปที่ 5 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ



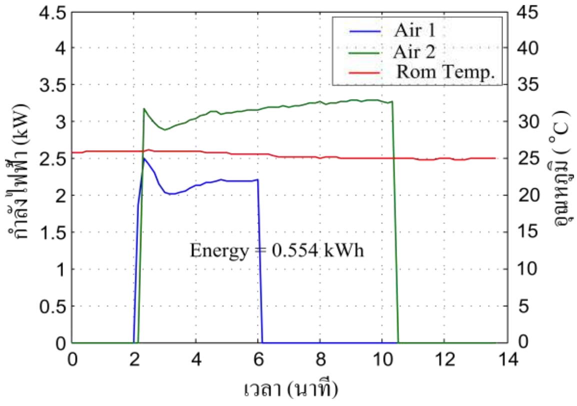
รูปที่ 6 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบปกติ

จากรูปที่ 4 ถึง รูปที่ 6 แสดงผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิภายนอกประมาณ 27 - 30 องศาเซลเซียส เครื่องปรับอากาศทั้งสองมีสัดส่วนการทำงานในแต่ละรอบใกล้เคียงกัน และต่างกันมากเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการใช้พลังงานรวมของเครื่องปรับอากาศในแต่ละรอบการทำงานที่ต่างกัน

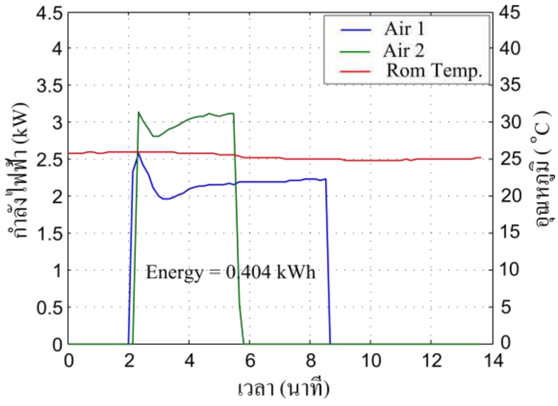
บันทึกผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองขณะทำความเย็นจาก 26 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส ที่มีสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสอง ตามตารางที่ 1 ที่อุณหภูมิด้านนอกเท่ากับ 30.5 องศาเซลเซียส ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 7 ถึง รูปที่ 11



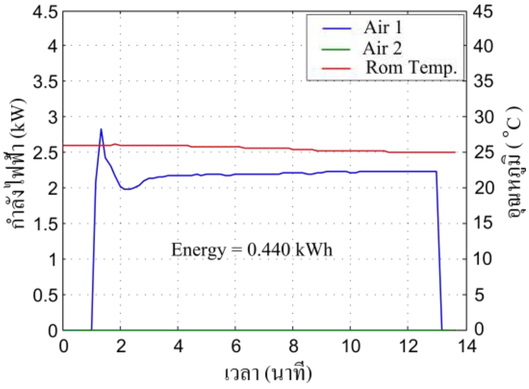
รูปที่ 7 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 1:1



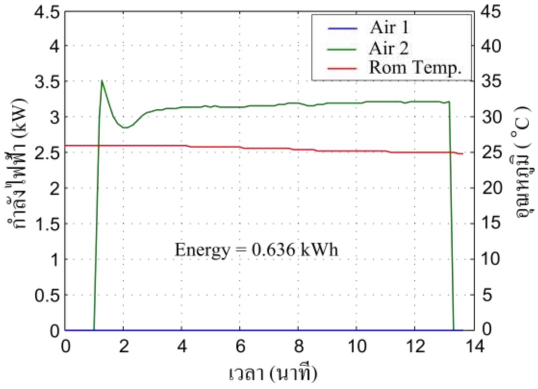
รูปที่ 8 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 0.5:1



รูปที่ 9 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 1:0.5



รูปที่ 10 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 1:0



รูปที่ 11 การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 0:1

จากรูปที่ 8 ถึง รูปที่ 12 แสดงการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศขณะทำความเย็นจากอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส พบว่า การกำหนดอัตราส่วนรอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองที่สัดส่วน 0:1 มีการใช้พลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.636 กิโลวัตต์ชั่วโมง และที่สัดส่วน 1:0.5 มีการใช้พลังงานต่ำสุดเท่ากับ 0.404 กิโลวัตต์ชั่วโมง

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบติดตามการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ทำงานร่วมกันสองเครื่อง เพื่อเป็นแนวทางการลดใช้พลังงานรวมของเครื่องปรับอากาศโดยศึกษาพฤติกรรมการทำงานและการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่ทำงานแบบปกติ พบว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศในแต่ละรอบมีสัดส่วนการทำงานที่ไม่เท่ากัน และได้ทำการทดสอบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองขณะทำความเย็นจาก 26 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส ที่มีสัดส่วนการทำงานต่างกัน จากผลการทดสอบพบว่า การกำหนดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สัดส่วน 0:1 มีการใช้พลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.636 กิโลวัตต์ชั่วโมง และที่สัดส่วน 1:0.5 มีการใช้พลังงานต่ำสุดเท่ากับ 0.404 กิโลวัตต์ชั่วโมง ดังนั้นสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีผลต่อการใช้พลังงาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่เอื้อเฟื้อสถานที่ปฏิบัติการทดลองและอุปกรณ์การทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2558) ข้อกำหนดฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ. [ออนไลน์] http://labelno5.egat.co.th/new58/wp-content/uploads/2016/form/mn/air.pdf

[2] สิทธิโชค แซ่ฟุ้ง. "โปรแกรมหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, 2549.

8. ประวัติผู้เขียนบทความ

ระบบวิเคราะห์และแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบเวลาจริง

Real-time Energy Consumption Analysis and Notification using Wireless Network

ฐิติวรดา ฉัตรอุดมเกียรติ อนันต์ ผลเพิ่ม อภิรักษ์ จันทร์สร้าง และ ชัยพร ใจแก้ว*
ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: titivorada.s@ku.th, anan.p@ku.ac.th, aphirak.j@ku.ac.th, chaiporn.j@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

ปัญหาการใช้พลังงานภายในอาคารมากเกินความจำเป็นนั้นเป็นปัญหาที่ควบคุมได้ยาก เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลได้ทันท่วงที และการตรวจสอบด้วยบุคลากรมีความล่าช้า ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนาจึงสร้างระบบที่ใช้เพื่อจัดการจัดเก็บและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารโดยการสร้างเครือข่ายของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยที่แต่ละอุปกรณ์สามารถจัดเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแสดงผลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้สามารถติดตามสถานะการการใช้งานพลังงานได้ตามเวลาจริงและตรวจสอบคุณภาพของสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น แสง อุณหภูมิ นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดช่วงเวลาในการใช้งาน ซึ่งหากมีการละเมิดข้อกำหนด ระบบจะทำการแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งานทันที จากการทดสอบระบบพบว่าการตรวจวัดข้อมูลและแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์สามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาประมาณ 1-2 วินาทีหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า

คำสำคัญ: เวลาจริง, การตรวจสอบการใช้พลังงาน, เครือข่ายไร้สาย

Abstract

Managing energy consumption in buildings is a difficult issue to resolve. The main reason is detailed consumption data cannot be monitored and analyzed in a timely manner, and collecting these data by human operators also takes a lot of time. This article presents the development of a system for measuring and analyzing energy consumption information in office buildings using a network of appliances. Appliances are equipped with wireless communication modules, then record and transfer data over the Internet as part of the Internet of Things. Raw data are analyzed and visualized via a web application so that status of functional appliances can be traced in real-time. In addition, the surrounding environment condition such as light and temperature is collected for additional analysis. The user can specify the desired duration of appliance usage. In case of violation, the web application alerts the user immediately

Experiments show that collecting and displaying measurement data on the web takes approximately 1-2 seconds after appliance's status change.

Keywords: Real-time, Energy Consumption Detection, Wireless Network

1. บทนำ

ในอดีตการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นงานที่ยุ่งยากและใช้เวลา ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลของผู้ตรวจสอบแต่ละคนอาจทำให้ข้อมูลไม่ตรงกันและรวบรวมข้อมูลได้ยาก รวมถึงการค้นหาหรือตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังยังเป็นไปได้ยาก ในปัจจุบันเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้สายมีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายและสามารถเข้าถึงได้ง่าย เช่น เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบเครือข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานแบบอัตโนมัติและแสดงผลตามเวลาจริงเพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือนข้อมูลการใช้งานพลังงานภายในอาคาร

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนางานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบเครือข่ายไร้สายสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดเทคโนโลยี IoT ซึ่งมีการติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดโดยใช้เทคโนโลยี IEEE 802.15.1 [1] และ IEEE 802.15.4 [2] ที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในอาคาร ระยะใกล้ และใช้พลังงานต่ำ การติดต่อสื่อสารในระดับชั้นเนตเวิร์คจะใช้เทคโนโลยี 6LoWPAN [3] ซึ่งรองรับไอพีเวอร์ชั่น 6 ในส่วนของระดับชั้นแอปพลิเคชันใช้เทคโนโลยี MQ Telemetry Transport (MQTT) [4] ซึ่งมีการสื่อสารแบบ Publish/Subscribe ผ่าน Broker ตัวกลาง

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดนั้นได้ใช้ระบบปฏิบัติการ Contiki [5] ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ช่วยในการพัฒนาระบบอุปกรณ์ตรวจวัดได้ง่ายขึ้น สามารถทำงานได้หลากหลาย และง่ายในการคอมไพล์และติดตั้งกับอุปกรณ์โหนดตรวจวัดใหม่

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในส่วนของการแสดงผลได้มีการใช้ ReactJS [6] ซึ่งเป็นไลบรารีภาษา JavaScript สำหรับการจัดการส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ และใช้ ExpressJS [7] ซึ่งเป็น Framework ของ Node.js ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงและช่วยลดความยุ่งยากในการพัฒนาในส่วนของเครื่องแม่ข่าย ส่วนการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้มีการใช้ MySQL ในการจัดเก็บข้อมูล

ในการพัฒนางานวิจัยได้มีการอ้างอิงงานวิจัย*ระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่าย IPv6 แบบไร้สาย* [8] ซึ่งมีการแสดงผลข้อมูลล่าช้าและเป็นเพียงข้อมูลดิบ งานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมในส่วนของความเร็วใน

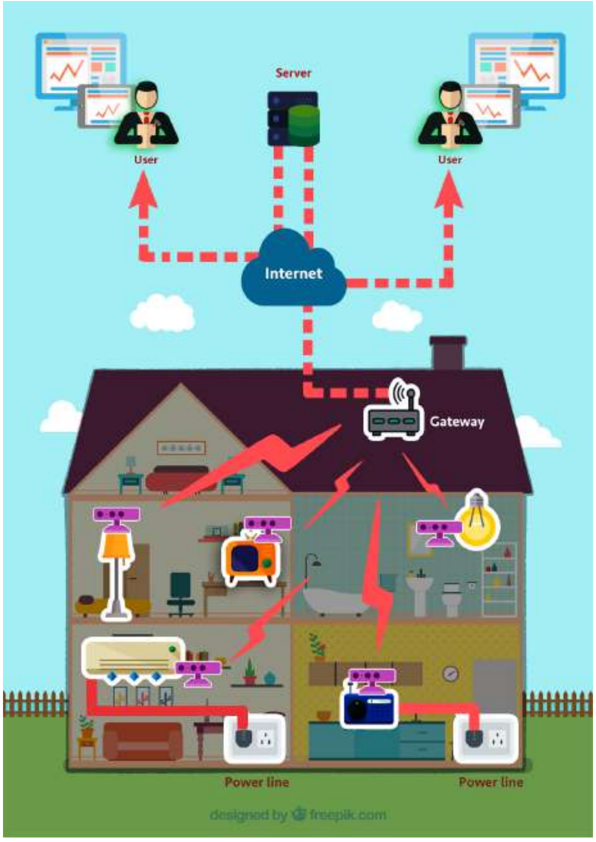
การจัดส่งและแสดงผลให้รวดเร็วขึ้นตามเวลาจริง มีการเพิ่มเทคโนโลยีในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายให้มีความหลากหลายขึ้น และมีการวิเคราะห์ข้อมูลดิบจากโหนดตรวจวัดเพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลในมิติอื่นๆ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น

3. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบตรวจสอบการการใช้งานพลังงานภายในอาคารเป็นระบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อวัดค่าที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานพลังงานแต่ละห้องภายในอาคาร และนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแสดงผลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

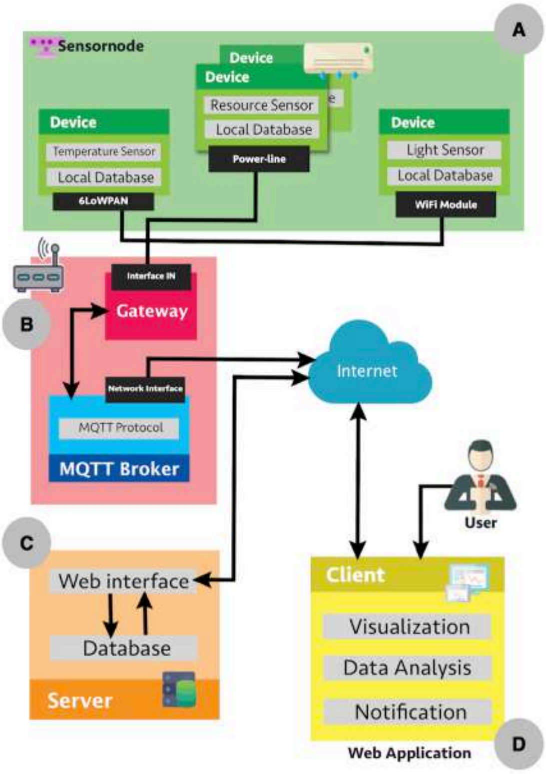
ระบบเครือข่ายของอุปกรณ์ตรวจวัดจะมีการส่งข้อมูลค่าต่างๆที่วัดได้ในสภาพแวดล้อมภายในอาคารและส่งข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตเพื่อจัดเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้งานเปิดเว็บแอปพลิเคชันจะสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานและข้อมูลต่างๆ ตามเวลาจริง สามารถกำหนดข้อบังคับในการใช้งานทรัพยากร รวมถึงแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบจะแบ่งเป็น 2 ส่วน

- อุปกรณ์ตรวจวัดของแต่ละอุปกรณ์รับค่าข้อมูลมาจัดเก็บไว้ (A) และทำการแปลงข้อมูลเพื่อส่งต่อข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายเพื่อส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย (B)
- ข้อมูลของแต่ละอุปกรณ์ในฐานข้อมูลจากเครื่องแม่ข่าย (C) เพื่อแสดงผลข้อมูลพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน (D)

โดยองค์ประกอบของการพัฒนาระบบแสดงดังรูปที่ 2

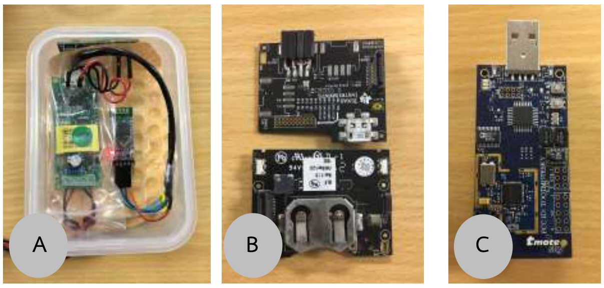


รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบ

3.2.1 ระบบเครือข่ายโหนดตรวจวัด

ระบบโหนดตรวจวัดจะวัดค่าข้อมูลหลัก 3 อย่าง ประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้า อุณหภูมิ และความเข้มแสง โดยตัวอย่างของโหนดตรวจวัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 2 ชนิด คือ 1) การเชื่อมต่อผ่าน Bluetooth และ 2) การเชื่อมต่อผ่าน Tmote Sky ในส่วนอุปกรณ์หน่วยตรวจวัดที่ใช้สำหรับวัดค่าพลังงานไฟฟ้า peacefair PZEM-004 power meter จะเชื่อมต่อผ่าน UART เข้ากับอุปกรณ์ Bluetooth เพื่อส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย

ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัด CC2560 sensortag และ Sensortag Devpack จะเป็นอุปกรณ์ที่วัดค่าอุณหภูมิและค่าความเข้มแสง ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ Tmote sky ที่ทำหน้าที่เป็น border router และส่งข้ อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 3 (A) Power meter และ Bluetooth
(B) CC2650 Sensortag และ Sensortag Devpack
(C) Tmote sky

3.2.2 โปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์

เว็บไซต์ที่แสดงผลข้อมูลการใช้งานทรัพยากรและสามารถกำหนดข้อกำหนดหรือข้อบังคับในการใช้งาน รวมถึงการแจ้งเตือนการใช้งานที่ละเมิดข้อบังคับ โดยใช้ ReactJS สำหรับพัฒนาในส่วนของการแสดงผลดังรูปที่ 4 และเครื่องมือ ExpressJS สำหรับพัฒนาส่วนของฝั่งแม่ข่าย โดยสามารถแสดงผลข้อมูลได้แบบเวลาจริงจากฐานข้อมูล MySQL

รูปที่ 4 การแสดงผลบนเว็บไซต์

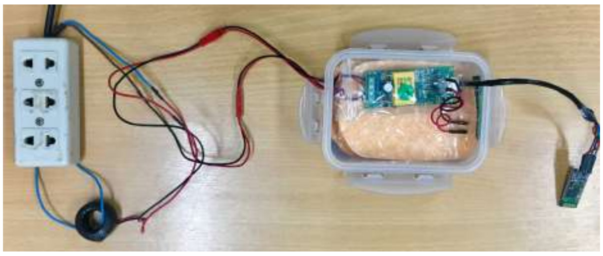
3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบพัฒนาต้องรองรับไอพีทั้งรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 6 เมื่อติดตั้งระบบต้องใช้ไอพีจากเครื่องแม่ข่ายจริงเพื่อให้เครื่องแม่ข่ายสามารถ subscribe MQTT broker ได้

อุปกรณ์โหนดตรวจวัดต้องมีเกทเวย์เพื่อทำการแจกจ่ายไอพีและรับข้อมูลจากโหนดตรวจวัดเพื่อทำ MQTT Publish

4. การทดสอบการใช้งาน

ทดสอบการใช้งานระบบในส่วนของการส่งข้อมูลแบบเวลาจริงซึ่งทำการทดลองติดตั้งชุดอุปกรณ์ทดลองดังรูปที่ 5 ณ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 5 ชุดอุปกรณ์ทดลอง

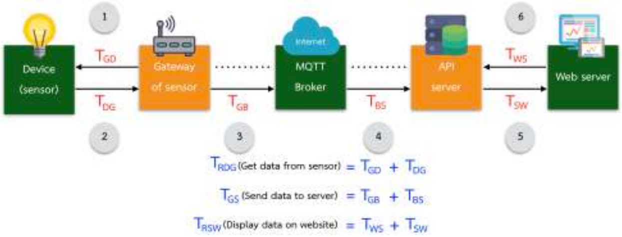
4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

4.1.1 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการส่งข้อมูลผ่าน m13.cloudmqtt.com (Cloud MQTT) จากโหนดตรวจวัดและแสดงผลบนเว็บไซต์

เริ่มทดลองโดยการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเกทเวย์ของโหนดตรวจวัด โดยทำการตั้งค่าความถี่ในการร้องขอข้อมูลแตกต่างกันในแต่ละรอบของการทดสอบ จากนั้นทำการโปรแกรมโหนดตรวจวัดและเครื่องแม่ข่าย รวมถึงเว็บไซต์เพื่อประทับเวลาที่จุดต่างๆ ตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการเพื่อให้ได้เวลาในแต่ละส่วน ในส่วนแรกจับเวลาก่อนการร้องขอข้อมูลจากโหนดตรวจวัดและได้รับการตอบสนองกลับมา (T-RDG) ส่วนที่ 2 จับเวลาในการส่งข้อมูลจากโหนดตรวจวัดมายังเครื่องแม่ข่ายและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล (T-GS) และในส่วนที่ 3 จะจับเวลาในการร้องขอข้อมูลจากฐานข้อมูลและนำมาแสดงผลบนเว็บไซต์ (T-RSW) จากนั้นนำเวลาที่ได้รวมกันเพื่อให้ได้ระยะเวลาทั้งหมด

4.1.2 การทดสอบอัตราส่วนของข้อความที่ได้รับจากการส่งข้อมูลจากโหนดตรวจวัดผ่าน m13.cloudmqtt.com (Cloud MQTT) มายังเครื่องแม่ข่าย

เริ่มทดสอบโดยการส่งข้อมูลจากโหนวดตรวจวัดมายังเครื่องแม่ข่าย โดยกำหนดความถี่ในการร้องขอข้อมูลต่างๆกัน และจากนั้นให้โหนดตรวจวัดส่งข้อมูลผ่าน Cloud MQTT มายังเครื่องแม่ข่ายโดยไม่มีการกำหนด QoS และใช้โปรแกรมสนิฟเฟอร์ในการดักจับจำนวนข้อความในการรับส่งจากตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงเว็บไซต์ ดังรูปที่ 6

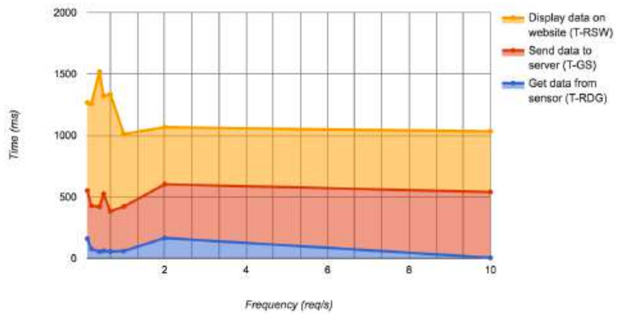


รูปที่ 6 เส้นทางการส่งข้อมูลและระยะเวลาในการส่งข้อมูล

4.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบที่ 4.1.1 ทดสอบระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการส่งข้อมูลผ่าน m13.cloudmqtt.com (Cloud MQTT) จากโหนดตรวจวัดและแสดงผลบนเว็บไซต์ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ จากการเพิ่มความถี่ในการร้องขอข้อมูลจากโหนดตรวจวัด จะพบว่าการส่งข้อมูลจากเครื่องแม่-

ข่ายและนำมาแสดงผลข้อมูลที่ได้บนเว็บไซต์มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้โดยรวม พอๆกับการส่งข้อมูลจากโหนดตรวจวัดผ่าน Cloud MQTT Broker มายังเครื่องแม่ข่าย ซึ่งเวลาในการร้องขอข้อมูลจากโหนวดตรวจวัดจะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเวลาของ 2 ส่วนหลัก

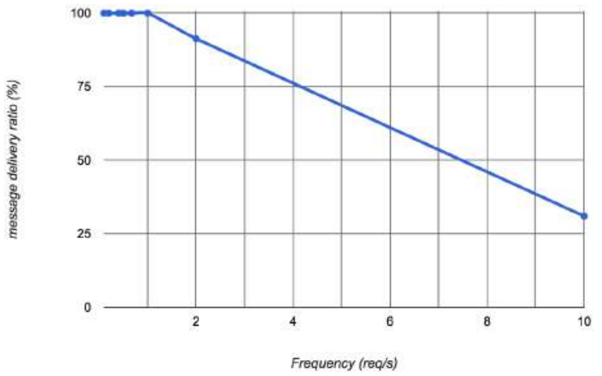


รูปที่ 7 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการส่งข้อมูล

สำหรับการแสดงผลบนเว็บไซต์เมื่อมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ เปิดปิดในช่วงเวลาสั้นๆ ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 การแสดงผลข้อมูลกำลังไฟฟ้าบนเว็บไซต์

จากการทดลองที่ 4.1.2 ทดสอบอัตราส่วนของข้อความที่ได้รับจากการส่งข้อมูลจากโหนดตรวจวัดผ่าน m13.cloudmqtt.com (Cloud MQTT) มายังเครื่องแม่ข่าย พบว่าเมื่อระบบถูกร้องขอข้อมูลในความถี่ที่สูงขึ้น จะทำให้อัตราส่วนของจำนวนข้อความที่ส่งไปยัง Cloud MQTT และจำนวนข้อความที่ได้รับกลับมายังเครื่องแม่ข่ายน้อยลง



รูปที่ 9 การทดสอบอัตราส่วนของข้อความที่ได้รับจากการส่งข้อมูล

5. บทสรุป

งานวิจัยระบบวิเคราะห์และแจ้งเตือนการใช้งานพลังงานเป็นการนำเทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่หลากหลายมาประยุกต์เข้ากับอุปกรณ์ IoT เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลค่าต่างๆจากโหนดตรวจวัด เช่น พลังงานไฟฟ้า อุณหภูมิ ความเข้ มแสง และนำมาจัดเก็บลงในฐานข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นข้อมูลย้อนหลังและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อนำเสนอข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆของข้อมูลต่างๆ ว่ามีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานทรัพยากรอย่างไรบ้าง และสามารถติดตามผลได้ตามเวลาจริง

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อสามารถพัฒนาระบบ IoT ให้มีความสามารถมากขึ้น โดยสามารถควบคุมการใช้งานพลังงานได้ตามเวลาจริง เช่น เปิดปิดการใช้งานทรัพยากรได้อัตโนมัติทันทีจากผลวิเคราะห์ข้อมูล

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 19 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

[1] IEEE 802.15.1, https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.1, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[2] IEEE 802.15.4, https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[3] 6LowPAN (IPv6 over low power WPAN), https:// en.wikipedia.org/wiki/6LoWPAN, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[4] MQ Telemetry Transport (MQTT), http://mqtt.org/, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[5] Contiki, https://sourceforge.net/p/contiki/mailman/contiki-developers/, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[6] ReactJS, https://facebook.github.io/react/, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[7] ExpressJS, https://github.com/expressjs/express, [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2559]

[8] สุโรตม์ วงศ์ไพบูลย์, อนันต์ ผลเพิ่ม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว* , "ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่าย IPv6 แบบไร้สาย (Electric Energy Consumption Measurement using Wireless IPv6 Network)", In 8th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2016), Hua Hin, Thailand July 27-29, 2016. หน้า 463-466

สมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัว

Smart Technology for Kitchen

วัลลภา สุระกำพลธร ปาลิกา พิกุลทอง ปิติเขต สู้รักษา และ สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-329-8327 E-mail: iteteee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบที่อำนวยความสะดวกในห้องครัว โดยการใช้สมาร์ทเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องครัว มีการใช้ NodeMCU ที่มีความสามารถในการประมวลผลและรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย เพื่อทำการเชื่อมต่อและสั่งการอุปกรณ์ผ่านเซิร์ฟเวอร์ได้ ซึ่งสมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัวประกอบไปด้วยระบบการตรวจจับการเข้าออก ที่มีการบันทึกภาพ นับจำนวนคนที่เข้า-ออก ภายในห้องครัว และตรวจสอบว่าเป็นเด็ก หรือผู้ใหญ่ ด้วยการใช้ความสูงในการแบ่งแยก, ระบบการเปิดปิดและควบคุมความสว่างของหลอดไฟ, ระบบปลั๊กไฟที่ทำงานตามการตรวจสอบสถานะคนที่เข้าห้องครัว, ระบบตู้เย็นเพื่อคำนวณเวลาที่อาหารจะหมดอายุ และแสดงเตือนผ่านทางหน้าต่างควบคุม

จากการทดลองพบว่า งานวิจัยที่นำเสนอช่วยให้การสังเกตการณ์และตรวจสอบผู้คนที่เข้าห้องครัวเพื่อป้องกันอันตรายจากการที่เด็กเข้าห้องครัวโดยไม่มีผู้ใหญ่ได้ สามารถควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้คนสามารถควบคุมการจัดเก็บและเลือกใช้วัตถุดิบภายในตู้เย็นได้เพื่อลดการเน่าเสียของวัตถุดิบภายในตู้เย็นได้

คำสำคัญ: สมาร์ทเทคโนโลยี, ห้องครัว, ibeacon

Abstract

This research aimed to study about how to get more comfortable in kitchen room by using smart technologies to help. By adapting NodeMCU board to processing unit and wireless communication for connected and control electrical devices by using server. The smart technology for kitchen with consists as; the access control system with image recording, count the number of people in-out inside the kitchen and make sure to be a child or an adult by using a height to discriminate. Next the on-off and control brightness system of lamp. The plug-in power system that works by checking the status of people entering the kitchen, the last system as the refrigerator system will be calculate expires date then notify to you and display the reminder through the control program.

The experiment results, this research offered allows the observation and monitoring of people entering the kitchen to prevent the danger of children entering the kitchen without adults. The control system for electrical devices in the kitchen as well. And people used to control the storage and selection of materials inside the refrigerator to reduce expires of materials.

Keywords: smart technology, kitchen room, ibeacon

1. บทนำ

ปัจจุบันครอบครัวในสังคมไทย เป็นครอบครัวที่ผู้ใหญ่จำเป็นจะต้องออกไปทำงานตลอดเวลา มักปล่อยให้ลูกหลานยิ่งที่อยู่ในวัยเด็กอยู่บ้านเพียงตามลำพัง ซึ่งเด็กมักซุกซน และเดินเข้าไปในห้องครัวตามลำพังเพื่อหาขนมของคบเคี้ยวเล่น หรือเข้าไปหยิบสิ่งของมีคมมาเล่น อาจทำให้เกิดอุบติเหตุได้ เพราะห้องครัวโดยทั่วไปของสังคมไทยเป็นห้องที่ไม่ได้มีประตูปิด และมีลักษณะการวางของในห้องครัวที่ไม่เป็นระเบียบดังรูปที่ 1

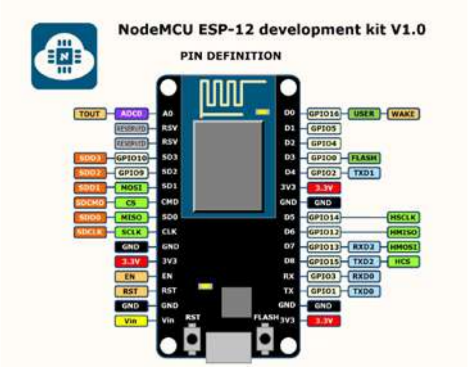
รูปที่ 1 ห้องครัวทั่วไปของสังคมไทย

นอกจากนี้ผู้คนส่วนใหญ่มักซื้อของในการประกอบการทำอาหารเป็นจำนวนมากมาเก็บไว้ในตู้เย็น เนื่องจากไม่สะดวกในการซื้อของเหล่านี้ทุกวัน และไม่มีเวลาในการทำอาหารมากนัก มีผลทำให้ของที่เก็บไว้ในตู้เย็นเกิดการเน่าเสีย หมดอายุ ไม่สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง เป็นอย่างมาก และด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันที่เกี่ยวบ้านอัจฉริยะ[1],[2] ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และมีระบบรักษาความปลอดภัยที่สูงมาก จึงได้มีแนวความคิดที่จะทำระบบสมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัวนี้ขึ้นมา เพื่อช่วยในการเฝ้าระวังการเข้า-ออกห้องครัวของเด็กตามลำพัง เพิ่มการควบคุมระบบการส่องสว่างและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องครัว เพื่อช่วยในการจัดการและประหยัดพลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงระบบคำนวณและแจ้งเตือนวันหมดอายุของวัตถุดิบในตู้เย็น เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัตถุดิบที่มากเกินไป

2. โมดูลทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้

2.1 บอร์ด NodeMCU

บอร์ด NodeMCU เป็นบอร์ดที่มีแพลตฟอร์มแบบ Open Source นิยมนำมาใช้พัฒนาเป็น IoT (Internet of Things) โดยใช้ภาษา Lua อันเป็นภาษาแบบ Scripting language ตัวบอร์ดใช้โมดูล ESP8266 SDK 1.4 เป็นตัวประมวลผลและสั่งการหลัก [3] มีการสื่อสารผ่านโมดูล UART ที่เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม มีอัตราการส่งข้อมูล (Baud Rate) ที่สูง และมี Wi-Fi ในตัวทำให้สามารถสื่อสารไร้สายผ่านสายอากาศได้โดยมีโครงสร้างไดอะแกรม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ไดอะแกรมของ NodeMCU

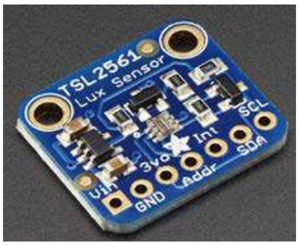
2.2 โมดูลบูลทูธ HM-10

โมดูลบลูทูธ HM-10 เป็นโมดูลที่ใช้มาตรฐานบูลทูธ 4.0 มีฟังก์ชันประหยัดไฟ และรองรับการติดต่อกับอุปกรณ์ ibeacon พร้อมทั้งสามารถวัดความแรงของสัญญาณออกมาคำนวณเป็นระยะห่างจากอุปกรณ์ได้ [4]-[5] มีคุณสมสบัติที่สำคัญดังนี้

- ส่งและรับข้อมูลโดยไม่จำกัดจำนวนไบท์
- ย่านความถี่ใช้งาน: 2.4GHz ISM Band
- วิธีการมอดูเลต: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- พลังงานคลื่นวิทยุ: -23dbm, -6dbm, 0dbm, 6dbm, สามารถปรับผ่านคำสั่ง AT
- รัศมีการส่ง: 100 เมตรในพื้นที่โล่ง (วัดโดยใช้ iPhone 4s)
- พลังงานไฟฟ้า: ในขณะไม่ทำงาน 400uA - 1.5mA, ในขณะทำงาน 8.5mA.

รูปที่ 3 โมดูลบูลทูธ HM-10

2.3 โมดูลเซ็นเซอร์วัดความส่องสว่างแบบดิจิตอล



รูปที่ 4 โมดูลเซ็นเซอร์วัดความส่องสว่างแบบดิจิตอล

โมดูลเซ็นเซอร์วัดความส่องสว่างแบบดิจิตอล [6] รุ่น Adafruit TSL2561 ใช้หาปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ lx (Lux) วัดได้ตั้งแต่ 0 ถึง 17000 lx เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง I^2C สามารถอ่านค่าได้อย่างแม่นยำ

รูปที่ 5 โมดูลเซ็นเซอร์โฟโต้อิเล็กทริก

2.4 โมดูลเซ็นเซอร์โฟโต้อิเล็กทริก

เซ็นเซอร์โฟโตอิเล็กทริก [7] เป็นเซ็นเซอร์ประเภทอินฟราเรด ที่มีระยะการทำงานที่ 3 - 50 ซม. สัญญาณรบกวนมีผลน้อยเนื่องจากเป็นแสงอินฟราเรด ง่ายต่อการนำไปประกอบชิ้นงาน

3. การเก็บรักษาอาหารในตู้เย็น

3.1 อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์

จากการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาอาหารในตู้เย็น พบว่า อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์จะมีอายุประมาณ 2-7 วัน [8] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาของผู้ขาย และปัจจัยอื่นๆ ด้วย โดยแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในตู้เย็น

อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในตู้เย็นไม่ใส่ช่องแช่แข็ง (โดยประมาณ)	
เนื้อสด	
เนื้อวัว	2 วัน
เนื้อหมู	2 วัน
เนื้อไก่	2 วัน
เนื้อปรุงสุก	
เนื้อวัว	7 วัน
เนื้อหมู	7 วัน
เนื้อไก่	7 วัน

3.2 อายุการเก็บรักษาผักสด

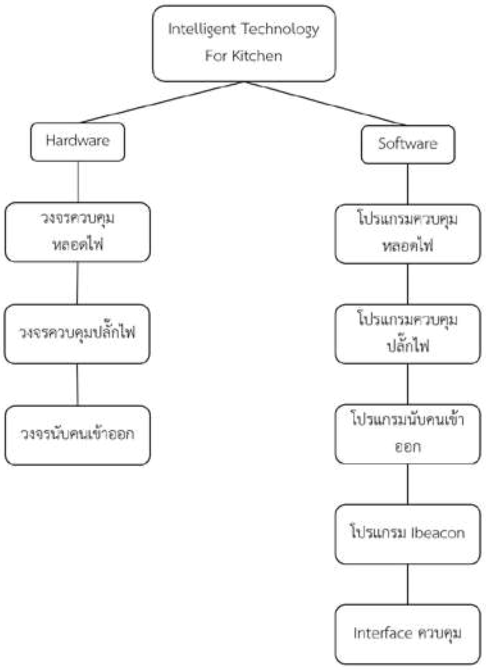
อายุในการเก็บรักษาผักสด [9] แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อายุการเก็บรักษาผักสด

อายุการเก็บรักษาผักสดในตู้เย็นไม่ใส่ช่องแช่แข็ง (โดยประมาณ)	
หน่อไม้ฝรั่ง	7 วัน
บรอคโคลี่	10 วัน
ผักกาดแก้ว	10 วัน
ผักกาดหอม	5 วัน
ผักโขม	5 วัน
แตงกวา	7 วัน
ข้าวโพด	7 วัน
ถั่วฝักยาว	7 วัน
เห็ด	10 วัน
อายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ย	7 วัน

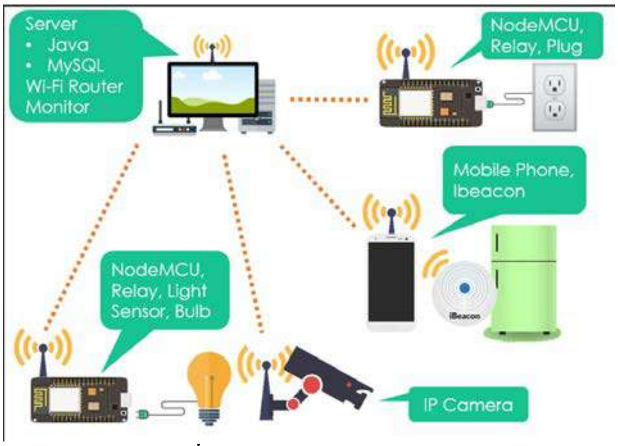
จากตารางที่ 2 เป็นอายุของผักสดชนิดต่างๆ ในตู้เย็นโดยประมาณ และแสดงอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ยของผักทั้ง 9 ชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาของผู้ขาย, การเก็บรักษา, บรรจุภัณฑ์ และปัจจัยอื่นๆ

4. การออกแบบ



รูปที่ 6 โครงสร้างระบบ

จากรูปที่ 6 ในการออกแบบระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของโปรแกรม โดยในที่นี้ขอนำเสนอเพียงบางส่วนดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์

จากรูปที่ 7 จะใช้เซิร์ฟเวอร์เป็นตัวสั่งการควบคุมและแสดงผลหลักผ่านเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi โดยมี NodeMCU เป็นตัวเชื่อมระหว่างเครือข่ายกับระบบย่อยของระบบสมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัว

5. ผลการทดลอง

รูปที่ 8 หน้าต่างเว็บไซต์หลัก

ในการใช้ระบบสมาร์ทเทคโนโลยีสำหรับห้องครัวจะทำงานผ่านเว็บไซต์ ดังรูปที่ 8 เมื่อทำการ login แล้วจึงจะสามารถสั่งการในส่วนต่างๆ ได้ ดังเช่นรูปที่ 9 และรูปที่ 10 ตามลำดับ

รูปที่ 9 การควบคุมระบบความสว่าง

รูปที่ 10 หน้าต่างแสดงอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผักสดในตู้เย็น

จากรูปที่ 10 จะแสดงอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผักสดในตู้เย็นในรูปแบบของสี 3 สี คือ สีฟ้าสำหรับเนื้อสัตว์หรือผักสดที่ยังมีความสดใหม่ สีเหลืองสำหรับใกล้หมดอายุ และสีแดงสำหรับพวกที่หมดอายุแล้ว

6. สรุป

งานวิจัยที่นำเสนอนี้ สามารถช่วยตรวจสอบและแสดงภาพของผู้ที่เข้าออกห้องครัวผ่านทางเว็บไซต์ โดยผู้ใช้ที่เป็นผู้ใหญ่จะสามารถเข้าใช้งานห้องครัวได้โดยระบบจะช่วยในการควบคุมความสว่างภายในห้องให้เหมาะสมต่อการใช้งาน และระบบสามารถควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าจากเว็บไซต์ในกรณีที่ผู้ใช้ลืมปิดอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อออกจากบ้าน นอกจากนี้ระบบสามารถช่วยคำนวณระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผักสดภายในตู้เย็นให้กับผู้ใช้ได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเนื้อสัตว์และผักสดเพื่อเก็บไว้ในตู้เย็นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] J.Man, L.yang, W.zhu, and Q.li “A Model of Smart Home Fusing Multi-Intelligence,” International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IEEE computer society, pp. 56-59, 2008.

[2] M.Golzar and H.Tajozzakerin, “A New Intelligent Remote Control System for Home Automation and Reduce Energy Consumption,” The Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation, IEEE computer society, pp. 174-180, 2010.

[3] ข้อมูลออนไลน์ของห้องปฏิบัติการระบบสมองกลฝังตัว ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, “การใช้งานบอร์ด NodeMCU v2,” [ออนไลน์]; http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=nodemcu_v2

[4] HM-10 Datasheet [online]; http://www.jnhuamao.cn/bluetooth40_en.zip

[5] Using HM-10 BLE Modules as Low-Cost iBeacons, [online]; http://www.blueluminance.com/HM-10-as-iBeacon.pdf

[6] Lady Ada, “Adafruit TSL2591 High Dynamic Range Digital Light Senso,” [online]; https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-tsl2591.pdf

[7] Sabrie Soloman, “Sensors Handbook,” The McGrawHill, 2010.

[8] Eat By Date. 2016. Pork. [Online]; http://www.eatbydate.com/proteins/meats/ how-long-does-pork-last/

[9] Eat By Date. 2016. Broccoli. [Online]; http://www.eatbydate.com/vegetables/ fresh-vegetables/broccoli/

เครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟายสำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

A Wifi Detector for Restart the Access Point

กฤษฎา ชัยนาม[1] อนุชา เพิ่มชีลอง[1] วรวัตร์ ดวงมะณี[1]และอลงกรณ์ พรมที
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000โทรศัพท์ 042211040 ต่อ 1510 E-mail: promtee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง เครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟาย สำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการตรวจสอบและแก้ไข เมื่อเกิดการหยุดทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย เพื่อให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องลดเวลาของการแก้ไขปัญหาการหยุดทำงานนี้ได้ในกรณี ที่ผู้ดูแลระบบไม่อยู่ในสถานที่และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย, ที่อยู่หมายเลขไอพี , การทดลองการเชื่อมต่อเครือข่าย

The research on the wireless network detector for the access point restarts. It is objectives for using monitoring and editing when the access point has stopped working, solving problems in case the administrator is not there and hardware have working good efficiency.

Keyword : Access Point , IP Address, IP Default Gateway, Ping

1. บทนำ

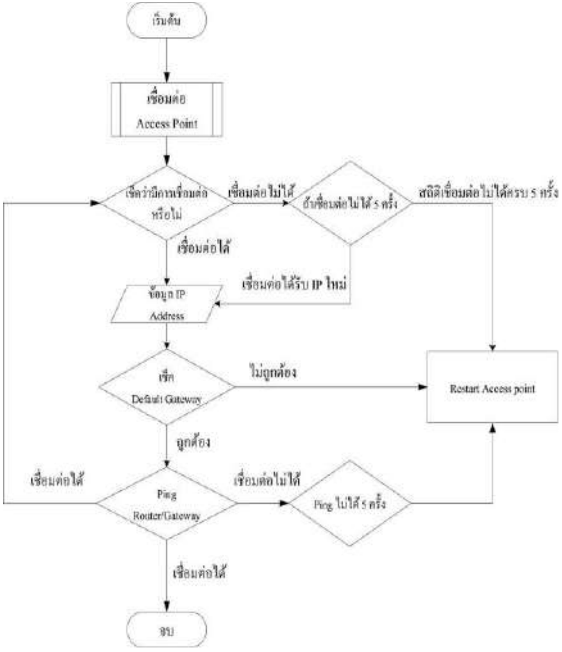
คณะผู้จัดทำงานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นปัญหาของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point) เมื่อเวลา ที่ผู้ใช้งานเชื่อมต่อ บนเครือข่ายของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายเป็นจำนวนมาก อาจจะเกิด ปัญหาการทำงานเกินความสามารถของอุปกรณ์ที่ผิดปกติ โดยไม่สามารถเชื่อมต่อได้ [1] ซึ่งจะมีอาการหยุดทำงานทันทีหรือทำงานผิดปกติโดยไม่สามารถเชื่อมต่อได้ [5] จำเป็นต้องแก้ไข โดยการปิดอุปกร ณ์ และเปิดอุปกรณ์ใหม่จึงจะสามารถทำงานได้ปกติ และในติด ตั้งของอุปกรณ์ที่ มีความสูงเกิดความยุ่งยากในการแก้ไขให้ใช้งานได้ นั้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและแก้ไข คณะผู้เสนอ งานวิจัย นี้ได้คิดจัดทำ เครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟาย สำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย เพื่อใช้ในการตรวจสอบแก้ไข ปัญหาของอุปกรณ์ ไม่ให้หยุดการทำงาน โดยใช้เวลานาน เพื่อให้การใช้งานเครือข่ายอินเทอ ร์เน็ตของผู้ใช้งานได้ต่อเนื่อง ไม่ติดขัด และลดเวลาของการแก้ไขปัญหาการหยุดทำงานนี้ได้ในกรณีผู้ดูแลระบบไม่อยู่ในสถานที่ในการตรวจเช็คระบบเพื่อซ่อมบำรุงให้ระบบเครือข่ายใช้งานได้ [2]

2. หลักการทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายจะเชื่อมต่อเข้า กับเครือข่าย ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย เพื่อทำงานการตรวจจับการหยุดทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย โดยใช้หลักการตรวจจับ ด้วยวิธีการเช็คสถานะการเชื่อมต่อ ระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และนำข้อมูล IP Address ที่ได้รับมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย มาทำการตรวจเช็คข้อมูล IP Default Gateway (Network ID) และทดลองการเชื่อมต่อบนเครือข่ายด้วยคำสั่ง Ping [3],[5]

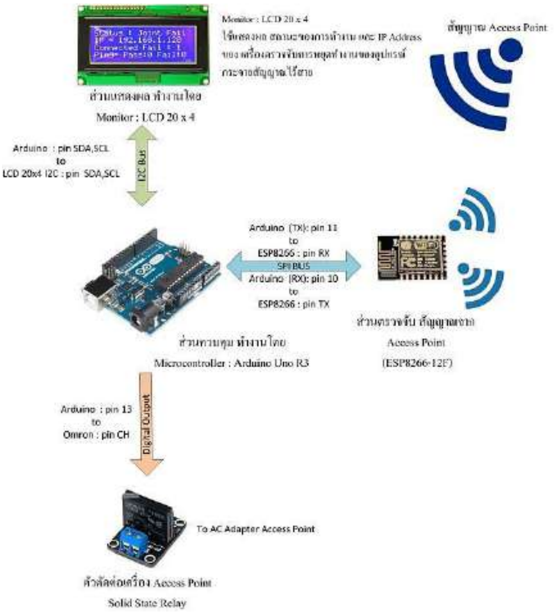
เมื่อเครื่องตรวจจับพบสถานะไม่สามารถเชื่อมต่อได้ใน 5 ครั้ง เครื่องจะสั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายและเชื่อมต่อใหม่ อีกครั้ง ในอีกขั้นตอนเมื่อเครื่องเชื่อมต่อได้สำเร็จ จะทำการ ทดลองการเชื่อมต่อบนเครือข่ายด้วยคำสั่ง Ping ระหว่าง อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย ในทุกๆ 5 นาที จนครบ 12 ครั้ง แล้วนำมา ประมวล ผลหากจำนวนการ Ping ที่ไม่ผ่านทั้งหมดมากกว่า 50% [5] เครื่องจะทำการสั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย อีกครั้ง และทำการเชื่อมต่อใหม่อีกครั้ง เมื่อการประมวลผลการ Ping ในทุกๆครั้งเครื่องจะบันทึกข้อมูลการ Pingไว้และเริ่มเก็บข้อมูลการ Ping ใหม่ในรอบต่อไป และระหว่างการทดลองการเชื่อมต่อบนเครือข่ายด้วยคำสั่ง Ping นั้น หากพบสถานะไม่สามารถ เชื่อมต่อได้ใน 5 ครั้งเครื่องจะสั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายและเชื่อมต่อใหม่ อีกครั้ง และในทุกๆ ครั้งที่ทำการเชื่อมต่อได้สำเร็จ หากพบว่าได้รับ IP Address ที่ไม่ถูกต้องตาม IP Default Gateway (Network ID) [4],[5] เนื่องจาก (Network ID) ไม่ตรงกัน เครื่องจะ สั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายและเชื่อมต่อใหม่ อีกครั้ง

การทำงานของเครื่องในการสั่งให้ปิดการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายและเชื่อมต่อใหม่ โดย จะ ส่งสัญญาณผ่านทางวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ ให้ตัดแหล่งจ่ายไฟของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที เพื่ อให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายเคลียร์หน่วยความจำและลด อุณหภูมิ ให้เย็นลง แล้วจึงสั่งให้เปิดการทำงานใหม่ตามแผนผัง รูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของเครื่องตรวจจับการหยุดทำงานสำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

2.1 รูปแบบการทำงานของวงจร



รูปที่ 2 การทำงานของวงจร

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายเพื่อ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายและ ทำการประมวลผล แล้วสั่งการให้กับอุปกรณ์ในระบบดำเนินการตาม แผนผังรูปที่ 1 และแสดงผลสถานะของเครื่องผ่านทางจอแอลซีดี

2.2 การออกแบบและติดตั้ง

รูปที่ 3 ตัวเครื่องออกแบบโดยโปรแกรม Solid Works พิมพ์ชิ้นงานโดยเครื่องพิมพ์สามมิติ

ตัวกล่อง (Package) ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Works แล้วนำมาพิมพ์ชิ้นงานโดยเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer)

รูปที่ 4 การติดตั้ง

ตัวเครื่องทำการติดตั้งไว้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย จำนวน 1 เครื่อง ที่ชั้น 1 อาคาร 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และได้ติดตั้งตัวเครื่องโดยระยะห่างจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย 5 เมตร

3. ข้อมูลเหตุการณ์ของเครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟายสำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

เนื่องจากความต้องการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำการตรวจเช็ค ของ เครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟาย สำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย ผู้วิจัย ได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยการบันทึกข้อมูลในการทำงานของตัวเครื่องไว้ โดยนำโมดูลเวลาและโมดูลหน่วยความจำมาใช้งานและเขียนโปรแกรมข้อมูลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพิ่ม เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของ อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย โดยมีข้อมูลของเหตุการณ์ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเหตุการณ์ของเครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟายสำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

สาเหตุของปัญหา	การดำเนินการของเครื่อง
ขาดการเชื่อมต่อใน 5 ครั้ง	รีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณ
รับ IP ผิดคลาส	รีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณ
เชื่อมต่อใหม่แต่รับ IP ผิดคลาส	รีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณ
หลุดการเชื่อมต่อ	เก็บข้อมูลการหลุดการเชื่อมต่อไว้
Ping ผ่าน	เก็บข้อมูล Ping ผ่านไว้
Ping ไม่ผ่าน	เก็บข้อมูล Ping ไม่ผ่านไว้
เมื่อทดสอบ Ping ครบในจำนวน 12 ครั้ง	นำข้อมูลการ Ping มาประมวลผล หาก Ping ไม่ผ่านมากกว่า 5 ครั้ง ระบบจะรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายทันที
เริ่มต้นการตั้งค่าระบบ	บันทึกข้อมูลเริ่มการทำงานของเครื่อง

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถเก็บ ผลการทดลองของเครื่องได้จาก ข้อมูลเหตุการณ์ที่ถูกเก็บไว้ในโมดูลหน่วยความจำและมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Ping)

วัน / เดือน / ปี (24 ชั่วโมง)	จำนวน Ping	จำนวนครั้ง ที่ Ping ผ่าน	จำนวนครั้ง ที่ Ping ไม่ผ่าน
27/ 10/ 2559	274	269	1+1+1+1+1=5
28/ 10/ 2559	274	271	1+[2]=3
29/ 10/ 2559	275	261	1+[4]+[4]+[3]+1+1=14
30/ 10/ 2559	274	265	1+1+1+1+1+[2]+[2]=9
31/ 10/ 2559	273	267	1+1+1+1+1+1=6
1/ 11/ 2559	275	269	1+1+1+[2]+1=6
2/ 11/ 2559	275	262	1+[2]+1+[3]+1+1+1+[3]=13
3/ 11/ 2559	277	273	1+1+[2]=4
4/ 11/ 2559	273	257	1+1+[2]+1+[2]+[2]+1+[2]+[2]+1+1= 16
5/ 11/ 2559	267	258	[2]+1+1+[4]+1=9
6/ 11/ 2559	276	274	1+1=2
7/ 11/ 2559	274	265	1+1+[2]+[2]+[3]=9
8/ 11/ 2559	276	274	1+1=2
9/ 11/ 2559	275	265	1+[2]+1+[3]+[2]+1=10
10/ 11/ 2559	274	264	1+1+1+1+[5]+1=10
11/ 11/ 2559	272	262	1+[2]+1+1+1+[2]+1+1=10
*12/ 11/ 2559	268	258	[3]+[7]*=10
รวม	4652	4514	138

หมายเหตุ จำนวนครั้ง Ping ที่ไม่ผ่าน x+x+x=y หมายถึง จำนวน 1 ครั้ง และหากมากกว่า 1 ครั้ง จะเป็น [x]=y ในรอบการทดลองการเชื่อมต่อ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อเครื่องตรวจจับ พบว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายทำงานผิดปกติ (Reset)

รีสตาร์ท	เริ่มทำงานใหม่	เวลาในการหยุดทำงาน	กลับมาทำงานได้ต่อเนื่อง	ที่มาและสาเหตุ
[12/ 11/ 2559] 14:48 น.	[12/ 11/ 2559] 14:58 น.	5 นาที	ปกติ	จำนวนการทดสอบการเชื่อมต่อเกิดความผิดพลาดมากกว่า 5 ครั้ง
[12/ 11/ 2559] 16:25 น.	[12/ 11/ 2559] 16:33 น.	3 นาที	ปกติ	หลุดการเชื่อมต่อ กลับมาเชื่อมต่อได้ แต่รับ IP Address มาไม่ถูกต้อง

ทำงานผิดปกติ คือ ระบบตรวจพบว่า อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย มีผลตอบสนองที่ผิดตามเงื่อนไข

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อเครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟาย สำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย เกิดความผิดพลาดระบบไม่สามารถทำงานได้ (System Error)

เริ่มทำงาน	หยุดทำงาน	ทำงานต่อเนื่อง	เริ่มทำงานอีกครั้ง	ไม่สามารถทำงานได้
[26/ 10/ 2559] 20:17 น.	[31/ 10/ 2559] 20:24 น.	120 ชั่วโมง (5 วัน)	[31/ 10/ 2559] 20:29 น.	5 นาที
[31/ 10/ 2559] 20:29 น.	[5/ 11/ 2559] 02:05 น.	101 ชั่วโมง 30 นาที (4 วัน)	[5/ 11/ 2559] 02:08 น.	3 นาที
[5/ 11/ 2559] 02:08 น.	[12/ 11/ 2559] 01:08 น.	168 ชั่วโมง (7 วัน)	[12/ 11/ 2559] 01:13 น.	5 นาที

5. สรุปผล

จากการที่ได้ทดลองในระยะเวลารวม 16 วัน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

จากผลทดลองในตารางที่ 4.1 สรุปผลทดลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Ping) ได้ 4,652 ครั้ง และ สามารถทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายได้ 4,514 ครั้ง ซึ่งผลทดลองดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่ามีประสิทธิภาพในทด ลองการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

$$\text{Performance of connections test} = 97.03\ \%$$

5.2 สรุปผลการทดลองการตรวจจับการหยุดทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายมีการหยุดทำงานและทำงานผิดปกติ 2 ครั้ง และเครื่อง ได้ทำการรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และ สามารถกลับมาทำงานได้ปกติใน 2 ครั้ง หลังจากที่ได้ทำการรีสตาร์ทอุปกรณ์กร ะจายสัญญาณไร้สาย โดยสามารถสรุปผลในการรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายใช้เวลาเฉลี่ย 4 นาที

5.3 สรุปผลเวลาการทำงานต่อเนื่องของเครื่องตรวจจับการหยุดทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 สามารถสรุประยะเวลาการทำงานต่อเนื่องของ เครื่องตรวจจับสัญญาณวายฟาย สำหรับรีสตาร์ทอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย ระบบทำงานเกิดความผิดพลาดหยุดทำงานไป 3 ครั้ง ในการทดลอง สามารถทำงานได้ต่อเนื่องเฉลี่ย 129.8 ชั่วโมง (5.4 วัน) และสามารถกลับมาทำงานใหม่อีกครั้งได้ในเวลาเฉลี่ย 4.3 นาที ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากสาเหตุความผิดพลาดหลายปัจจัย เช่น ระบบไฟฟ้า, อุณหภูมิของเครื่อง เป็นต้น โดยจะต้องทำ การติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้า เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาของระบบไฟฟ้า ในอาคาร และความผิดพลาดนี้มีผลต่อเสถียรภาพของเครื่อง และอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย

สรุป ผลการทดลอง ของเครื่องจากการทดลองกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายจำนวน 1 เครื่อง เพื่อทดลองให้เห็นถึงการตรวจจับการหยุดทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบไม่สามารถตรวจเช็คและแก้ไขปัญหาในเวลาทำการ ได้ ซึ่งส่งผลให้การพร้อมใช้งานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายหยุดทำงานได้

ในแนวทางการพัฒนาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายที่มีจำนวนมากขึ้นนั้น สามารถพัฒนาได้หลายแนวทางอาทิเช่น การตรวจจับในลักษณะอนุกรมไปตาม ลำดับ จำนวน ของ อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และเพิ่มเทคนิคในการตรวจจับและการประมวลผล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบเครือข่ายที่ใช้งาน และอีกส่วนหนึ่งพบว่าโมดูลเวลาที่ใช้ในการกำหนดอ้างอิงบันทึกผลที่เกิดขึ้นมีความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ 25 % ทำให้ต้องพัฒนา โมดูลเวลา ใหม่และ สามารถนำไปใช้งานได้จริงนำไป ประยุกต์ ใช้งาน กับอุปกรณ์ Network ได้ เช่น เราเตอร์ , สวิตซ์, กล้อง วงจรปิดแบบ ไอพี, เป็นต้น และตัวเครื่องมีประสิทธิภาพการทำงานแก้ไขปัญหาได้100% จากการทดสอบ 17 วัน

เอกสารอ้างอิง

[1] ไกรวิทย์ เตชะวิทยปกรณ. (2556). งานวิจัยระบบควบคุมการทำงานเครือข่ายไร้สายขนาดย่อมสำหรับการให้บริการแบบเคลื่อนที่ในพื้นที่ที่ผู้ ใช้งานหนาแน่น . ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[2] ประชา ลักษมีวณิชย์ . (2548). งานวิจัยระบบตรวจสอบสถานภาพการทำงานของแอคเซสพอยต์ไร้สาย ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้ าพระนครเหนือ.

[3] กายรัฐ เจริญราษฎร์. (2557). บทความวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของเครือข่าย IPv6,IPv4 และ Dual Stacks ที่เปิดใช้งานการประกันคุณภาพการให้บริการ . ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ . คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] ปฐมพงษ์ หิรัญพงษ์. (2557). งานวิจัยระบบเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ ายที่มี ไอพี แอดเดรส ไม่ตรงกับค่ามาตรฐานของระบบแม่ข่าย. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] อาทิตย์ ราศรีสวย. (2552). งานวิจัยการวินิจฉัยความล้มเหลวในการเชื่อมต่อเครือข่ายโดยโปรโตคอลทีซีพีไอพีโดยใช้ตัวแบบเครือข่ ายเบยส์ .สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ . คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมต่อการใช้งานได้และประสิทธิภาพของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต

Effect of Sample Amount on Usability and Effectiveness in Geometric Pattern series captcha

ธวัชวงศ์ ลาวัลย์[1] และ หนึ่งฤทัย นามวิเศษ[2]

[1]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 41150 โทรศัพท์ +66 4375 4241 E-mail: thawatwong@gmail.com

[2]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 41150 โทรศัพท์ +66 4375 4241 E-mail: tonmaibaimon@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของจำนวนตัวอย่างอนุกรมของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ตโดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแคปท์ชาและการใช้งานได้ของแคปท์ชา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระดับนัยสำคัญและหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบ Multiple comparison ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตนับเป็นแคปท์ชาที่มีประสิทธิภาพ จากเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ทุกระดับของกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาถึงผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตพบว่าจำนวนตัวอย่างมีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะใช้ในแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตพบว่าจำนวนตัวอย่างอนุกรมที่เหมาะสมควรใช้จำนวน 2 ตัวอย่างอนุกรมก็เพียงพอที่จะเป็นแนวทางให้ผู้ใช้บอกถึงความสัมพันธ์ของอนุกรมที่กำหนดและคาดการณ์ได้ว่า รูปเรขาคณิตที่หายไปคืออะไร จนสามารถได้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อผ่านเข้าไปใช้งานในระบบเน็ตเวิร์คได้

คำสำคัญ: แคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต, จำนวนตัวอย่างอนุกรม, การใช้งานได้,ประสิทธิภาพของแคปท์ชา

Abstract

In this paper, the effect of the number of sample on usability and effectiveness in geometric pattern series captcha were studied. We use 400 internet users as the sample. Effectively index and usability index were determined by developing geometric pattern series captcha in 3 levels based on amount sample of pattern series. And then we analyze the data by using statistic program and analyze the difference of group by multiple comparison pos-hoc analysis method. The result reveal that the geometric pattern series captcha were effective because the internet users 80 in 100 users could pass the challenge. And when consider with amount of sample pattern series, the result strongly supported that the number of sample pattern series have effect on the time to finding the correct answer of sample groups at the confidence level of $p<0.05$. And the result also shown that an appropriated amount of sample pattern series should be 2 or more samples because 2 sample can be made internet user have enough clue for series relationship. That make internet user can find the missing shape form the pattern which become the correct answer in short time.

Keywords: Geometric Pattern series captcha, Sample Amount, Usability, Effectiveness of captcha

1. บทนำ

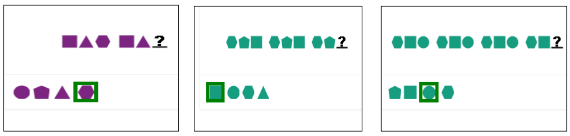
แคปท์ชา (CAPTCHA) ย่อมาจาก Completely Automated Public Turing Computer and Humans Apart หมายถึง กลไกอัตโนมัติที่ใช้ทดสอบเพื่อให้ทราบว่า มนุษย์ หรือ คอมพิวเตอร์ กำลังดำเนินกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งกับระบบเครือข่าย ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าผู้ที่กำลังติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นมนุษย์หรือไม่ แคปท์ชานับเป็นด่านหน้าของระบบเครือข่ายที่สำคัญในการช่วยป้องกัน “Bot” หรือ “Robot” ซึ่งถือเป็นภัยคุกคามต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งระดับการคุกคามของบอทนั้นมีตั้งแต่การสร้างความรำคาญใจ ไปจนถึงการการสแปมเอกสาร (Spam) ส่งผลให้ระบบเครือข่ายไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติหรือที่เรียกกันว่าระบบล่ม แคปท์ชาแบบอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตเป็นแคปท์ชาอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความน่าสนใจ และมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงมีลักษณะเป็นแคปท์ชาที่มีการใช้หลักความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข โดยบุคคลสามารถจะคิดและอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้ ต้องใช้การสังเกต การวิเคราะห์ หา

เหตุผลสนับสนุนจนได้บทสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งความสัมพันธ์อาจมาในรูปแบบของชุดของตัวเลข รูปภาพ หรือรูปเรขาคณิต ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเมื่อทราบกฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ที่กำหนดในแต่ละแบบรูป ก็จะสามารถคาดเดาหรือคาดการณ์ได้ว่า สิ่งต่างๆ รูปเรขาคณิต รูปอื่นๆ หรือ จำนวนที่หายไปคืออะไร โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยภาษาอื่นใดในการช่วยอธิบาย ซึ่งจะช่วยในเรื่องของข้อจำกัดทางภาษา และสร้างแคปชาที่มีลักษณะเป็นภาษาสากลโดยใช้คณิตศาสตร์ ในลักษณะอนุกรมแบบรูป ที่เป็นนับเป็นอนุกรมพื้นฐาน สามารถคิดแก้ปัญหาโดยผ่านการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุด้วยผลโดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะการคำนวณ อาศัยแนวคิดของการใช้กระบวนการคิด สรุป และแก้ปัญหา ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าแคปท์ชาแบบอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตเป็นที่น่าสนใจ และสามารถที่จะแยกแยะและทำการตรวจสอบความเป็นมนุษย์ (Human) หรือ หุ่นยนต์ (BOT) ได้ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของการใช้แคปท์ชาแบบอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต นั่นคือการสร้างประสบการณ์หรือการสร้างกระบวนการคิดให้กับมนุษย์จนสามารถที่จะสรุปและคาดเดาหรือคาดการณ์ได้ว่ารูปเรขาคณิตรูปใด ที่จะต้องระบุเพื่อให้ผ่านช่องทางเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้

ดังนั้นการกำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีอนุกรมตัวอย่างน้อยเกินไปอาจส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถระบุรูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง หรือถ้าใช้ตัวอย่างที่มากเกินไปก็อาจส่งผลต่อการใช้งานหรือการเสียพื้นที่ในหน้าเว็บเพจโดยไม่จำเป็น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมต่อการใช้งานได้และประสิทธิภาพของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่สามารถใช้งานได้จริงต่อไป

2. การดำเนินการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการสร้างสภาวะแวดล้อมของการศึกษาในระบบเครือข่าย ร่วมกับการพัฒนาแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างจำนวน 3 ระดับ คือ 1 ตัวอย่าง , 2 ตัวอย่าง และ 3 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 1



ก.อนุกรม 1 ตัวอย่าง ข.อนุกรม 2 ตัวอย่าง ค.อนุกรม 3 ตัวอย่าง

รูปที่ 1 อนุกรมที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างกัน

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือประชาชนผู้ใช้อินเตอร์เน็ตอ้างอิงจากข้อมูลการสำรวจของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) (ETDA) พบว่ามีจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ต ปี 2559 (Thailand Internet User Profile 2016) ทั้งสิ้น 38,015,725 คน จากนั้นนำมาคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา โดยใช้สูตรของ TARO YAMANE ดังนี้

สูตร $n = N / 1 + N(e)^2$

โดย n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้เท่ากับ 5%

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง = $38{,}015{,}725/1+38{,}015{,}725(0.05)^2$

= 400 คน

จากนั้นทำการสุ่มแบบ Accidental Sampling โดยการประชาสัมพันธ์เชิญชวนผู้สนใจเข้าร่วมโครงการทำการกรอกข้อมูลทั่วไปและทำแบบทดสอบเกี่ยวกับแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตผ่านระบบเครือข่าย จนได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวนที่ต้องการ

2.3 ระเบียบวิธีการศึกษา

การศึกษาถึงปัจจัยด้านจำนวนตัวอย่างอนุกรมของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่เหมาะสม ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานได้และประสิทธิภาพของแคปท์ชา วางแผนการทดลองแบบ Factorial Design มีขั้นตอนกระบวนการศึกษาดังนี้

1.ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตขึ้นโดยใช้ภาษา C# ร่วมกับการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลในการจัดเก็บแบบสอบถาม

2.พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป และแบบทดสอบเกี่ยวกับแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ที่มีการกำหนดจำนวนตัวอย่างไว้ 3 ระดับ ทำการติดตั้งแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต แบบสอบถามและแบบทดสอบลงบนเซิร์ฟเวอร์ ประชาสัมพันธ์ให้กลุ่มตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมทำการศึกษาเข้ามาทดลองทำแบบทดสอบจนได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างครบตามกำหนด

3.ทำการเก็บข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ค่าสถิติพื้นฐาน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติเพื่อการวิเคราะห์

ข้อมูลทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าคะแนน โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for Windows Version 10.0 และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ multiple comparison analysis

2.5 ผลการศึกษา

ผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมต่อการใช้งานได้และประสิทธิภาพของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต แสดงได้ดังนี้

ในด้านประสิทธิภาพของการใช้งานแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ใช้ดัชนีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จหรือเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเพื่อแสดงให้เห็นว่าแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตมีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้จริง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์สำเร็จของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างกัน

จำนวนตัวอย่างอนุกรม	จำนวนครั้งที่ตอบถูก	จำนวนครั้งที่ตอบทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ
1 ตัวอย่าง	365	439	83.14
2 ตัวอย่าง	394	414	95.17
3 ตัวอย่าง	362	418	86.60

จากตารางจะเห็นได้ว่าจำนวนตัวอย่างมีผลต่อประสิทธิภาพของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต และจำนวนตัวอย่างอนุกรม 2 ตัวอย่าง มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการตอบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 95.14 แต่อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการตอบของแคปท์ชามีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ทุกระดับของกลุ่มตัวอย่าง นั่นหมายความว่าผู้ใช้ 80 ใน 100 คน สามารถกรอกคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้องและสามารถที่จะผ่านระบบยืนยันความเป็นมนุษย์เพื่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้ ดังนั้นจึงนับว่าแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตเป็นแคปท์ชาที่มีประสิทธิภาพ

และเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยด้านจำนวนตัวอย่างอนุกรมที่เหมาะสม โดยใช้ปัจจัยด้านระยะเวลาที่ใช้ในการตอบแคปท์ชาผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2

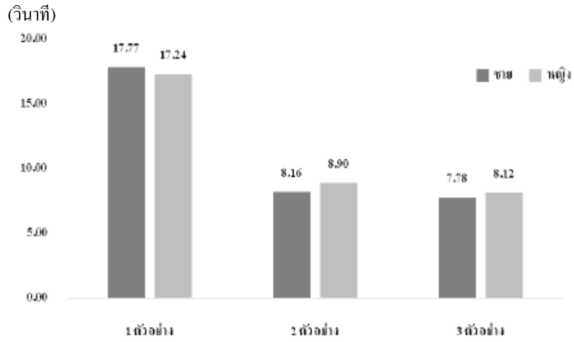
จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าจำนวนตัวอย่างอนุกรมของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตมีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบโดยส่งผลให้ระยะเวลาในการหาคำตอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวอย่างมากขึ้นจะส่งผลระยะเวลาในการหาคำตอบลดลง และระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาที่มีจำนวน 2 และ 3 ตัวอย่างอนุกรมใช้เวลาน้อยกว่าจำนวนตัวอย่างอนุกรมเพียงตัวอย่างเดียวถึงกว่า 9 วินาที แต่อย่างไรก็ตามแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวน 2 และ 3 ตัวอย่างกลับไม่มีความแตกต่างกันในด้านเวลาที่ใช้หาคำตอบ ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบคำถาม

จำนวนตัวอย่าง	เวลาที่ใช้ในการตอบ (วินาที)
1 ตัวอย่าง	17.5 ± 18.2^{b}
2 ตัวอย่าง	8.57 ± 14.6^{a}
3 ตัวอย่าง	7.97 ± 7.14^{a}

^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

จากนั้นทำการศึกษาถึงปัจจัยด้านเพศที่มีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ผลการศึกษาแสดงในแผนภูมิที่ 1

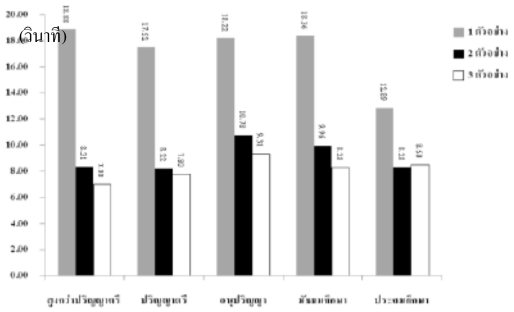


แผนภูมิที่ 1 ระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างกัน 3 ระดับแยกตามเพศ

จากแผนภูมิที่ 1 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาที่ปัจจัยความแตกต่างระหว่างเพศพบว่าในแต่ละกลุ่มของจำนวนตัวอย่างอนุกรมนั้นเพศที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยจำนวนตัวอย่างอนุกรม พบว่าจำนวนตัวอย่างอนุกรมมีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวนตัวอย่าง 1 ตัวอย่างส่งผลให้มีระยะเวลาในการหาคำตอบสูงที่สุดคิดเป็นเวลา 17.77 และ 17.24 ตามลำดับ และเป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อทำการเพิ่มจำนวนตัวอย่างอนุกรมเป็น 2 ตัวอย่างและ 3 ตัวอย่างพบว่าระยะเวลาในการหาคำตอบลดลง เมื่อทำการทดสอบระดับนัยสำคัญพบว่าระยะเวลาในการ

หาคำตอบของแคปท์ชาที่มีจำนวนตัวอย่างอนุกรม 2 ตัวอย่างและ 3 ตัวอย่างแตกต่างกับแคปท์ชาที่มีจำนวนตัวอย่างอนุกรม 1 ตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ส่วนแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวน 2 และ 3 ตัวอย่างกลับไม่มีความแตกต่างกันในด้านเวลาที่ใช้หาคำตอบ

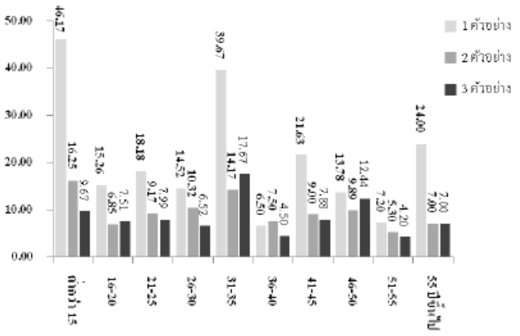
ต่อมาทำการศึกษาถึงผลของจำนวนตัวอย่างอนุกรมที่มีผลกระทบกับปัจจัยด้านระดับการศึกษา ดังผลการศึกษาในแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 ระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต

จากแผนภูมิที่ 2 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าจำนวนตัวอย่างอนุกรมที่แตกต่างกันมีผลทำให้ระยะเวลาในการหาคำตอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณตัวอย่างอนุกรมเป็น 2 ตัวอย่างและ 3 ตัวอย่างพบว่า ระยะเวลาในการหาคำตอบที่ถูกต้องลดลง

จากนั้นทำการศึกษาถึงปัจจัยด้านอายุที่มีผลต่อระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิต ผลการศึกษามีความสอดคล้องกันกับปัจจัยด้านการศึกษากล่าวคือ ระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาที่มีจำนวนตัวอย่างอนุกรม 1 ตัวอย่าง มีระยะเวลาในการหาคำตอบมากที่สุดทุกกลุ่มอายุ และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าในทุกกลุ่มอายุใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างอนุกรมเป็น 2 และ 3 ตัวอย่างพบว่าระยะเวลาในการหาคำตอบของทุกกลุ่มอายุลดลง ดังผลการศึกษาในแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 ระยะเวลาในการหาคำตอบของแคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตที่มีจำนวนตัวอย่างแตกต่างกัน 3 ระดับแยกตามกลุ่มอายุ

3. สรุป

แคปท์ชาอนุกรมแบบรูปเรขาคณิตเป็นแคปท์ชาที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานได้จริง จำนวนตัวอย่างอนุกรมที่เหมาะสมคือ 2 ตัวอย่างอนุกรม จากผลการศึกษาพบว่าเพียงพอที่จะเป็นแนวทางให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจลักษณะความสัมพันธ์ที่กำหนด จนสามารถคาดการณ์คำตอบที่ถูกต้องได้ โดยไม่มีผลกระทบจากปัจจัยด้านเพศ อายุ และระดับการศึกษา ของผู้ใช้งานระบบอินเตอร์เน็ตเข้ามาเกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าแบบรูปและอนุกรมเป็นเรื่องของความเข้าใจและประสบการณ์เฉพาะบุคคล

เอกสารอ้างอิง

[1] ภาสกร ยูถะสุนทร. การประเมินประสิทธิภาพแคปท์ชา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต,สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2557.

[2] นาถลดา มนต์ทอง. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ม.1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อเดือนเมษายน10,2558: จากเว็บไซต์ http://www.tup.ac.th/tup/learning

[3] สุทธิเกียรติ มีลาภ.การสำรวจระบบแคปท์ชา.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2557.

[4] Thailand Internet user survey 2016. Electronic Transactions Development Agency (Public Organization). Search on Feb, 2017. https://www.it24hrs.com/2016/etda-thailand-internet-user-profile-2016/.

[5] R. Datta, D. Joshi, J. Li, and J. Z. Wang, "Image retrieval: Ideas, influences, and trends of the new age," ACM Compute. Survey, vol. 40, no. 2, May 2008, pp. 5:1–5:60.

[6] L. von Ahn, B. Maurer, C. McMillen, D. Abraham, and M. Blum, "recaptcha: Human-based character recognition via web security measures," Science, vol. 321, no. 5895, 2008, pp.1465–1468.

การรู้จำใบหน้าเพื่อความปลอดภัยสำหรับประตูอัตโนมัติ

Face Recognition for Automatic door security

จตุรนต์ เงินพลับพลา[1] และ อธิฐาน จ่างเจริญ[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 โทรศัพท์ 0-2988-4021 E-mail: jaturon@mut.ac.th
[2]หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530 โทรศัพท์ 0-2988-4021 E-mail: athi.lhong@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าบุคคล โดยอาศัยองค์ความรู้จากแบบจำลองใบหน้าบุคคล (Human Face Model) และใช้หลักการรู้จำใบหน้าบุคคล มาประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยในการเปิด-ปิดประตูแบบอัตโนมัติ โดยจะมีการวัดระยะทำการของระบบ ถ้ามีบุคคลเข้ามาแต่ยังไม่ถึงระยะทำการระบบ ระบบก็จะไม่ทำการประมวลผลจนกว่าจะเข้ามาในระยะทำการของระบบ ผลการทดลองในการตรวจจับใบหน้าบุคคลได้ความถูกต้อง 90.83% และความถูกต้องของการรู้จำใบหน้าบุคคลได้ความถูกต้อง 93.33% จากเปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การตรวจจับใบหน้าบุคคล, การรู้จำใบหน้าบุคคล, การรักษาความปลอดภัย

Abstract

In this paper present a technique for face detection by using knowledge that based on the combination between human face model and face recognition. The algorithm takes advantages of high performance for security to open and close the automatic door. The distance checking will tracking and recognition. From the experimental results, the performance form face detection and face recognition demonstrates high quality results.

Keywords: face detection, face recognition, security

1. บทนำ

เนื่องจากมีการนำเทคนิคต่างๆ เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ในปัจจุบันจำนวนมากซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตของเรา เช่น ด้านความปลอดภัย ได้แก่ การใช้กล้องวงจรปิดในการตามจับคนร้ายหรือตรวจจับป้ายทะเบียนรถที่ฝ่าสัญญาณไฟจราจร การเปรียบเทียบลายนิ้วมือเพื่อระบุตัวตน (Finger Print) และการรู้จำใบหน้าคน (Face Recognition) [1-2] เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบบุคคลกับภาพในฐานข้อมูล กล่าวคือ ระบบจะมีการจัดเก็บภาพบุคคลที่เราสนใจหรือที่เราต้องเอาไว้เป็นฐานข้อมูล (Database) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับภาพจากกล้องที่ทำการบันทึกได้ พร้อมระบุว่า บุคคลดังกล่าว ใช่บุคคลที่มีในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช่ระบบจะสามารถระบุชื่อของบุคคลนั้นได้

ดังนั้นบทความนี้พัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าคนอย่างง่ายจากองค์ความรู้ด้านการประมวลผลภาพมาทำให้จดจำและแยกแยะบุคคลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการระบุตัวตนของผู้ใช้งานในการเปิดปิดประตูอัตโนมัติ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับอัลกอริธึมจะนำเสนอในหัวข้อที่ 2 หัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงผลการทดลอง และหัวข้อสรุปจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4

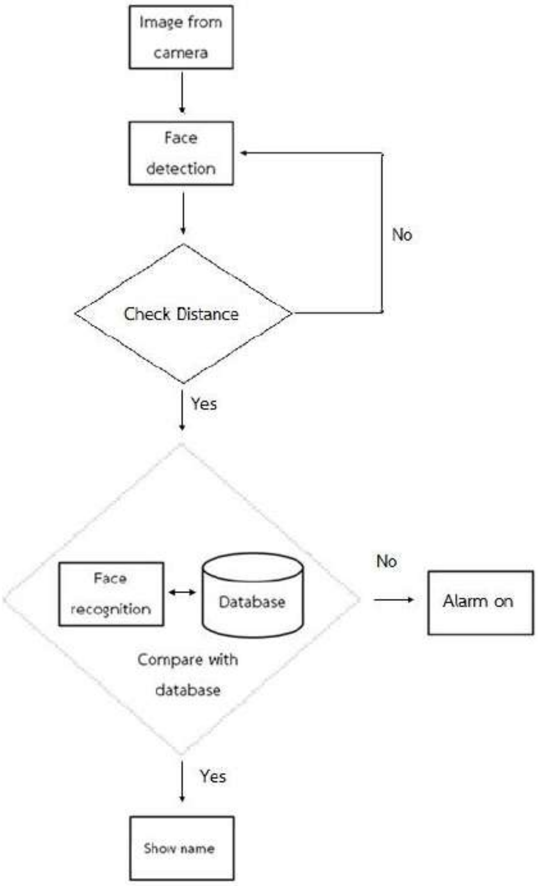
2. โครงสร้างของระบบ

ระบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อสร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน ประตูอัตโนมัติมีทั้งที่เป็นแบบใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับคน แล้วทำการเปิดปิด เทคนิคนี้สะดวก ใช้งานง่าย แต่ความปลอดภัยต่ำ เพราะไม่มีระบบการตรวจสอบจากผู้ใช้งาน บทความนี้ได้นำความรู้ด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ทำเป็นระบบรักษาความปลอดภัยในที่อยู่อาศัย โดยแบ่งการทำงานเป็น 4 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การตรวจจับใบหน้าบุคคล การวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพ การรู้จำใบหน้าบุคคล และการแจ้งสัญญาณเตือนภัย (รูปที่ 1)

2.1 การตรวจจับใบหน้าบุคคล

การตรวจจับใบหน้าบุคคลนั้นได้อาศัยองค์ความรู้จากแบบจำลองใบหน้าบุคคล (Human Face Model) มาจำลองระบบเพื่อค้นหาใบหน้าในปัจจุบันนั้นมีหลายวิธีมาก [3-4] เช่น เทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์(Biometric Technology) วิธีการเชิงเรขาคณิต (Geometry Base

Method) วิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ (Template Base Method) เทคนิคการแบ่งตัดภาพสี (Color Segmentation Techniques) วิธีการลักษณะที่ปรากฏ (Appearance Base Approaches) แต่วิธีการที่ได้นำมาทำการทดลองเพื่อค้นหาใบหน้าบุคคล คือวิธีการแบบเทคโนโลยีแบบไบโอเมตริกซ์ (Biometric Technology) เทคนิคนี้ได้เป็นที่นิยมและแพร่หลายในการนำมาตรวจจับใบหน้าบุคคลและนำมาประยุกต์ใช้ในงานรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างมาก [5] ขั้นตอนนี้จะสำคัญมากเพราะจะเป็นขั้นตอนที่จะช่วยลดระยะเวลาและเพิ่มอัตราความถูกต้องให้การรู้จำใบหน้า โดยการตรวจจับเพราะพื้นที่ใหน้าเพื่อนำมาประมวลผลเพื่อรู้จำและระบุชื่อบุคคลนั้น (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 หลักการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย

2.2 การวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพ

จากปัญหาของผู้ใช้งานที่จะใช้งานประตูอัตโนมัติไม่ควรที่จะอยู่ห่างไกลประตูเกินไป เพราะอาจจะทำให้สิ่งที่ไม่ต้องการเข้ามาระหว่างที่ผู้ใช้งานยังเกินมาไม่ถึง ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการวัดระยะ (Distance Checking: DC) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของระบบอัตโนมัติจากบุคคลภายนอกที่ได้เดินเข้ามาในระยะใกล้ตัวประตูบ้านมากเกินไป โดยระบบจะทำการตรวจจับใบหน้าบุคคลตั้งแต่เข้ามาในเฟรมภาพ แต่ระบบจะทำการเปรียบเทียบใบหน้ากับฐานข้อมูลก็ต่อเมื่อเข้ามาถึงระยะทำการของระบบโดยกำหนดไว้ที่ 1 เมตรห่างจากประตูบ้าน โดยการวัดระยะนี้ได้ทำการคำนวณจากจำนวนพิกเซล (Pixel) ของใบหน้าบุคคลที่ถูกตรวจจับ เนื่องจากถ้าผู้ใช้งานเดินเข้ามาใกล้กับประตูอัตโนมัติ จำนวจพิกเซลของกรอบการตรวจจับใบหน้าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทางกลับกัน ถ้าผู้ใช้งานอยู่ห่างจากประตู จำนวนพิกเซลของหน้าผู้ใช้งานจะมีจำนวนน้อย (รูปที่ 3)

รูปที่ 2 แบบจำลองใบหน้าบุคคล

รูปที่ 3 การนับจำนวนพิกเซลของใบหน้าเพื่อนำไปวัดระยะ

2.3 การรู้จำใบหน้าบุคคลแบบไอเกนเฟส (Eigen Face Recognition)

การรู้จำใบหน้าบุคคลแบบไอเกนเฟส [6] เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำให้ระบบทำงานได้รวดเร็วในการเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้า โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) [7] มาเพื่อช่วยลดมิติของภาพให้เป็นมิติเดียวและทำการหาค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้าจากสมการ (1)

$$\psi = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} T_i \tag{1}$$

ψ คือ ค่าเฉลี่ยของภาพใบหน้าทุกภาพ

M คือ จำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด

T คือ เวกเตอร์ภาพใบหน้าที่ใช้ในการเรียนรู้

ค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม C จะหาได้ตามความสัมพันธ์ที่ได้จากสมการ (2)

$$C = \frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M}\Phi_n\Phi_n^T = AA^T \tag{2}$$

โดยค่ากลางของภาพ (Φ) หาได้จากสมการ (3)

$$\Phi_i = T_i - \psi \tag{3}$$

เมื่อ A คือชุดข้อมูลเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการคำนวณหาค่าไอเกนเวกเตอร์($\hat{e}_i$) และค่าไอเกนของเมตริกซ์ความแปรปรวน(μ_i) จากสมการ (4)

$$C(A\hat{e}) = \mu_i(A\hat{e}_i) \tag{4}$$

ในส่วนของการรู้จำใบหน้าจะทำการโปรเจค (Projection) ลงบนปริภูมิหน้า (Face Space) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของค่าทดสอบ โดยคำนวณได้จากสมการ (5) การคำนวณหาค่าผิดพลาด (Error) โดยใช้วิธีการแบบยูคลิเดียน (Euclidean Distance) เป็นการเปรียบเทียบระยะของภาพทดสอบและภาพแบบไอเกน หาได้จากสมการ (6)

$$W_k = \mu_k^T\Phi_k \tag{5}$$

$$Error = \|W - W_k\| \tag{6}$$

โดยกำหนดให้ W เป็นใบหน้าไอเกน และ W_k เป็นใบหน้าที่เข้ารับการทดสอบลำดับที่ k วิเคราะห์จากระยะห่างของใบหน้าที่นำมาทดสอบถ้าใบหน้าที่นำมาทดสอบมีระยะห่างจากใบหน้าไอเกนน้อยที่สุดคือใบหน้านั้น

2.4 ส่วนสัญญาณแจ้งเตือน

ในส่วนของสัญญาณแจ้งเตือนนี้จะทำงานร่วมกันกับส่วนของการตรวจวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพ และส่วนของการรู้จำใบหน้าบุคคล โดยส่วนนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการตรวจจับว่ามีบุคคลเข้ามาในระยะทำการของระบบแล้ว และบุคคลที่เข้ามามีใบหน้าไม่ตรงกับฐานข้อมูลส่วนของสัญญาณเตือนจะทำงาน

3.ผลการทดลอง

การทดลองนี้ได้ถูกพัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2012 โดยภาษา C# และได้ทำการทดลอง 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนการตรวจจับใบหน้าบุคคล ส่วนการรู้จำใบหน้าของคน ส่วนการวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การทดลองตรวจจับใบหน้าบุคคล

ในส่วนนี้ได้ทำการทดลองตรวจจับใบหน้าบุคคลจำนวน 30 คน โดย 1 คนจะทำการตรวจจับ 4 รูปแบบ คือ หน้าตรง หันซ้าย หันขวา เงยหน้า และผลจากการทดลองส่วนของการตรวจจับใบหน้านี้ ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดลองความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าบุคคล

	จำนวนใบหน้า	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ตรวจจับได้	109	90.83
ตรวจจับไม่ได้	11	9.17
รวม	120	100.00

รูปที่ 4 ตัวอย่างใบหน้าที่ตรวจจับได้

รูปที่ 5 ตัวอย่างใบหน้าที่ตรวจจับไม่ได้

3.2 การทดลองการวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพ

การทดลองวัดระยะบุคคลจากเฟรมภาพได้ทำการทดลองวัดพิกเซลใบหน้าจากระยะทาง 1, 1.5, 2 เมตรห่างจากจุดวางกล้อง โดยทำการทดลองการวัดทุกระยะทางอย่างละ 30 ครั้ง ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของจำนวนพิกเซลต่อระยะทางมาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองระยะทางต่อพิกเซลใบหน้าบุคคล

ระยะทาง (m)	จำนวนพิกเซลเฉลี่ย
1	362
1.5	258
2	184

รูปที่ 6 ตัวอย่างการวัดระยะจากพิกเซลใบหน้าบุคคล

3.3 การทดลองการรู้จำใบหน้าบุคคล

การรู้จำใบหน้าบุคคลได้นำภาพใบหน้าจากส่วนการตรวจจับใบหน้าบุคคลมาทำการทดลองรู้จำใบหน้าโดยวิธีไอเกน โดยทำการทดลอง 10 คน คนละ 3 ครั้ง เดินสลับกันเข้าออกหน้ากล้องได้ผลการทดลองตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดลองความแม่นยำในการรู้จำใบหน้าบุคคล

	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
แสดงชื่อถูก	28	93.33
แสดงชื่อผิด	2	6.67
รวม	30	100.00

(ก) (ข)

รูปที่ 7 การรู้จำใบหน้าที่ถูกต้อง (ก) การรู้จำใบหน้าที่ผิด (ข)

4.สรุปผลการทดลอง

ในบทความวิจัยนี้ ได้มีการนำเสนอวิธีการตรวจจับและรู้จำใบหน้า โดยใช้จุดเด่นของเทคนิคไบโอเมตริกซ์ร่วมกับเทคนิคการวัดระยะเพื่อเพิ่มความถูกต้องและความปลอดภัยให้กับระบบอัตโนมัติในการค้นหาและตรวจจับใบหน้าคน การรู้จำจากเทคนิคไอเกนเฟสเป็นเทคนิคอย่างง่ายให้ความถูกต้องสูง ใช้เวลาประมวลผลต่ำ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอในการตรวจจับและรู้จำใบหน้าที่มีคุณภาพที่สูงขึ้นเหมาะสมสำหรับการใช้กับประตูอัตโนมัติอย่างง่าย

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณจักรกฤษณ์ ภาสุกรุล และคุณสาโรจน์ เลิศล้ำสมบัติ ที่ช่วยเก็บผลการทดลองและจัดการสถานที่ในการทำงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Yu Fan, Wuxuan Zhu, Guangzhou Bai, Taibo Li, “Face recognition based on wavelet transform and neural network”, 2016 IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), pp. 1569–1572.

[2] ZHANG Jianming, LIU Yangchun, WU Honglin. “Face recognition algorithm based on extrem learning machine and subspace pursuit[J].” Computer Engineering, 2016, 42(1):168-173.

[3] Yi-Hong Lin, Hsiau Wen Lin, “Face Detection Based on the Use of Eyes Tracking”, 2016 International Computer Symposium (ICS), pp. 402-405.

[4] S. V. Tathe, A. S. Narote, S. P. Narote, “Face detection and recognition in videos”, 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON), pp. 1-6.

[5] Faundez-Zanuy, M., “Biometric Security Technology,” IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 21, no. 6, pp.15-26, 2006.

[6] M.A. Turk, A.P. Pentland, “Face recognition using eigenfaces”, Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings CVPR '91., IEEE Computer Society Conference on, pp. 586-591.

[7] M. Hubert, P. J. Rousseeuw and K. Vanden Branden, ROBPCA: a new approach to robust principal component analysis, Technometrics, 2005, 47(1), 64–79

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบการยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัยในโรงแรมด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้และระบบจำแนกใบหน้า

The Hotel Identification System using Near Field Communication and Face Recognition

สุรเชษฐ์ โทวราภา[1] เทวิน เอมิล บร๊านโซเซน[2] จิรกิตติ์ กั่วพานิช[3] ธนกฤต เอียงอิ่ม[4] คมสัน เกียรติกอบชัย[5] และ พงศธร เตชะเลิศกมล[6]

[1,2,3,4,5,6] สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 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]tevin.brau@bumail.net [3]jirakit.kuap@bumail.net

[4]tanaakit.aeng@bumail.net [5]komsan.kiat@bumail.net [6]pongsathorn.tech@bumail.net

บทคัดย่อ

งานวิจัย “ระบบยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัยในโรงแรมด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้และระบบจำแนกใบหน้า” นี้จึงเป็นงานวิจัยเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการยืนยันตัวบุคคลสำหรับในการเข้าใช้บริการของโรงแรม โดยมีลักษณะการทำงานด้วยการใช้อุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้ (NFC) และระบบรู้จำใบหน้า เพื่อเป็นการยืนยันตัวบุคคลอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยอุปกรณ์นี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Raspberry Pi 2 Model B) เป็นส่วนยืนยันตัวบุคคล ด้วยอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่ม คือ Pi Cam และส่วนเสริม NFC จากนั้นอุปกรณ์จะส่งข้อความการตรวจสอบไปที่ส่วนกลางด้วยรูปแบบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (M2M) ด้วยโปรโตคอล MQTT หลังจากยืนยันตัวบุคคลสำเร็จผู้ใช้งานโรงแรมสามารถเข้าสู่ห้องพักอาศัยอย่างปลอดภัยและสะดวกสบายมากขึ้น ทั้งนี้ระบบสามารถตอบสนองได้ภายในเวลาเฉลี่ย 9.25 วินาที มีความถูกต้อง 93.33 % สำหรับการจำแนกใบหน้า และ มีความถูกต้องที่ 100 % สำหรับการยืนยันด้วยระบบสื่อสารระยะใกล้

คำสำคัญ: สมาร์ทโฮเทล, ระบบยืนยันตัวบุคคล, โปรโตคอล เอ็มคิวทีที, ไมโครคอมพิวเตอร์, ราสเบอร์รี่พาย

Abstract

This research focuses on “The Hotel Identification System using Near Field Communication and Face Recognition” to easy access the hotel room. This device uses microcomputer (Raspberry Pi 2 Model B) with NFC Reader and/or Pi Cam to identify user. This device will send identification information of correct user to the centralized server. Then, the door will update information data via MQTT protocol and unlock the door suddenly. The face recognition has response time about 9.25 seconds which is 93.33 % correctly and there is 100% correct in NFC mode.

Keywords: Smart Hotel, Indentification System, MQTT Protocol, Microcomputer, Raspberry Pi

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งจะเชื่อมโยงการสื่อสารทุกรูปแบบให้ติดต่อกันได้ง่ายขึ้น ดังที่เห็นได้จากปริมาณของอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) เพิ่มขึ้นอย่างมากในทุกวันนี้ ส่งผลให้การพัฒนาอุปกรณ์ด้าน IoT กำลังเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น[1] เนื่องจากสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน และผู้ดูแลบริหารงานได้ง่ายขึ้น และรวดเร็วยิ่งขึ้นด้วย

ทั้งนี้ในการเข้าใช้บริการโรงแรมในปัจจุบันยังคงอาศัยอุปกรณ์พื้นฐานเช่นกุญแจ หรือ การ์ดข้อมูล สำหรับในการเข้าสู่ห้องพักอาศัย ซึ่งอุปกรณ์พื้นฐานเหล่านี้เสี่ยงต่อการสูญหาย อีกทั้งในบางโรงแรมการใช้การ์ดข้อมูลปลดล็อคประตู ยังมีความผิดพลาดอยู่มาก[2] ซึ่งการนำข้อมูลทางชีวภาพ (Biometrics) มาใช้ในส่วนของการยืนยันตัวตนยังมีความถูกต้องของข้อมูลมาก อีกทั้งในทุกวันนี้ผู้คนหันมาใช้งานอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือกันมากขึ้น ซึ่งโทรศัพท์มือถือในบางรุ่นสามารถยืนยันผู้ใช้งานได้ผ่านทางอุปกรณ์ NFC ส่งผลให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นจะต้องพกพากุญแจหรือการ์ดข้อมูลต่อไป การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้สร้างความสะดวกสบายให้ผู้เข้าใช้โรงแรม และง่ายต่อการอำนวยความสะดวก

2. Face Recognition [3-4]

การเรียนรู้จำใบหน้าของมนุษย์เริ่มต้นตั้งแต่อายุประมาณ 3 ปี ด้วยหลักการแยกส่วนประกอบของใบหน้าที่สำคัญ เช่น หู จมูก ปาก และส่วนประกอบของศีรษะ เช่น ทรงผม และรูปร่างของหัว ซึ่งการจะให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้จำรูปแบบของใบหน้าคน จำเป็นจะต้องใช้ความสามารถของเส้น ขอบ และมุม ของใบหน้า มาเป็นองค์ประกอบหลัก (Feature) ในการตัดสินใจ

การจำแนกใบหน้ารายบุคคลใช้ส่วนไลบารี่ ชื่อ FaceRecognizer [5] ที่เป็นรูปแบบโอเพ่นซอร์ส ของ OpenCV ซึ่งถูก

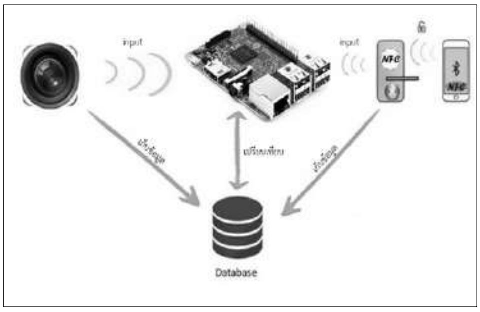
พัฒนาโดยบริษัท Intel ตั้งแต่ปี 1999 สามารถใช้งานได้ในหลายระบบปฏิบัติการ และใช้งานได้กับทุกรูปแบบเครื่องมือในโปรแกรมภาษาต่าง ๆ เช่น ภาษา C, C++ , Python และ Android

FaceRecognizer จะทำการ การลดข้อมูลของภาพที่จะใช้ด้วย Eigenfaces โดยยึดหลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) และหากใช้ในกรณีจริงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มจำนวนครั้งในการถ่ายภาพเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนอย่างน้อย 7-9 ภาพต่อบุคคล และใช้หลักการของ Local Binary Patterns Histograms (LBP) เพื่อเพิ่มความถูกต้องในกรณีที่แสงของภาพไม่สมดุลในเชิงสีสัน

3. การทำงานระบบยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัยในโรงแรม

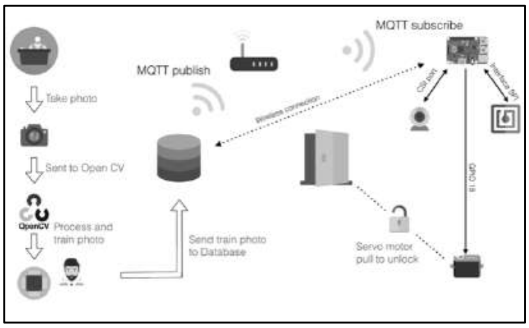
3.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าพักอาศัยในโรงแรม ด้วยวิธีการยืนยันตัวบุคคลผ่านทางการยืนยันด้วยใบหน้า และการยืนยันด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้ (NFC) ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถปลดล็อคประตูห้องพักเพื่อเข้าสู่ที่พักอาศัยได้ อีกทั้งยังสามารถติดตามเวลาการเข้าพักอาศัย และวิธีการเข้าพักอาศัยได้ภายหลัง



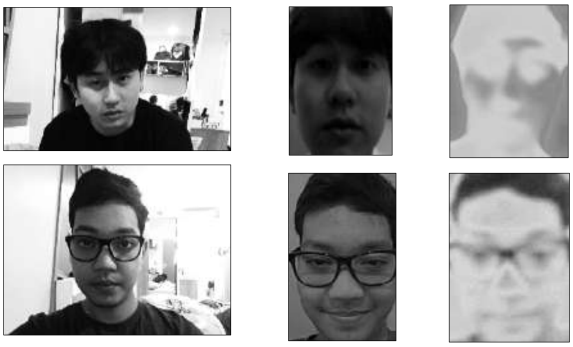
รูปที่ 1 แนวคิดในการยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัย

จากรูปที่ 1 แนวคิดในการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า และ อุปกรณ์ NFC ซึ่งสามารถเลือกใช้งานในการยืนยันตัวบุคคลได้จากวิธีในวิธีหนึ่งในการเข้าพักอาศัยในห้องพัก โดยมี Raspberry Pi เป็นส่วนประมวลผลระหว่างข้อมูลภาพถ่ายบุคคลหรือNFC กับข้อมูลที่อนุญาตให้เข้าพักอาศัย



รูปที่ 2 การยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้าผ่านทางกล้อง Pi Cam

กระบวนการใช้งานระบบจะเริ่มจากการเข้าสู่ระบบที่โรงแรมที่จุดลงทะเบียน ซึ่งต้องทำการถ่ายภาพบุคคลจำนวน 7-9 ภาพเพื่อจัดทำภาพต้นแบบสำหรับการยืนยันตัวบุคคลดังรูปที่ 3(ก) ซึ่งมีความละเอียดของภาพอยู่ที่ 640 x 480 pixel จากนั้นจะเลือกพิจารณาโดยเลือกพิจารณาที่ใบหน้าโดยการโฟกัสที่ใบหน้าดังรูปที่ 3(ข) และใช้หลักการ LBP เพื่อให้ได้รูปสำหรับเป็นต้นแบบในการพิจารณาดังรูป 3(ค)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3 ภาพที่เกิดขึ้นจากการทำต้นแบบสำหรับการยืนยันตัวบุคคล

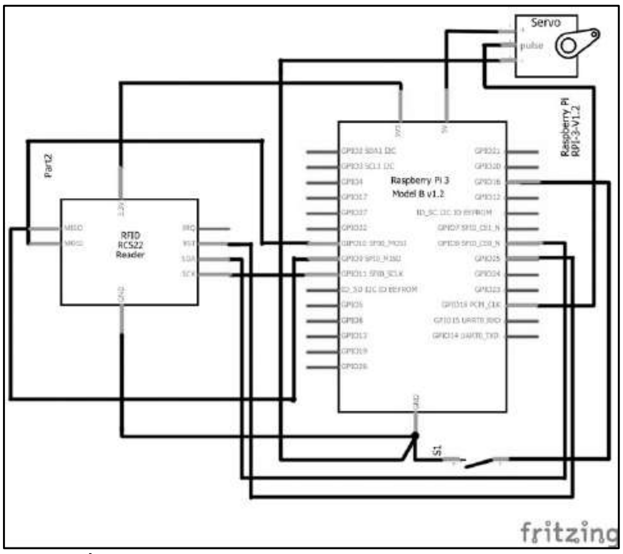
สำหรับวิธีการยืนยันด้วย NFC ใช้การอ่านข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือ และส่งไปบันทึกลงในฐานข้อมูลกลางเพื่อรอการยืนยันตัวบุคคลในกรณีที่ต้องการเข้าพักอาศัย การตรวจสอบข้อมูลจะทำขึ้นหลักจากที่ผู้อาศัยต้องการจะเข้าพักอาศัย ระบบจะถ่ายภาพ ดังรูปที่ 2. หรือตรวจสอบ NFC กับฐานข้อมูลกลาง และทำการกระจายข้อความ (Publish) เพื่อให้ระบบปลดล็อคประตูทำงาน ทั้งนี้ระบบการลงทะเบียนจะเริ่มเพิ่มข้อมูลผู้พักอาศัยตั้งแต่จุดลงทะเบียนของโรงแรมดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 หน้าต่างสำหรับการลงทะเบียนผู้พักอาศัยของโรงแรม

3.2 การออกแบบวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอมพิวเตอร์และระบบปลดล็อคประตู

การออกแบบวงจรเชื่อมต่อทั้งระบบ อยู่ภายใต้การควบคุมการทำงานของ Raspberry Pi โดยการต่อ Pi Cam เข้ากับจุดเชื่อมต่อกล้องโดยเฉพาะของ Raspberry Pi และการติดตั้ง NFC ให้ติดต่อผ่านการสื่อสารรูปแบบ SP Iและ ควบคุมมอเตอร์ Servo สำหรับระบบปลดล็อคประตู ผ่านทางจุดเชื่อมต่อ GPIO 18 อีกทั้งระบบยังมีสวิตท์ใช้ในการเริ่มจำแนกใบหน้าผ่านทางจุดเชื่อมต่อ GPIO 16 ดังในรูปที่ 5.โดยการยืนยันตัวบุคคล สามารถทำได้อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเมื่อการยืนยันตัวบุคคล

สำเร็จและมีความถูกต้อง ระบบจะการกระจายข้อความ (Publish) ผ่านทางโปรโตคอล MQTT ทำให้ระบบปลดล็อคทำงานตามรูปที่ 6.



รูปที่ 5 วงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Pi Cam, NFC และมอเตอร์

รูปที่ 6 การทำงานของมอเตอร์ควบคุมกลอนประตู

4. ผลการทดลอง

การทดลองการใช้งาน จะทดลองรูปแบบการยืนยันด้วยใบหน้าในหลายรูปแบบ เช่น ผู้ใช้ที่ไม่ใส่แว่น , ผู้ใช้ใส่แว่น และผู้ใช้สวมหมวก โดยการถ่ายภาพเพื่อทดสอบจะอยู่ภายใต้เงื่อนไข แสงจากหลอดไฟสีขาว และมีพื้นหลังเป็นสีขาว การทดลองรูปแบบการยืนยันด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้ (NFC) ทดลองด้วยอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือรุ่นที่รองรับเทคโนโลยี NFC

ตารางที่ 1. ทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า และระบบปลดล็อคประตู (ไม่สวมใส่แว่น)

รายการทดลอง	**ผ่าน (ครั้ง)**	**ไม่ผ่าน (ครั้ง)**
ใบหน้า ตรงกับฐานข้อมูล	26	4
ใบหน้า ไม่ตรงกับฐานข้อมูล	0	30
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	93.33%	
ประตูล็อคถูกต้อง	100%	

จากตางรางที่ 1. เป็นการทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้าผ่านทางกล้อง Pi Cam ด้วยไลบารี OpenCV มีผลความถูกต้องอยู่ในระบบดีมากมีความถูกต้อง 93.33 % จากการทดลองด้วยใบหน้าที่ตรง และไม่ตรงกับฐานข้อมูล ซึ่งในกรณีที่ไม่ผ่านการยืนยันใบหน้าทุกครั้งประตูจะไม่ปลดล็อคประตู 100%

ตารางที่ 2. ทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า และระบบปลดล็อคประตู (สวมใส่แว่น)

รายการทดลอง	**ผ่าน (ครั้ง)**	**ไม่ผ่าน (ครั้ง)**
ใบหน้า ตรงกับฐานข้อมูล	28	32
ใบหน้า ไม่ตรงกับฐานข้อมูล	0	30
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	64.44%	
ประตูล็อคถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 2. เป็นการทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า มีการสวมใส่แว่นตา ซึ่งมีความถูกต้องเพียง 46.67% เนื่องมาจากการส่วนใส่แว่นตาทำให้ความสามารถในการหาขอบของดวงตา จมูก และ รูปทรงต่าง ๆ ของใบหน้าเปลี่ยนไปในการทดลองถ่ายภาพที่มุมมองของกล้องต่าง ๆ แต่ระบบยังสามารถปลดล็อคได้ในบางกรณี เช่นการมองมุมตรง เพื่อให้เห็นองค์ประกอบสำคัญในการจำแนกใบหน้า

ตารางที่ 3. ทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า และระบบปลดล็อคประตู (สวมใส่หมวก)

รายการทดลอง	**ผ่าน (ครั้ง)**	**ไม่ผ่าน (ครั้ง)**
ใบหน้า ตรงกับฐานข้อมูล	24	6
เปอร์เซ็นความถูกต้อง	80.00%	
ประตูล็อคถูกต้อง	100%	

จากตารางที่ 3. การทดลองยืนยันบุคคลด้วยใบหน้า มีการสวมใส่หมวก ซึ่งผลที่ได้มีความถูกต้อง 80.00% โดยมีความถูกต้องมากกว่าการสวมใส่แว่นตา เนื่องจากว่า ไม่มีส่วนที่ปิดบังจุดสำคัญในการจำแนกบุคคล แต่จะมีผลต่อการจำแนกโครงหน้าและรูปแบบของผม เนื่องจากมีหมวกปิดในส่วนหัวด้านบน

ตารางที่ 4. ทดลองระยะเวลายืนยันตัวบุคคลผ่านทางใบหน้า

รายการทดลอง	**จำนวนครั้ง**
น้อยกว่า 7 วินาที	0
น้อยกว่า 8 วินาที	27
น้อยกว่า 9 วินาที	59
น้อยกว่า 10 วินาที	64

จากตารางที่ 4. เป็นการทดลองทดลองระยะเวลาในการประมวลผลเพื่อจำแนกใบหน้า ในแต่ละครั้ง โดยมีการใช้เวลาอยู่ในช่วง 8-10 วินาทีมากที่สุด โดยมีเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 9.25 วินาที ซึ่งเป็นผลมาจากความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ ไม่ได้มีความเร็วสูงมากเมื่อเทียบกับ

การประมวลผลกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และยังมีระบบเครือข่ายที่อาจจะส่งผลต่อความเร็วในการติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูลที่ทำการเก็บรูปต้นแบบในการยืนยันตัวบุคคล

การทดลองการยืนยันตัวบุคคลด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้ (NFC) ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยมาก เนื่องจากสามารถตรวจสอบข้อมูลได้โดยตรงกับฐานข้อมูลลูกค้ากลาง โดยมีค่าความถูกต้องของการยืนยันตัวบุคคลอยู่ที่ 100 % โดยมีระยะการทำงานไม่เกิน 2 cm.

5. สรุป

ระบบยืนยันตัวบุคคลเพื่อเข้าพักอาศัยในโรงแรมด้วยอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้และระบบจำแนกใบหน้า นั้นสามารถมาแทนการใช้งานในรูปแบบของกุญแจ และการ์ดข้อมูลได้ในอนาคต โดยระบบได้มีการออกแบบระบบพื้นฐานในการจัดการตั้งแต่จุดลงทะเบียนใหม่โดยเพิ่มกล้องในการถ่ายภาพผู้พักอาศัยสำหรับการทำต้นแบบภาพ อีกทั้งยังเป็นการลงทะเบียนอุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้กับระบบบริหารจัดการผู้พักอาศัย ซึ่งการใช้อุปกรณ์สื่อสารระยะใกล้ในการยืนยันตัวบุคคลมีความถูกต้อง 100 % เนื่องจากอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ ให้คุณภาพของสัญญาณที่ดีและมีมาตรฐาน ในส่วนระบบการยืนยันตัวบุคคลด้วยการจำแนกใบหน้านั้น ยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง เนื่องจากความสามารถของกล้องและการวิเคราะห์ของระบบยังมีจำกัด ทั้งด้านแสง พื้นหลังและการแยกสิ่งที่ปกปิดอยู่บนใบหน้า เมื่อเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกใบหน้า จะส่งผลต่อเวลาที่จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ระบบยังคงความถูกต้องในการจำแนกใบหน้าอยู่ที่ 93.33% และใช้เวลาในการประมวลผลเพื่อจำแนกเฉลี่ย 9.25 วินาที

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่เป็นแรงผลักดันให้กลุ่มผู้เขียนพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังแนะนำ และสั่งสอนให้กลุ่มผู้เขียนได้มีความรู้ความสามารถในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ให้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Pelino and F. E. Gillett, “ The Internet Of Things Heat Map, 2016”, Forrester Research, Inc., Jan 14, 2016.

[2] D. Miller, “Common failures in access control doors”, Access Control & Identity Management Handbook 2015, HI-Tech Security Solution.

[3] T. Ahonen, A. Hadid, and M. Pietikainen, “Face Recognition with Local Binary Patterns”. Computer Vision - ECCV 2004 (2004), 469–481.

[4] M.Turk, A. and Pentland, “Eigenfaces for recognition.” Journal of Cognitive Neuroscience 3 (1991), 71–86.

[5] G. Bradski, “The OpenCV Libaray”, Dr. Dobb's Journal of Software Tools , 2000

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า

Automatic baggage compartment using face recognition

กฤตกรณ์ ศรีวันนา สุวนันท์ สุยะต๊ะ ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ กมล บุญล้อม อนุสรณ์ ใจแก้ว อธิคม ศิริและภูมิพงษ์ ดวงตั้ง
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: nan.suyata25@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอตู้ฝากสัมภาระอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า การรู้จำใบหน้าได้นำเทคนิคการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการจำลองรูปแบบ Haar-like เป็นตัวตรวจจับใบหน้าและเปรียบเทียบข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆของภาพใบหน้าในระบบฐานข้อมูล ตู้ฝากสัมภาระอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าจะประกอบด้วยส่วนของการตรวจจับใบหน้าเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้บริการ ส่วนประมวลผล ส่วนแสดงผล และชุดระบบควบคุมการเปิดปิดช่องเก็บสัมภาระอัตโนมัติ โดยจุดเด่นของงานที่นำเสนอคือมีความปลอดภัยสูงเนื่องจากมีการยืนยันตัวตนโดยการนำเทคนิคการรู้จำใบหน้า และง่ายต่อการใช้งาน จากผลการดำเนินงานพบว่าระบบการตรวจสอบใบหน้าระบบสามารถตรวจสอบใบหน้าได้อย่างถูกต้องโดยคิดเป็นร้อยล่ะ 84.63 และประสิทธิภาพของระบบโดยรวมทั้งหมดพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 83

คำสำคัญ: เทคนิคการรู้จำ, ตรวจจับใบหน้า, สัมภาระ

Abstract

This paper will be present an automated luggage compartment using facial recognition techniques. Facial recognition employs face-tracking techniques such as Haar-like modeling, facial recognition, and facial features comparison in the database. It's consisting of a face detection section for authentication purposes, access to the display processing unit, and an automatic luggage compartment control system. The highlight of the presentation is high security because of the facial recognition technique and easy to use. The results, the face detection system was able to detect accurately the face at 84.63 percent and the overall system efficiency was found to be 83 percent.

Keywords: Recognition Techniques, Face Detection, baggage.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเข้าใช้บริการห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าบางประเภทต้องทำการฝากสัมภาระที่นำติดตัวมาก่อนจะเข้าใช้บริการหรือได้มีจุดบริการฝากสัมภาระเพื่ออำนวยความสะดวกในเข้าใช้บริการ ซึ่งโดยทั่วไประบบการรับฝากสัมภาระของห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าที่นิยมนั้นจะมีอยู่ 2 แบบคือแบบแรกจัดทำการรับฝากสัมภาระโดยให้พนักงานเป็นผู้ทำหน้าที่รับฝากสัมภาระซึ่งในแบบแรกจะพบมากในห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่และในแบบที่สองได้ทำการจัดเตรียมตู้เก็บสัมภาระโดยมีกุญแจเสียบประจำตู้เก็บสัมภาระโดยผู้เข้าใช้บริการก็จะเป็นผู้ดำเนินการในการจัดเก็บด้วยตัวเอง ซึ่งจะพบมากในร้านค้าขนาดกลางและขนาดเล็กซึ่งไม่ต้องใช้พนักงานในการรับฝากสัมภาระจากการรับฝากสัมภาระแบบแรกนั้นการรับฝากมีความจำเป็นต้องมีพนักงานในส่วนของการรับฝากสัมภาระเพิ่มขึ้นแต่ถือได้ว่าเป็นระบบที่ยังเป็นที่นิยมและมีความปลอดภัยสูง ส่วนในระบบที่สองสามารถลดจำนวนในส่วนของพนักงานในการบริการจัดเก็บสัมภาระได้ซึ่งผู้เข้าใช้บริการเป็นผู้ดำเนินการด้วยตัวเองแต่ในส่วนของระบบความปลอดภัยในสัมภาระที่ทำการจัดเก็บหรือฝากนั้นค่อนข้างต่ำ แต่ระบบการฝากสัมภาระในแบบที่สองนี้ถือได้ว่าได้รับความนิยมมากในการใช้งานในระบบฝากสัมภาระ

จากระบบการรับฝากสัมภาระในแบบที่สองนั้นถือได้ว่าเป็นที่นิยมมากในปัจจุบันแต่จุดด้อยของการฝากสัมภาระแบบดังกล่าวคือระบบความปลอดภัยต่ำและไม่ระบบการจัดการการฝากที่ดี ปัจจุบันระบบการรู้จำใบหน้า (facial recognition system) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายประเภท โดยระบบการรู้จำใบหน้านั้นสามารถการตรวจสอบและการรู้จำใบหน้ามนุษย์ ทั้งจากภาพนิ่งหรือภาพวิดีโอคลิป [1] โดยเทคโนโลยีในการรู้จำใบหน้านั้นได้มีการนำเสนอการรู้จำใบหน้าแบบเชิงคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าอย่างเดียวมีพบว่าประสิทธิภาพในการรู้จำใบหน้าค่อนข้างต่ำ จึงได้มีการพัฒนาระบบการรู้จำโดยทำการพิจารณาการรู้จำใบหน้าโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน คือตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก ซึ่งพบว่าในการรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้ารวมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนอีก 1 ส่วน เป็นทั้งหมด 5 ส่วนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำมากขึ้น [2] การนำระบบรู้จำ

ใบหน้ามาประยุกต์ใช้ในงานระบบการยืนยันตัวตนนั้นเริ่มเป็นที่นิยมและนำมาใช้งานในระบบรักษาความปลอดภัยหรือการตรวจสอบต่างๆ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการนำเสนอระบบจัดการและการรักษาความปลอดภัยในการรับฝากสัมภาระขึ้นมาโดยได้มีแนวคิดในการนำเทคนิคการรู้จำใบหน้ามาใช้ในการระบุตัวตนร่วมกับการรับฝาก-คืนสัมภาระแบบอัตโนมัติในห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้า โดยมีการตรวจสอบใบหน้าของผู้ใช้บริการในการฝากและคืนสัมภาระ เพื่อยืนยันตัวตน อีกทั้งในการฝาก-คืนสัมภาระเพื่อความปลอดภัยและป้องกันการสับเปลี่ยนสัมภาระ อีกทั้งสามารเพิ่มความปลอดภัยของทรัพย์สินของผู้มาใช้บริการ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบ ระบบจัดการตู้ฝากสัมภาระโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย 1.การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) 2.วิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola-Jones 3.การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection)

ในการตรวจจับใบหน้าสามารถจำแนกวิธีการตรวจจับใบหน้าพื้นฐานได้เป็น 4 ประเภท [3] ดังต่อนี้

2.1.1 วิธีเชิงความรู้ (Knowledge –based methods) เป็นวิธีการในการตรวจจับโดยอาศัยพื้นฐานของมนุษย์ที่มีต่อส่วนประกอบสำคัญบนใบหน้ามนุษย์มาหากฎเกณฑ์ในการ จำแนกใบหน้าของมนุษย์ เช่น ใบหน้ามนุษย์นั้นจะประกอบด้วยดวงตา 2 ดวงซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกัน มีจมูก 1 จมูก และปาก 1 ปาก ซึ่งจะจำแนกใบหน้าได้จากอวัยวะแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ [3]

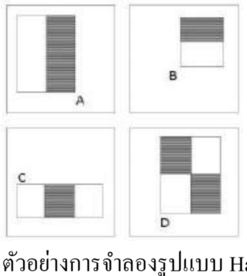
2.1.2 วิธีเชิงลักษณะ (Feature invariant approaches) เป็นวิธีการที่โดยการใช้การค้นหาลักษณะเด่น (Feature) ที่แตกต่างกันของแต่ละใบหน้าในการตรวจจับ โดยวิธีดังกล่าวนั้นจะอาศัยพื้นฐานของการสังเกตของมนุษย์ในการจำแนกวัตถุต่างๆ ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเกิดขึ้น เปลี่ยนตำแหน่ง หรือเปลี่ยนสภาพแสง เป็นต้น โดยการตรวจหาลักษณะเด่นของใบหน้ามนุษย์นั้น เช่น ลักษณะเด่นของคิ้ว ตา จมูก ปาก และเส้นผม โดยใช้เทคนิคการตรวจจับเส้นขอบ (Edge Detection) แล้วดึงออกมาเพื่อตรวจสอบ จากนั้นจะใช้สถิติในการอธิบายความสัมพันธ์และยืนยันการตรวจพบใบหน้า [3]

2.1.3 วิธีเทียบเคียงแผ่นแบบ (Template matching methods) วิธีการนี้ใช้ Standard Template ของใบหน้า โดยวิธีนี้จะใช้กับการตรวจจับใบหน้าในลักษณะใบหน้าตรง ซึ่งเกิดจากการกำหนดค่าเองหรือกำหนดโดยฟังก์ชัน เช่น หาความสัมพันธ์โดยใบหน้าที่รับเข้ามาแล้วนำมาหาค่า Correlation Value กับ Standard Pattern ของใบหน้า [3]

2.1.4 วิธีเชิงลักษณะปรากฏ (Appearance –based methods) เป็นวิธีการที่ใช้โมเดลของการเรียนรู้ของกลุ่มรูปภาพตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มรูปภาพตัวอย่างนั้นจะประกอบด้วยกลุ่มรูปที่เป็นใบหน้าและไม่ใช่ใบหน้า ซึ่งวิธีการนี้ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ และเทคนิค Machine Learning มาใช้ในการหาคุณลักษณะของรูปภาพที่เป็นใบหน้าและไม่ได้เป็นใบหน้า จะพบว่าการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีวิธีเชิงลักษณะปรากฏมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่นๆ โดยมีความสามารถในการตรวจจับใบหน้าได้อย่างรวดเร็ว [3]

2.2 วิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola-Jones

เป็นวิธีการดังกล่าวได้คิดค้นและนำเสนอโดย Paul viola และ Michael J. Jones ในปี ค.ศ.2001 ถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับและรู้จักในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าอย่างแพร่หลาย โดยหลักการพื้นฐานของเทคนิคการตรวจจับใบหน้าของ Viola-Jones คือนำภาพที่จะทำการตรวจหาใบหน้ามาจัดแบ่งเป็นภาพย่อย (Sub-window) แล้วทำการนำภาพย่อยดังกล่าวนำมาพิจารณาใช้ในการเป็นภาพอินพุตของกระบวนการตรวจหาใบหน้า ซึ่งโดยทั่วไปในการตรวจหาใบหน้าจะทำการปรับขนาดของภาพอินพุตให้มีขนาดแตกต่างกันหลากหลายขนาด และใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ที่มีขนาดคงที่ค้นหาโดยในการตรวจจับใบหน้าแบบนี้จะมีข้อเสียคือ จะมีระยะเวลาในการประมวลผลไม่คงที่ หลังจากนั้นไม่นานจึงได้มีการนำเสนอเทคนิคการตรวจจับใบหน้าในรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคนิคการจำลองรูปแบบ Haar-like เป็นตัวตรวจจับ โดยทำการปรับขนาดของตัวตรวจจับแทนการปรับขนาดภาพอินพุต และใช้ตัวตรวจจับทำการตรวจจับใบหน้าเป็นจำนวนหลาย ๆ รอบ ซึ่งแต่ละรอบใช้ขนาดของตัวตรวจจับที่แตกต่างกันมาก แต่ใช้เวลาในการคำนวณการตรวจจับภาพใบหน้าแต่ละรอบมีค่าคงที่ ถึงแม้ขนาดของตัวตรวจจับจะแตกต่างกันก็ตาม [4]



รูปที่ 1 ตัวอย่างการจำลองรูปแบบ Haar-like

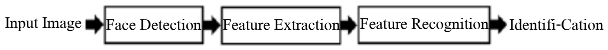
ในรูปที่ 1 แสดงการจำลองรูปแบบ Harr-like ซึ่งจะประกอบด้วยกัน 4 แบบคือ การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ประกอบด้วย

พื้นที่สี่เหลี่ยมสองภาพหรือ Two -rectangle feature (รูปที่ 1A และ 1B) การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ประกอบด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยมสามภาพ หรือ Three-rectangle feature (รูปที่ 1C) และการจำลอง รูปแบบ Haar-like ที่ประกอบด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยมสี่ภาพหรือ Four-rectangle feature (รูปที่ 1D) ในรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างของการจำลองรูปแบบ Haar-like สองลำดับแรกที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธี Adaboost พบว่าการจำลองรูปแบบ Haar-like ในแบบแรกนั้นเป็นการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้จากความแตกต่างบริเวณดวงตาซึ่งจะความเข้มแสงต่ำกว่าบริเวณส่วนบนของโหนกแก้ม และในแบบที่สองจะเห็นได้ว่าความแตกต่างบริเวณดวงตาสองข้างซึ่งจะมืดกว่าบริเวณสันจมูก [4]

รูปที่ 2 ตัวอย่าง Strong Classifier ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost

2.3 การรู้จำใบหน้า (Face Recognition)

ระบบรู้จำใบหน้า มีองค์ประกอบหลักของการทำงานอยู่ 3 ส่วน [1], [2] คือส่วนแรกการค้นหาตำแหน่งของภาพใบหน้า (Face Detection) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าทั้งหมดในภาพ ส่วนที่สอง การแยกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้า (Feature Extraction) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกคุณลักษณะต่างๆ บนภาพใบหน้าแล้วเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในกรณีที่เป็นขั้นตอนของการค้นคืน และส่วนที่สาม คือการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าที่ได้จากส่วนที่สอง มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลภาพใบหน้าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด แสดงในรูปที่ 4 [2]

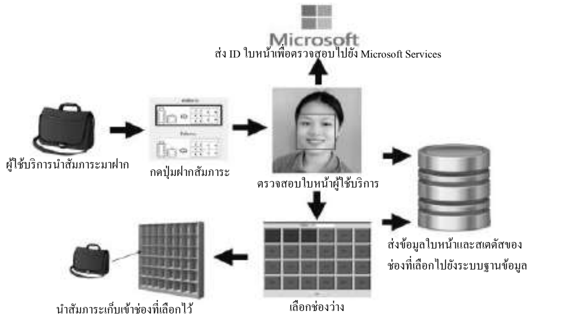


รูปที่ 4 องค์ประกอบหลักของการทำงานระบบรู้จำใบหน้า

3. วิธีการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้ได้อธิบายวิธีการดำเนินงานออกแบบตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าโดยในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบระบบจัดการตู้ฝากสัมภาระโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า จะอธิบายการทำงานของระบบจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ การฝากสัมภาระ และการคืนสัมภาระ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

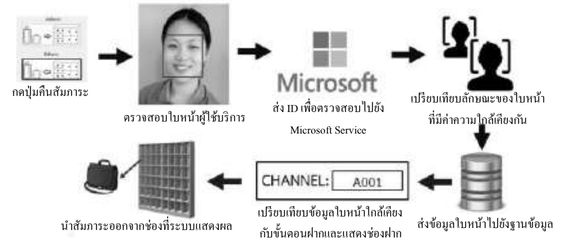
3.1 การฝากสัมภาระ



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการฝากสัมภาระของตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า

จากรูปที่ 5 ขั้นตอนในการรับฝากสัมภาระ โดยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ เมื่อมีผู้มาใช้บริการฝากสัมภาระให้ทำการเลือกบริการ(ฝากหรือรับคืน) ผู้ใช้บริการทำการเลือกฝากสัมภาระที่หน้าจอแสดงผล ต่อจากนั้นผู้ฝากสัมภาระทำการถ่ายรูปเพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล ขั้นตอนต่อมาหน้าจอแสดงผลทำการแสดงแผนผังช่องเก็บสัมภาระโดยจะทำการแสดงสถานะช่องเก็บสัมภาระที่ถูกใช้งานไปแล้วกับช่องเก็บสัมภาระที่ว่างอยู่ หลังจากนั้นผู้ใช้บริการจะทำการเลือกช่องสำหรับจัดเก็บสัมภาระบนหน้าจอแสดงผล เมื่อทำการเลือกเรียบร้อยแล้ว ช่องในการเก็บสัมภาระที่เลือกไว้จะถูกปลดล็อกให้ผู้ใช้บริการได้นำสัมภาระไปเก็บ

3.2 การรับคืนสัมภาระ



รูปที่ 6 แผนภาพการทำงานคืนสัมภาระของตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า

จากรูปที่ 6 ขั้นตอนในการคืนสัมภาระ โดยขั้นตอนสามารถอธิบายการทำงาน เมื่อผู้ใช้บริการมารับสัมภาระคืนดังนี้ เริ่มต้นจากเมื่อผู้ใช้บริการมารับสัมภาระคืนให้ทำการเลือกบริการรับสัมภาระคืน หน้าจอแสดงผลจะทำการแจ้งให้ถ่ายรูปอีกครั้งหนึ่ง ระบบจะทำการตรวจสอบลักษณะของใบหน้าและบันทึกข้อมูล แล้วส่งรูปภาพที่บันทึกไปยัง Microsoft Services เพื่อทำการตรวจสอบใบหน้าของผู้ใช้บริการ โดยนำเทคนิคการตรวจจับใบหน้าคุณลักษณะเฉพาะของใบหน้า 5 ส่วน นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของใบหน้าผู้ใช้บริการที่

เก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล เมื่อได้คุณลักษณะของใบหน้าที่ตรงกันแล้ว หน้าจอแสดงผลจะทำการแสดงหมายเลขช่องที่ผู้ใช้บริการทำการฝากสัมภาระระบบจะทำการปลดล็อกช่องเก็บสัมภาระที่ได้จัดเก็บไว้ให้สามารถทำการไปรับสัมภาระคืน

4. ผลการดำเนินงาน

ในหัวข้อนี้ได้อธิบายในส่วนของผลการดำเนินงานโดยได้ทำการแบ่งการทดสอบการออกแบบ 2 ส่วนโดยในส่วนแรกทำการทดสอบระบบการตรวจสอบใบหน้าและในส่วนที่สองทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยร่วมทั้งหมด

4.1 ผลการทดสอบระบบการตรวจสอบใบหน้า

ในการทดสอบได้ทำการทดสอบโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบจำนวน 30 คน มาทำการทดสอบระบบการรู้จำใบหน้า โดยทำการถ่ายรูปบุคคลกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน วสใเก็บเข้าในระบบฐานข้อมูลแล้วทำการให้บุคคลกลุ่มตัวอย่างมาถ่ายรูปซ้ำอีกครั้งหนึ่งโดยทำการให้บุคคลกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองซ้ำคนล่ะ 5 ครั้ง พบว่าระบบที่ทำการทดสอบสามารถจับคู่บุคคลจากกลุ่มตัวอย่างได้อย่างถูกต้องโดยคิดเป็นร้อยล่ะ 86.43

4.2 ผลการทดสอบระบบตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า

โดยในการทดสอบได้ทำการระบบตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าที่นำเสนอทั้งระบบโดยทำการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบทั้งหมดจากการทดสอบประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองจำนวน 100 ครั้ง พบว่าตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าที่นำเสนอสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีการผิดพลาดตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มฝากสัมภาระจนกระทั่งขั้นตอนในการรับสัมภาระคืนเป็นจำนวน 83 ครั้งหรือคิดเป็นร้อยละ 83 และทำงานผิดพลาด 17 ครั้งหรือคิดเป็นร้อยละ 17

5. สรุปผลดำเนินงาน

ในการออกแบบตู้ฝากสัมภาระแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าที่นำเสนอ จากการออกแบบและทดสอบผลการดำเนินงาน พบว่าในส่วนของระบบการตรวจสอบใบหน้าพบว่าระบบสามารถตรวจสอบใบหน้าได้อย่างถูกต้องโดยคิดเป็นร้อยละ 84.63 และเมื่อทำการพิจารณาในส่วนของประสิทธิภาพของระบบโดยรวมรวมทั้งหมดพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 83 จึงกล่าวได้ว่าระบบที่ทำการออกแบบและพัฒนาขึ้นมาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ. (2554).การออกแบบแบบจำลองของระบบรู้จำภาพใบหน้าที่ถูกบดบัง .สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ .พระนครศรีอยุธยา.

[2] สมปอง เวฬุวนาธร และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์. (2553) .การรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตสและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต. สมปอง เวฬุวนาธร.คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์.ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ .กรุงเทพฯ

[3] รศ. ดร.อรฉัตร จิตต์โสภกตร์,จตุพล เบญจประกายรัตน์ และชัยพิทักษ์ พัฒนกิตติคุณ. (2558).ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง .กรุงเทพฯ

[4] รุสลี่ สุทธวีร์กูล และวิไลพร แซ่ลี้. (2554) .การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Haar-like Face Detection based-on Haar-like Features.ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ .กรุงเทพฯ

[5] วิศุษฐ์ จันสด, ศรายุทธ รัตนตรัย และพรเทพ โรจนวสุ. (2556).ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า.สาขาวิช วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID

(System Card Exchange in-out Office Using RFID Card)

ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง , จีรวัฒน์ เตวิน , ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ , อธิคม ศิริ, กมล บุญล้อม ,อนุสรณ์ ใจแก้ว และ กฤตกรณ์ ศรีวันนา

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: jeerawattawin@gmail.com

บทคัดย่อ

ระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตรอาร์เอฟไอดี (RFID CARD) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการแลกบัตรในการเข้าติดต่อประสานงานกับหน่วยงานและจำกัดพื้นที่สำหรับผู้ที่เข้ามาติดต่อประสานหน่วยงานต่างๆ ในกรณีที่สถานที่ดังกล่าวมีหน่วยงานภายในจำนวนมากและมีความต้องการในการควบคุมผู้เข้ามาในพื้นที่ของหน่วยงาน ในบทความนี้ได้นำเสนอเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการแลกบัตรเพื่อติดต่อหน่วยงาน โดยระบบประกอบด้วยมีการจัดเก็บข้อมูลผู้ติดต่อ ระบบประตูอัตโนมัติที่ควบคุมการเปิดปิดด้วยบัตร RFID จากการออกแบบและพัฒนาระบบพบว่าประสิทธิภาพของระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตรอาร์เอฟไอดี (RFID CARD) พบว่าความแม่นยำในการทำงานของระบบโดยทำการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยทำการทดสอบ จำนวน 10 รอบ จากการทดสอบพบว่าระบบ มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 97.5 %

คำสำคัญ: ระบบแลกบัตร, อาร์เอฟไอดี

Abstract

The RFID card exchange system is designed to help reduce redemption and redundancy, and limit the area for the contact. For such a facility there are many internal units and there is a need to control the entrants into the area of the agency. In this article, RFID technology has been introduced to increase the efficiency of card redemption. The system consists of contact information storage and automatic door systems that control the opening and closing of RFID tags. In the design and development of the system, it was found that the efficiency of the RFID card exchange system showed that the accuracy of the system was tested by 20 samples. The found that has an average accuracy of 97.5%

Keywords: System Exchange, RFID

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเข้าติดต่อประสานงานกับหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีการจัดระบบในการเข้าติดต่อประสานงาน โดยจะต้องทำการแลกบัตรก่อนเข้าไปภายในหน่วยงานซึ่งในระบบการแลกบัตรแบบเก่าจะใช้พนักงานประจำอยู่ ณ ตำแหน่งทางเข้าหน่วยงาน แล้วทำการแลกบัตร จากขั้นตอนดังกล่าวถือได้ว่ามีความล่าช้า ซึ่งโดยทั่วไปในองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ จะมีระบบที่สามารถควบคุมและจัดการกับผู้มาติดต่อ ระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID เป็นระบบแลกบัตรเข้า-ออกหน่วยงานโดยทำหน้าที่แทนระบบเดิมที่ใช้เพียงการจดบันทึกข้อมูลผู้มาติดต่อลงในกระดาษ ถ้ามีผู้ติดต่อจำนวนมากทำให้ล่าช้า อาจเกิดความผิดพลาดของข้อมูล และระบบเก่าไม่สามารถควบคุมผู้มาติดต่อในการเข้าออกแต่ละส่วนของหน่วยงานได้ ซึ่งทำให้ไม่มีความปลอดภัยต่อหน่วยงาน จึงได้นำเทคโนโลยี RFID เข้ามาช่วยในการควบคุมผู้มาติดต่อในการเข้าออกแต่ละส่วนของหน่วยงานเพื่อกำหนดการเข้าไปในส่วนที่ไม่ได้รับอนุญาต ทำให้หน่วยงานมีระบบที่ช่วยในการจัดการแลกคืนบัตรและควบคุมการเข้าออกแต่ละส่วนของหน่วยงานที่สะดวกและมีความปลอดภัยมากขึ้น

ที่ผ่านมามีงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับระบบจัดการและระบบควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี RFID เพิ่มมากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้ RFID กับการควบคุมยานพาหนะเข้า-ออก: กรณีศึกษา โรงเรียนจ่าอากาศ [1] ระบบจัดการลานจอดรถกึ่งอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี [2] หรือระบบลงเวลาและควบคุมห้องเรียน [3] ซึ่งมีโครงการสัมมนาทางการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ [4] ได้พูดถึงข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยี RFID ไว้ จากการศึกษาผู้วิจัยเห็นว่าเทคโนโลยี RFID มีข้อได้เปรียบและเหมาะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีบาร์โค้ด ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

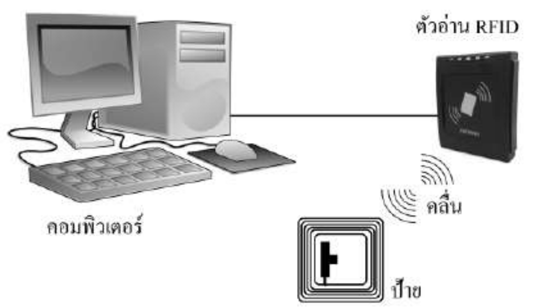
ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID ที่มีการจัดการข้อมูลผู้มาติดต่อที่สะดวก ปลอดภัยและยังลดเวลาในการจัดเก็บข้อมูล โดยผู้ที่มาติดต่อที่มีบัตรสมาร์ทการ์ดจะสามารถใช้เครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ดในการอ่านข้อมูลบัตรเพื่อช่วยลดเวลาในการป้อนข้อมูลและลดความผิดพลาดของการบันทึกข้อมูล มีระบบจัดเก็บภาพใบหน้าผู้ติดต่อเพื่อสามารถดูได้เมื่อมีการคืนบัตร มี

ระบบที่ช่วยจัดสรรพื้นที่ในการเก็บบัตรที่มีการจัดการจัดเก็บและคืนบัตรที่สะดวก รวดเร็วมากยิ่งขึ้น และระบบ Access Control ที่สามารถควบคุมการเข้า-ออกของบุคคลที่มาติดต่อว่าสามารถเข้า-ออกได้ในเฉพาะส่วนที่กำหนดไว้เท่านั้นโดยใช้บัตร RFID เป็นอุปกรณ์ควบคุมการเข้าถึง ที่มีความปลอดภัยสูง และสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย 1. อาร์เอฟไอดี (RFID) 2. ระบบควบคุมการเข้าถึง (Access Control) 3. อินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Thing) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อาร์เอฟไอดี (RFID) เป็นเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบไร้สัมผัส (contactless Auto-ID) มีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุ ช่วยให้การรับส่งข้อมูลระหว่างบัตรและเครื่องอ่านมีความสะดวก ลดปัญหาความไม่เที่ยงตรงและความคลาดเคลื่อนในการอ่านและเขียนข้อมูล [4] สามารถตรวจติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้ายได้ ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยี RFID มาใช้งานเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณที่กำหนดและเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลไว้ มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ 1. ป้าย (Tag, Transponder) 2. เครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator) 3. ฮาร์ดแวร์ หรือระบบที่ใช้ประมวลผล [5]



รูปที่ 1 ระบบการทำงานของ RFID

ในงานวิจัยนี้ใช้อาร์เอฟไอดีแท็ก (RFID Tag) ชนิดพาสซีฟ (Passive Tag) ป้ายชนิดนี้ทำงานที่ย่านความถี่สูง (HF) 13.56 MHz ทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก เพราะภายในบัตรมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นแหล่งพลังงานในตัวอยู่แล้ว ระยะการอ่านข้อมูลได้ในระยะสั้นๆ เท่านั้นไม่เกิน 1 เมตร (ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเครื่องอ่านและความถี่วิทยุที่ใช้)

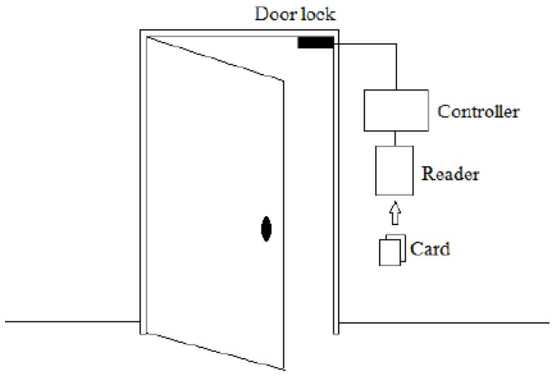
หลักการทำงานเบื้องต้นของ RFID คือ

1. เครื่องอ่านป้าย (Reader) จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับแท็ก (Tag) ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า [6]

2. เมื่อมีแท็ก (Tag) เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแท็ก (Tag) จะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็ก (Tag) เริ่มทำงานและจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก (Tag) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด, ความถี่ หรือเฟส [6]

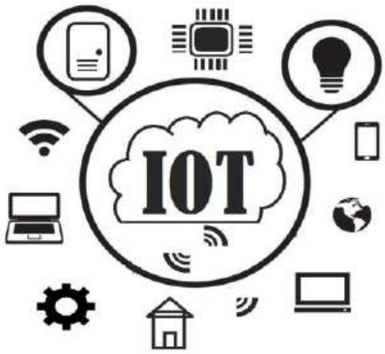
3. เครื่องอ่านป้าย (Reader) จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป [6]

2.2 ระบบควบคุมการเข้าถึง (Access Control) เป็นระบบที่ควบคุมการเข้าหรือออก ในที่นี้ใช้กับการผ่านเข้าออกประตูหรือการผ่านเข้าออกพื้นที่ โดยใช้บัตร RFID เป็นอุปกรณ์สำหรับเข้าออกพื้นที่โดยเครื่องควบคุมจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนควบคุม (Controller) การทำงานและส่วนของหัวอ่านบัตร (Reader) [7] โดยเครื่องควบคุมจะอ่านข้อมูลในบัตรหากข้อมูลถูกต้องก็จะส่งคำสั่งให้ตัวล็อคให้ปลดล็อคแต่หากข้อมูลบัตรไม่ถูกต้อง อุปกรณ์ก็ไม่ทำงานจึงไม่สามารถเข้าผ่านได้



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อของระบบ Access Control

2.3 อินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Thing) เป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่ทำให้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกันได้ผ่านช่องทางการสื่อสารอินเทอร์เน็ตทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ มีวิธีการระบุตัวตนสามารถรับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกัน [8] ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ NodeMCU เป็นอุปกรณ์ในการประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์อื่นสามารถทำงานตามคำสั่งได้ในแต่ละจุด

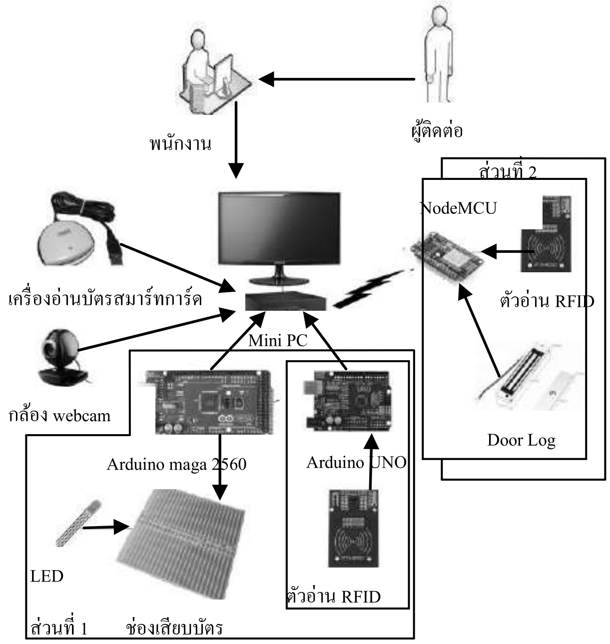


รูปที่ 3 อินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Thing)

3. วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานสามารถอธิบายการทำงานของระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID การทำงานของระบบจะแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งจะเป็นส่วนของการแลกคืนบัตรเข้าหน่วยงาน ส่วนที่สองจะเป็นส่วนของการเข้าออกแต่ละส่วนของหน่วยงาน

3.1 ระบบการทำงาน



รูปที่ 4 ไดอะแกรมระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID

ในรูปที่ 4 ไดอะแกรมการทำงานระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID โดยเมื่อมีบุคคลมาเข้าติดต่อประสานงานกับหน่วยงาน ผู้ติดต่อนำบัตรที่สามารถยืนยันตัวตนและแจ้งหน่วยงานที่จะทำการเข้าติดต่อประสานงานให้กับพนักงานเพื่อทำการเก็บข้อมูลในการเข้าติดต่อหน่วยงานโดยจะเก็บภาพถ่ายของผู้ติดต่อด้วยกล้อง Webcam ต่อจากนั้นพนักงานจะทำการออกบัตร RFID ให้กับผู้ที่มาติดต่อ โดยคุณสมบัติของบัตร RFID ที่ได้รับจะสามารถใช้ในการผ่านเข้าออกประตูของหน่วยงานที่ต้องการติดต่อประสานงานเท่านั้น หากทำการนำบัตร RFID ดังกล่าวไปใช้ในการผ่านเข้าออกประตูของหน่วยงานที่ไม่ได้ระบุหรือแจ้งไว้ตั้งแต่ต้นจะไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ นอกจากนี้ในระบบการจัดเก็บบัตรของผู้มาติดต่อในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบช่องสำหรับเก็บบัตรของผู้มาติดต่อโดยแต่ละช่องในการเก็บบัตรได้ทำการออกแบบให้มีหลอด LED แสดงผลตำแหน่งช่องของการเสียบบัตรที่เชื่อมต่อกับระบบการอ่านบัตร RFID คือ เมื่อพนักงานนำบัตร RFID ที่ทำการบันทึกข้อมูลของผู้เข้าติดต่อประสานงานให้กับผู้มาติดต่อ หลอด LED ในช่องเก็บบัตรจะเปล่งแสงเพื่อแสดงตำแหน่งช่องว่างสำหรับการเก็บบัตรเมื่อทำการเก็บบัตรเรียบร้อยแล้วหลอด LED ก็จะดับ โดยในช่องเก็บบัตรจะมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับหน้าจอแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ของพนักงาน

ในขั้นตอนในการคืนบัตร RFID ผู้ติดต่อจะทำการคืนบัตร RFID พนักงานจะทำการนำบัตร RFID เพื่อให้อ่านบัตรระบบจะทำการแจ้งรายชื่อของผู้ติดต่อพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งช่องในการเก็บบัตรบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และที่ตำแหน่งช่องของการเก็บบัตรของผู้มาติดต่อก็จะแสดงผลด้วยหลอด LED ทำให้สะดวกต่อการค้นหาตำแหน่งของการเก็บบัตรเมื่อทำการดึงบัตรออกจากช่องเก็บบัตรหลอด LED ก็จะทำการดับลงและให้ฝังหน้าจอแสดงผลของหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงสถานะว่าง ณ ตำแหน่งดังกล่าว

ในส่วนที่สองของระบบคือระบบการปลดล็อคประตูโดยใช้บัตร RFID ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตัวอ่านบัตร RFID และระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ (Door Log) โดยในการออกแบบการเชื่อมต่อ จะอาศัย NodeMCU ในการควบคุมการทำงานของระบบ คือเมื่อเครื่องอ่านบัตร RFID ได้รับการอ่านข้อมูลจากบัตรที่ถูกต้องจะทำการส่งข้อมูลไปยัง NodeMCU เพื่อทำการประมวลผลแล้วทำการส่งคำสั่งไปยัง Door Log เพื่อทำการสั่งให้ปลดล็อคประตู และหากเครื่องอ่านบัตร RFID ได้รับการอ่านบัตร RFID ที่ไม่ถูกต้องหรือข้อมูลในบัตรที่ไม่ตรงกัน NodeMCU เพื่อทำการประมวลผลแล้วทำการส่งคำสั่งไปยัง Door Log เพื่อไม่สั่งให้ปลดล็อคประตู

4. ผลการทดลอง

ในหัวข้อนี้ได้นำเสนอผลของการทดสอบประสิทธิภาพของระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID โดยแบ่งการทดสอบประสิทธิภาพออกเป็น 3 ส่วนคือ ระบบการจัดเก็บข้อมูลและการ

แสดงผลการเก็บบัตรของผู้มาติดต่อหน่วยงาน ส่วนการเปิดปิดประตูด้วยบัตร RFID อัตโนมัติ และประสิทธิภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบ

ในการทดสอบระบบการจัดเก็บข้อมูลและการแสดงผลการเก็บบัตรของผู้มาติดต่อหน่วยงานโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการแลกบัตรเข้าหน่วยงานและการแลกบัตรคืน โดยทำการทดลองการใช้ระบบจำนวน 50 ครั้ง พบว่าระบบมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 97.67 %

ในส่วนของการทดลองหาประสิทธิภาพของการเปิดปิดประตูด้วยบัตร RFID อัตโนมัติได้ทำการทดสอบโดยการนำบัตร RFID ที่ทำการบันทึกข้อมูลการเข้าใช้พื้นที่มีความแตกต่างกันมาทำการทดสอบการเปิดปิดประตู โดยทำการทดสอบจำนวน 50 ครั้ง โดยใช้บัตร RFID จำนวน 5 บัตรที่ทำการบันทึกข้อมูลแตกต่างกัน มาทำการใช้เพื่อเปิดปิดประตู พบว่าระบบมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 100 %

และสุดท้ายได้ทำการทดลองประสิทธิภาพระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID โดยรวมทั้งหมดของระบบในการทำงานของระบบพบว่าความแม่นยำในการทำงานของระบบโดยทำการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยทำการทดสอบ จำนวน 10 รอบ จากการทดสอบพบว่าระบบ มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 97.5 %

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ในการนำเสนอระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบในส่วนระบบการจัดเก็บข้อมูลและการแสดงผลการเก็บบัตรของผู้มาติดต่อหน่วยงานโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการแลกบัตรเข้าหน่วยงานและการแลกบัตรคืน พบว่าระบบมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 97.67 % การทดสอบประสิทธิภาพของการเปิดปิดประตูด้วยบัตร RFID อัตโนมัติได้ทำการทดสอบโดยการนำบัตร RFID ที่ทำการบันทึกข้อมูลการเข้าใช้พื้นที่มีความแตกต่างกันมาทำการทดสอบการเปิดปิดประตูมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 100 % และในการทดสอบประสิทธิภาพระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID โดยรวมทั้งหมดของระบบในการทำงานของระบบพบว่า มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 97.5 % จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบแลกบัตรเข้าออกหน่วยงานโดยใช้บัตร RFID ที่ทำการออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] เรืออากาศเอก รุ่งกิจ กมลกลาง. (2552) .การประยุกต์ใช้ RFID กับการควบคุมยานพาหนะเข้า-ออก กรณีศึกษา โรงเรียนจ่าอากาศ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (บริหารเทคโนโลยี สารสนเทศ) โครงการร่วมระหว่างคณะบริหารธุรกิจและสำนักการศึกษาระบบสารสนเทศ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ .กรุงเทพมหานคร

[2] ศุภกฤต ชัยสวัสดิ. ระบบจัดการลานจอดรถกึ่งอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ .กรุงเทพมหานคร

[3] สถาปัตย์ กิลาโส, วิไลลักษณ์ มีประชา, สวณัฐ ตรีสาธร และปิติชัย พันธุ์ธีรานุรักษ์ . (2557). ระบบลงเวลาและควบคุมห้องเรียน. วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา .กรุงเทพมหานคร

[4] ทัตตพันธ์ ชูศรี, นันทพร เจริญทวี, อักษราภัค คุณวงศารมณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราวรรณ สำอางศรี. (2556). RFID Technology with life. บริหารธุรกิจ สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .สงขลา

[5] บริษัท วีนัส ซัพพลาย จำกัด. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ RFID. แหล่งที่มา http://thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/rfid-basic.html (15 มกราคม 2559).

[6] ณุชนารถ. 2551. การทำงานของระบบ RFID. แหล่งที่มา http://rfid-datacom.blogspot.com/2008/09/rfid_2832.html (8 มกราคม 2559).

[7] บริษัท ไอซีทีสมาร์ท จำกัด. ระบบ Access Control. แหล่งที่มา http://www.ictsmart.com/faq/6-general-question-and-answer/447-what-is-the-access-control.html (3 กุมภาพันธ์ 2559).

[8] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2559. Internet of Things. แหล่งที่มา https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html (9 กุมภาพันธ์ 2559).

ระบบตรวจจับใบหน้าเพื่อลงเวลาด้วยราสเบอร์รี่ไพ

Face Timestamp System using Raspberry Pi

นวพล พรเจริญ สราวุฒิ พันธุ์เนียม ปิยะนุช ตั้งกิตติพล และ อภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 ถนนศรีจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-336370-1 E-mail: piyanuch.ch@rmuti.ac.th, apiwat.sa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบตรวจจับใบหน้าเพื่อลงเวลามุ่งหมายเพื่อทำให้การบันทึกการเข้าชั้นเรียนในสถานศึกษาได้อัตโนมัติโดยใช้ราสเบอร์รี่ไพ ทำให้ประหยัดเวลาที่จะสูญเสียไปในการขานชื่อและยังเป็นวิธีที่สามารถพิสูจน์การเข้าชั้นเรียนได้ อุปกรณ์จะทำการบันทึกเวลาเข้าเรียนโดยที่ผู้สอนไม่ต้องมาคอยควบคุม โดยเหล่าผู้เรียนจะใช้ใบหน้าและบัตรประจำตัวของตนวางลงบนตัวตรวจรู้เพื่อทำการยืนยันการเข้าชั้นเรียน ทั้งนี้อุปกรณ์สามารถส่งข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเชื่อมต่อผ่านยูเอสบีหรืออีเทอร์เน็ท โดยมีโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์คอยช่วยผู้สอนในการจัดการอุปกรณ์และบันทึกการเข้าชั้นเรียน

คำสำคัญ: ตรวจจับใบหน้า, ระบบลงเวลาการเข้างาน, ราสเบอร์รี่ไพ

Abstract

Face timestamp system aims to automate the attendance procedure of an educational institution using Raspberry Pi. This will save time wasted on calling out names and it gives a foolproof method of attendance marking. A device is used to mark the attendance without the intervention of teacher. Students would be made to place their ID card and face over the sensor so as to mark their presence in the class. It can communicate with a host computer using its USB or Ethernet interface. GUI application in host computer helps the teacher to manage the device and attendance.

Keywords: face detection, time attendance system, Raspberry Pi

1. บทนำ

ก่อนหน้านี้กระบวนการบันทึกเวลาการเข้าชั้นเรียนจะใช้วิธีลงลายมือชื่อในกระดาษหรือการขานชื่อเพื่อเป็นข้อมูลหรือเป็นหลักฐานใช้ในการยืนยันว่านักศึกษาได้เข้าเรียนจริงแต่วิธีดังกล่าวนับว่ายังมีความล่าช้าอยู่พอสมควร โดยเฉพาะชั้นเรียนที่มีนักศึกษาเข้าเรียนเป็นจำนวนมากจะต้องเสียเวลาไปกับการดำเนินการเหล่านี้ ทำให้กระทบกับเวลาในการบรรยายบทเรียนของผู้สอน อีกทั้งยังมีโอกาสที่ใบลงชื่อของนักศึกษาสูญหาย จึงทำให้ต้องเปลี่ยนวิธีการบันทึกเวลาการเข้าชั้นเรียนแบบใหม่โดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวก เช่น การแสกนบัตรบาร์โค๊ด (barcode card) หรือการทาบบัตรอาร์เอฟไอดี (RFID Card) ซึ่งทำให้มีความรวดเร็วและแก้ปัญหาการทำใบลงชื่อสูญหายได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามระบบนั้นยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการลงเวลาแทนกันได้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นคณะผู้วิจัยและพัฒนาได้มีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์บันทึกเวลาเข้าชั้นเรียนที่ใช้การรับรหัสบัตรนักศึกษาร่วมกับการถ่ายภาพใบหน้าโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในตรวจจับใบหน้า (face detection) [1] ซึ่งอุปกรณ์นี้จะสามารถป้องปรามปัญหาการลงเวลาแทนกันได้เนื่องจากสามารถนำภาพถ่ายที่ได้มาตรวจสอบได้ในภายหลัง ทั้งมีความรวดเร็วในการทำงานและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก อีกทั้งยังเป็นการลดภาระงานของผู้สอนหรือผู้ควบคุมดูแลการลงชื่อเข้าชั้นเรียนอีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจจับใบหน้าบนการจำลองรูปแบบ Haar-like

การตรวจจับใบหน้าบนพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Haar-like [1] วิธีการนี้ได้ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกโดย Paul viola และ Michael J. Jones ในปี 2001 [2-3] โดยเป็น เทคนิคการตรวจจับใบหน้าที่มีความเร็วและมีความถูกต้องในการตรวจจับสูงได้รับการยอมรับและรู้จักในงานวิจัยเรื่องการตรวจจับใบหน้าเป็นอย่างมาก โดยเทคนิคการตรวจจับ ใบหน้า Viola-Jones นี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน การคำนวณรูปแบบการจำลองด้วย Integral Image การ ค้นหารูปแบบการจำลองด้วย Adaboost และการรวมตัว จำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascaded Classifier) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ หลักการพื้นฐานของเทคนิคการตรวจจับใบหน้า ของ Viola-Jones คือ การนำภาพที่ต้องการตรวจหาใบหน้ามาแบ่งเป็นภาพย่อย (Sub-window) จากนั้น ภาพย่อยดังกล่าวจะถูกพิจารณาเป็นภาพอินพุตของกระบวนการตรวจหาใบหน้า โดยก่อนหน้านี้การตรวจจับใบหน้าจะใช้เทคนิคทั่วไปคือจะทำการปรับขนาดของ

ภาพอินพุตแตกต่างกันหลายๆขนาดและใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ที่มีขนาดคงที่ค้นหาวัตถุ ข้อเสียของการตรวจจับใบหน้าแบบนี้คือ ระยะเวลาในการคำนวณไม่คงที่ ดังนั้น Viola-Jones จึงเสนอเทคนิคการตรวจจับใบหน้าใหม่ โดยใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like เป็นตัวตรวจจับทำการปรับขนาดของตัวตรวจจับแทนการ ปรับขนาดภาพอินพุต และใช้ตัวตรวจจับทำการตรวจจับใบหน้าหลาย ๆ รอบ โดยแต่ละรอบใช้ขนาดของตัวตรวจจับแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบ กับวิธีเดิมพบว่า เวลาที่ใช้ในการคำนวณไม่ได้แตกต่างกันมาก แต่ใช้เวลาในการคำนวณการตรวจจับภาพใบหน้าแต่ละรอบมีค่าคงที่ แม้ขนาดของตัวตรวจจับจะแตกต่างกันก็ตาม

2.2 การตรวจจับใบหน้าใน OpenCV

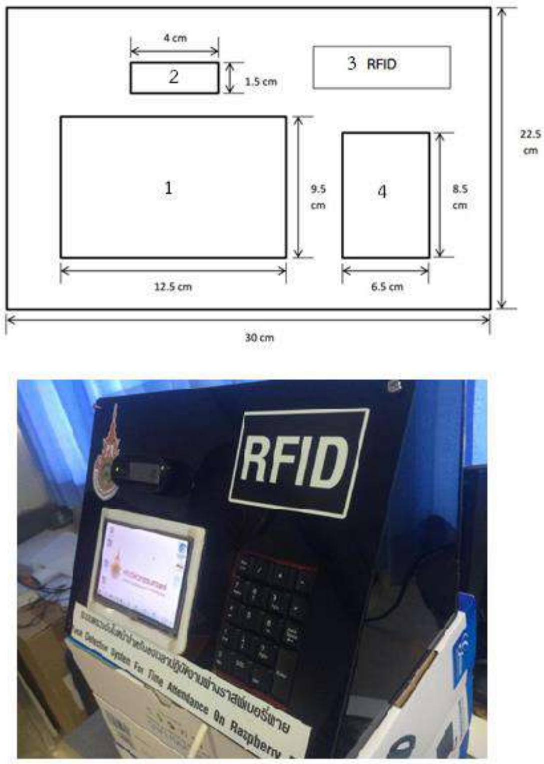
OpenCV [4] หรือ Open Source Computer Vision Library เป็น Library ที่พัฒนาโดย บริษัท Intel โดยใช้ในการประมวลผลภาพและงานทางด้าน Computer Vision ทั่วไป ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C, C++ ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งบน Linux , MacOS และ Windows และนอกจากนั้นยังเชื่อมต่อกับภาษาหรือเครื่องมืออื่นๆด้วย อาทิ เช่น Python, Ruby, JAVA, MATLAB/Octave เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว Library ยังทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังรองรับและสนับสนุนการทำงานแบบ Multi-core processors จุดเด่นอีกอย่างหนึ่งของ OpenCV คือ เป็น Library ที่มีมากกว่า 500 ฟังก์ชั่นสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้หรือนักพัฒนาสามารถใช้ในการพัฒนาชิ้นงานที่มีความซับซ้อน โดยใช้เวลาในการพัฒนาไม่นาน

ในเอกสารออนไลน์อย่างเป็นทางการของ OpenCV กล่าวถึงการตรวจจับใบหน้าว่าใช้เทคนิคของ ของ Viola-Jones และเพิ่มประสิทธิภาพด้วยงานของ Lienhart และ Maydt [5] พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการใช้งาน นอกจากเอกสารออนไลน์ดังกล่าวมาแล้ว นักพัฒนาสามารถหาหนังสือสอนการใช้งานได้ง่ายเนื่องจากเป็นที่นิยม

3. การออกแบบและดำเนินการ

3.1 โครงสร้างทางกายภาพ

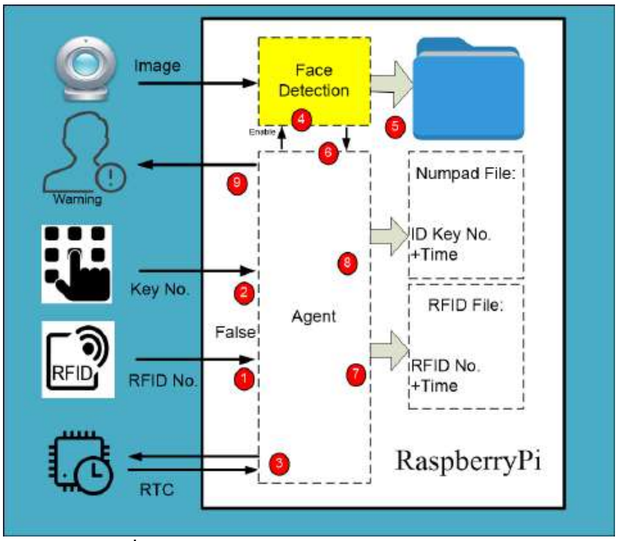
ตัวอุปกรณ์ทำจากแผ่นอะคริลิค (acrylic) สีดำมีความหนา 2 มิลลิเมตร มีความสูง 22.5 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร และได้ออกแบบให้ด้านหน้าตัวอุปกรณ์เอียงทำมุม 60 องศา เพื่อความสะดวกในการตรวจจับใบหน้าของผู้ใช้ที่มีความสูงที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 1 ทั้งแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ดังนี้ หมายเลขหนึ่งคือจอแอลซีดีขนาดห้านิ้ว หมายเลขสองคือกล้องเว็ปแคม (Web Cam) หมายเลขสามคือตัวอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีโมดูล RC522 และหมายเลขสี่คือคีย์บอร์ดตัวเลข (Numpad keyboard) ซึ่งในการใช้งานต้องติดตั้งตัวอุปกรณ์ให้สูงจากพื้นระยะ 105 เซนติเมตร และผู้ใช้งานจะยืนห่างจากตัวอุปกรณ์ในระยะระหว่าง 25-45 เซนติเมตร เมื่อความสูงของผู้ใช้งานอยู่ระหว่าง 150 – 190 เซนติเมตร



รูปที่ 1 องค์ประกอบทางกายภาพของตัวอุปกรณ์

3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

เพื่อมุ่งเน้นไปที่ความเป็นระบบเปิด โปรแกรมจึงพัฒนาด้วยภาษาซี ใช้คอมไพเลอร์ gcc4.4.1 ร่วมกับฟังก์ชั่นการประมวลภาพของ OpenCV 2.1 บน RaspberryPi บนระบบปฏิบัติการ Raspbian เชื่อมต่อกับกล้องเว็ปแคมผ่าน USB มี RC522- RFID เป็นตัวอ่านข้อมูลจากบัตรอาร์เอฟไอดีและใช้ไอซี DS3231 เป็นฐานเวลาของระบบ (RTC) ดังรูปที่ 2 โดยที่อุปกรณ์จะมีโปรเซสหลักอยู่สองโปรเซสคือ ตัวจัดการ(Agent) และตัวตรวจจับใบหน้า (Face Detection) มีขั้นตอนลำดับการทำงานดังนี้คือ เริ่มจากโปรเซสตัวจัดการรอรับข้อมูลตัวอ่านข้อมูลจากบัตรอาร์เอฟไอดีหรือจากการกดคีย์บอร์ดตัวเลข จากนั้นอ่านข้อมูลจากฐานเวลาของระบบพร้อมทั้งแจ้งให้ตัวตรวจจับใบหน้าการถ่ายภาพและส่งภาพใบหน้าไปเก็บในแฟ้มข้อมูลแบบไฟล์ภาพ (image files) โดยใช้ชื่อแฟ้มเป็นรหัสที่ได้มาจากบัตรหรือค่าจากการกดคีย์บอร์ดร่วมกับฐานเวลา แล้วแจ้งผลการดำเนินการกลับมาที่โปรเซสตัวจัดการ หากไม่มีข้อขัดข้องให้ทำการบันทึกข้อมูลการลงเวลาลงในไฟล์ข้อความ (text files) ซึ่งมีสองไฟล์คือไฟล์จากการอ่านข้อมูลจากบัตรและไฟล์จากการกดคีย์บอร์ดตัวเลขแล้วแต่กรณี จากนั้นแสดงผลออกทางจอภาพเพื่อเป็นการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน หากมีข้อผิดพลาดให้แจ้งเตือนผู้ใช้งานให้เริ่มกระบวนการใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของตัวอุปกรณ์

รูปที่ 5 ตัวอย่างภาพบนหน้าจอ LCD กรณีตรวจพบใบหน้า

4. ผลดำเนินการ

ผลของการบันทึกเวลาการเข้าชั้นเรียนจากการอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ชนิดข้อความ ดังรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยฟิลด์ รหัสบัตรอาร์เอฟไอดี ปีค.ศ. เดือน วันที่ เวลา (ชั่วโมง:นาที:วินาที) ตามลำดับ ส่วนการบันทึกเวลาการเข้าชั้นเรียนจากการกดรหัสประจำตัวผ่านทางคีย์บอร์ดตัวเลขจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ชนิดข้อความ ดังรูปที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยฟิลด์ รหัสประจำตัว ปีค.ศ. เดือน วันที่ เวลา (ชั่วโมง:นาที:วินาที) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อจะนำไฟล์ข้อมูลมาตรวจสอบจะถูกนำออกจากตัวอุปกรณ์โดยผู้สอน

RFIDFiles - Notepad
File Edit Format View Help

```
198171006252141:2016-06-06.13:12:01
182006006252074:2016-06-06.13:12:05
150165009252198:2016-06-06.13:12:20
198001009252050:2016-06-06.13:12:32
086103008252197:2016-06-06.13:12:45
038047011255254:2016-06-06.13:12:50
```

รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลบนไฟล์จากการอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี

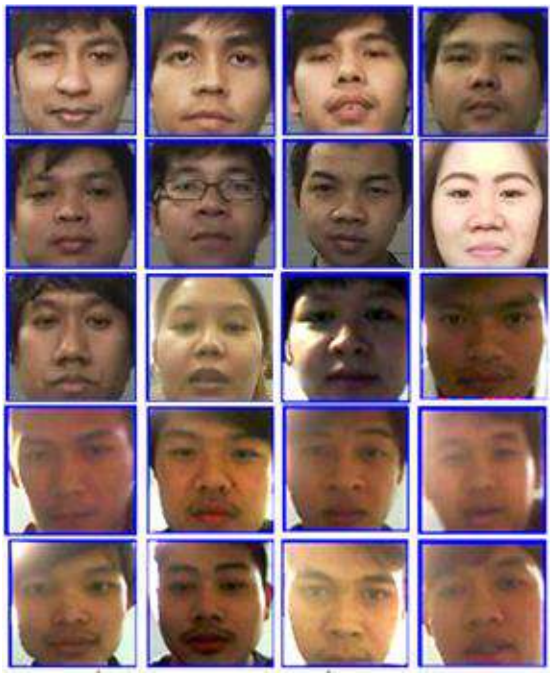
NumpadFiles - Notepad
File Edit Format View Help

```
5733330130254:2016-06-06.15:22:01
5733330130056:2016-06-06.15:22:30
5733330130247:2016-06-06.15:22:55
5733330130270:2016-06-06.15:24:25
5733330130106:2016-06-06.15:24:45
5733330130239:2016-06-06.15:24:58
5733330130296:2016-06-06.15:25:21
```

รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลบนไฟล์จากการการกดรหัสประจำตัว

รูปที่ 6 ตัวอย่างภาพบนหน้าจอ LCD กรณีตรวจไม่พบใบหน้า

รูปที่ 5 คือภาพตัวอย่างที่ได้จากหน้าจอ LCD ของอุปกรณ์เพื่อแสดงโต้ตอบผลการตรวจจับใบหน้ากับผู้ใช้งานโดยแสดงกรอบสี่เหลี่ยมบนภาพใบหน้าให้ผู้ใช้ทราบถึงการตรวจจับใบหน้าทำงานเป็นปกติ ส่วนรูปที่ 6 คือภาพตัวอย่างที่ได้จากหน้าจอ LCD ในกรณีตรวจไม่พบใบหน้าเนื่องจากตัวอุปกรณ์ปรับแต่งมาเพื่อตรวจจับใบหน้าในลักษณะหน้าตรงเท่านั้น รูปที่ 7 เป็นตัวอย่างไฟล์ภาพที่ได้จากการตรวจจับของอุปกรณ์โดยภาพที่ได้จะถูกปรับขนาด (resize) เป็น 80x80 พิกเซลเพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ พร้อมทั้งแยกบันทึกไฟล์ภาพใน Subdirectory เฉพาะบุคคลโดยแยกตามรหัสบัตรหรือรหัสนักศึกษา พร้อมใส่วันและเวลาในการบันทึกภาพเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและนำไปใช้ในการรู้จำใบหน้าในอนาคต



รูปที่ 7 ตัวอย่างไฟล์ภาพใบหน้าที่ได้จากการตรวจจับ

5. สรุป

จากการออกแบบและทดสอบระบบตรวจจับใบหน้าเพื่อลงเวลาด้วยราสเบอร์รี่ไพ ผู้จัดทำพบว่าระบบจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเมื่อผู้ใช้ยืนในระยะห่างที่เหมาะสมกับความสูง ในสถานที่ที่มีแสงน้อยจะไม่สามารถทำการตรวจจับใบหน้าได้ ดังนั้นควรติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่ในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอเพื่อที่จะได้ภาพที่ชัดเจน ระบบนี้สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น นำไปใช้งานในการลงเวลาเข้าออกงานที่มีการจัดกิจกรรมในรูปแบบงานต่างๆ การบันทึกเวลาเข้าปฏิบัติงาน โดยระบบที่สมบูรณ์จะต้องมีโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลคอยช่วยผู้สอนในการจัดการกับข้อมูลบนตัวอุปกรณ์ โดยการถ่ายโอนข้อมูลมาประมวลผลซึ่งมีระบบฐานข้อมูลของผู้ใช้บันทึกไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

6. แนวทางการพัฒนาในอนาคต

เนื่องจากระบบที่นำเสนอนี้มุ่งเน้นไปที่การนำราสเบอร์รี่ไพ ซึ่งคือคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่มีทรัพยากรให้ใช้งานจำกัด แต่มีจุดเด่นที่ราคาถูกเป็นที่นิยมในท้องตลาด จึงไม่เหมาะที่จะนำระบบรู้จำใบหน้า (face recognition) มาประมวลผลบนตัวอุปกรณ์เพราะจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพด้อยลงเนื่องจากกระบวนการรู้จำใบหน้ามีกระบวนการที่ซับซ้อนจึงเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ในอนาคตผู้พัฒนาระบบจึงมีแนวคิดที่จะนำอุปกรณ์นี้เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายเพื่อส่งข้อมูลผลลัพธ์ข้างต้นไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ติดตั้งระบบรู้จำใบหน้าให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

[1] รูสลี่ สุทธวีร์กูล วิไลพร แซ่ลี้, “การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีพื้นฐานการจำลองรูปแบบ Haar-like,” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, ปีที่ 6, ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม), พ.ศ. 2554, หน้า 34-43.

[2] P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a Boosted cascade of simple features,” *Proc. Int’l Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 1-9, 2001.

[3] P. Viola and M. Jones, “Robust real-time face detection,” *International Journal of Computer Vision*, vol. 57, no. 2, pp. 137-154, 2004.

[4] Adrian Kaehler and Gary Bradski, *Learning Opencv*, 2nd Edition. O'Reilly Media, Inc., 2014.

[5] R. Lienhart and J. Maydt, “An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection,” *IEEE ICIP (2002)*, 900–903.

พัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวบุคคลด้วยเซนเซอร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

Developing Human Motion Detection System with Sensor via Web Application

สันติ สุขจันทร์งาม[1] ชนชิต ชูสุวรรณ์[2] สุภาวดี มากอ้น[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย
414 ม.14 ตำบลท่าชะม่วง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180 โทรศัพท์ 074-584241-4 โทรสาร 074-584240
E-mail: Khong.bang@hotmail.com[1], Chonnachitchon@gmail.com[2], supawadee.m@rmutsv.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจสอบการอยู่ห้องพักของอาจารย์ เนื่องจากห้องพักอาจารย์เป็นแบบปิด ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก หนึ่งห้องพักมีอาจารย์อยู่มากกว่า 1 คน และบางครั้งอาจารย์ติดภาระกิจไม่ได้อยู่ประจำห้องพัก นักศึกษาก็สามารถตรวจสอบสถานะอาจารย์ก่อนเข้ามาติดต่อได้ เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวก และไม่เสียเวลาในการรอติดต่อ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวของอาจารย์ประจำห้องพักด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR sensor) ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวของอาจารย์ประจำห้องพัก ระบบมีการทำงาน 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 เซิร์ฟเวอร์ นำเซ็นเซอร์ PIR เชื่อมต่อกับบอร์ดราสเบอร์รี่พาย เพื่อประมวลผลสถานะ ส่วนที่ 2 ไคลเอนต์ นำไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด NodeMCU ทำหน้าที่แสดงผลผ่าน LED ซึ่งอยู่หน้าห้องพักอาจารย์ การแสดงผลสถานะมี 2 รูปแบบ คือแสดงผลผ่านออนไลน์ทางแอปพลิเคชัน และแสดงผลผ่าน LED ระดับความพึงพอใจผู้ใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 50 คนพบว่าระดับความพึงพอใจด้านขั้นตอนการใช้บริการแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$= 4.41, S.D.= 0.04) และระดับความพึงพอใจในด้านการใช้บริการแสดงสถานะผ่านแอปพลิเคชันและ LED อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$=4.52, S.D.= 0.05)

คำสำคัญ : เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว; ราสเบอร์รี่พาย;แอปพลิเคชัน; NodeMCU

Abstract

This research presents the monitor system of teacher in the office. It is because the teachers' office is private that nobody knows who will be in the office. There are more than one teacher in the office and some teachers are not available or do not stay there. The students can check whether the teachers are in the office that makes convenient and not wasting the time to contact the teachers. This project aimed 1). to develop the movement monitor system of teacher in the office with PIR sensor via web application, and 2). to study the satisfaction of the users on the application. The system development consisted of 2 parts. 1. Server: the PIR sensor was applied connecting with Raspberry Pi to process the status. 2. Client: The Node MCU microcontroller was used to indicate the status via LED which it was showed in front of the teachers' office. Status displaying consisted of 2 patterns that showed through an application and the LED board. The satisfaction of 50 samples showed that the level of satisfaction on application using procedure was at a high level ($\bar{x}$=4.41, S.D.= 0.04).The satisfaction on user service via web application and LED was at a highest level ($\bar{x}$=4.52 ,S.D.= 0.05.).

Keywords: movement detection sensor, Raspberry Pi, application, NodeMCU

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Thing : IoT) [1] มีบทบาทมากขึ้นเนื่องจากสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย ซึ่งมีการนำไปประยุกต์ใช้งานด้านอุตสาหกรรมยุคใหม่ที่เรียกว่าอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ด้านฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farming) และบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) เป็นต้น เทคโนโลยีที่ทำให้ IoT เกิดขึ้นจริงต้องประกอบไปด้วย 1) เทคโนโลยีที่ช่วยในการรับรู้ข้อมูล เช่น เซ็นเซอร์ 2) เทคโนโลยีที่ช่วยในการสื่อสาร เช่น ระบบสมองฝังกล 3) การสื่อสารแบบไร้สายต่างๆ เช่น วายฟาย (Wi-Fi) บลูทูธ (Bluetooth) เป็นต้น และ 4) เทคโนโลยีที่ช่วยในการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย สมาร์ทโฟน ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญด้าน IoT เนื่องจากสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ สั่งการทำงานระยะไกลผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สายได้ เช่น การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ระบบแนะนำที่จอดรถอัจฉริยะระบบจะแสดงสถานการณ์ที่จอดรถภายในอาคารหรือภายในห้างสรรพสินค้า มีเซ็นเซอร์เป็นตัวแสดงสถานะของลานจอดรถว่างหรือไม่ว่างและแสดงผลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต และบอร์ด LED เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ซึ่งนำเซ็นเซอร์รับรู้ข้อมูลชนิดตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR sensor) บอร์ดราสเบอรรี่พาย และ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด NodeMCU พัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวบุคคลด้วยเซ็นเซอร์ สำหรับตรวจสอบการอยู่ห้องพักของอาจารย์ โดยที่ระบบมีการทำงาน 2 ส่วน คือ 1) ส่วนประมวลผลหรือเซิร์ฟเวอร์ มีเซ็นเซอร์ PIR เชื่อมต่อกับบอร์ดราสเบอร์รี่พาย โดยทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ PIR ไว้เหนือโต๊ะของอาจารย์ เมื่อมีการเคลื่อนไหวในระยะทำการ 2-3 เมตร เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณการตรวจจับไปยังบอร์ดราสเบอร์รี่พายเพื่อประมวลผลสถานะและแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 2) ไคลเอนต์ เป็นส่วนแสดงผลผ่าน บอร์ด LED หน้าห้องพักอาจารย์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด NodeMCU ทำหน้าที่ดึงค่าสถานะจากบอร์ดราสเบอร์รี่พายด้วยการเชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi มาแสดงผล ดังนั้นการแสดงผลสามารถแสดงได้ 2 รูปแบบ คือแสดงผลออนไลน์ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย และแสดงผลผ่านบอร์ด LED หน้าห้องพักอาจารย์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

2.1 PIR SENSOR [2]

เป็นอุปกรณ์ Sensor ที่ใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหวที่แพร่จากมนุษย์ หรือสัตว์ มาประยุกต์ใช้งานเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต หรือตรวจจับการบุกรุกในงานรักษาความปลอดภัย

รูปที่ 1 อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

2.2 อุปกรณ์ Raspberry Pi [3]

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์กับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ได้ และนิยมใช้ทำเครื่องเซิร์ฟเวอร์ขนาดเล็ก เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการทรัพยากรในการประมวลผลมาก

รูปที่ 2 บอร์ด Raspberry Pi

2.3 NodeMCU [4]

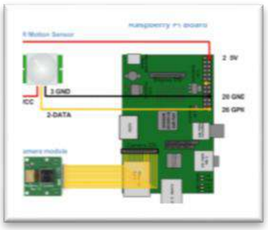
NodeMCU เป็นโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต

รูปที่ 3 บอร์ด NodeMCU

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย โดย ธีระภัทร์ ไกรมะณี (พ.ศ.2556) [5]

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อ DHT-11, PIR Motion Sensor และโมดูลกล้องเข้ากับบอร์ด Raspberry Pi เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นส่งไปยังหน้าเว็บไซต์ และเมื่อมีการบุกรุกสถานที่ระบบจะทำการถ่ายภาพอัตโนมัติ



รูปที่ 4 เชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับRaspberry Pi

2.4.2 ตู้ควบคุมด้วย NodeMCUDevkit (พ.ศ.2559) [6]

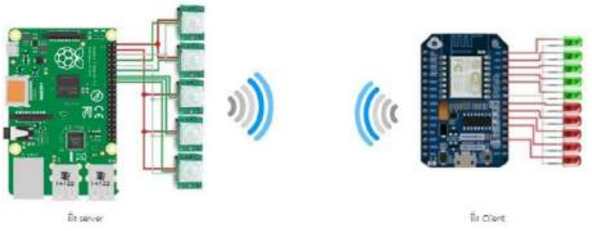
งานวิจัยการควบคุมไฟฟ้าด้วย NodeMCUโมดูล Wi-Fi ภายในห้องพักอาคารผ่านแอปพลิเคชัน โดยระบบสามารถควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติ

รูปที่ 5 แผงควบคุมไฟฟ้า

3. ออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 ออกแบบภาพรวมของระบบ

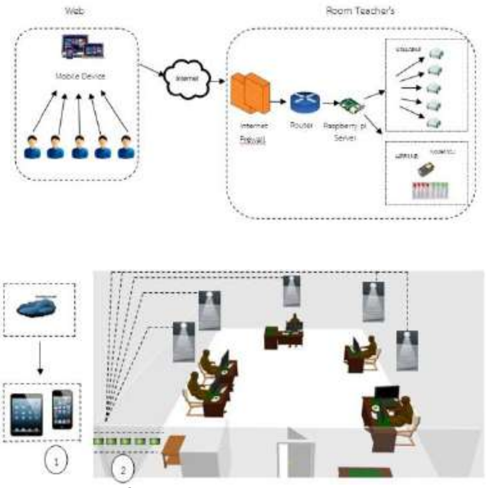
การพัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวของบุคคลด้วยเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวแบ่งส่วนของการทำงานหลักออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เซิร์ฟเวอร์ (server) บอร์ดราสเบอร์รี่พายทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ PIR เพื่อนำค่าที่ตรวจจับได้มาประมวลผลและส่งไปแสดงผลผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนที่ 2 ไคลเอนต์ (Client) เป็นส่วนที่ติดต่อไปยังบอร์ดราสเบอร์รี่พายผ่านสัญญาณ Wi-Fiเพื่อนำผลมาแสดงผ่านบอร์ด LED



รูปที่ 6 การทำงานของส่วนรับค่าและแสดงผล

ส่วนของการแสดงผลมี 2 รูปแบบดังแสดงในรูปที่ 7 คือ

1. ส่วนของหน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการอยู่ห้องพักผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ และอาจารย์ก็สามารถควบคุมการแสดงผลสถานะของตัวเองผ่านหน้าเว็บได้ด้วย



รูปที่ 7 ส่วนของการแสดงผลสถานะ

2. ส่วนแสดงผลผ่าน LED หน้าห้องพักในส่วนของห้องพักจะประกอบด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ PIR ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับบอร์ดราสเบอร์รี่พายเพื่อประมวลผลสถานะ จากนั้น NodeMCU จะทำการเชื่อต่อกับราสเบอร์รี่พายผ่าน Wi-Fi เพื่อนำผลมาแสดงผ่านบอร์ดLEDหน้าห้องพักอาจารย์

4. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

4.1 ส่วนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

การเข้าใช้งานหน้าเว็บแอปพลิเคชันมี 2 กลุ่ม 1. ผู้ใช้งานที่เป็นอาจารย์ ดังรูปที่ 8 อาจารย์ล็อกอินเข้าสู่ระบบด้วย User Password ของตัวเอง เมื่อเข้าสู่ระบบ อาจารย์สามารถแก้ไขสถานะการอยู่ห้องพักได้ 2. กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ดูสถานะของอาจารย์ผ่าน URL ได้เพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 9

รูปที่ 8 ส่วนหน้าเว็บของอาจารย์ควบคุมสถานะ

รูปที่ 9 ส่วนหน้าเว็บของผู้ใช้ทั่วไป

4.2 การติดตั้งใช้งาน

การติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR sensor) ของโต๊ะอาจารย์จำนวน 5 ท่าน

รูปที่ 10 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวอาจารย์

จากรูปที่ 10 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบความเคลื่อนไหวผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของอาจารย์ในการอยู่ห้องได้ 2 แบบ

1. แสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

รูปที่ 11 ส่วนแสดงผลผ่านหน้าเว็บ

2. แสดงผลผ่าน LED

รูปที่ 12 ส่วนแสดงผลผ่าน LED

4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อพัฒนาระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวบุคคลด้วยเซนเซอร์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจด้านขั้นตอนการใช้บริการเว็บไซต์

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D	แปลค่า
1. ด้านขั้นตอนการใช้บริการเว็บไซต์			
1.1 ความรวดเร็วในการเข้าถึงหน้าเว็บแอปพลิเคชัน	4.48	0.65	ดี
1.2 ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.52	0.65	ดีมาก
1.3 ความรวดเร็วในการใช้งาน	4.3	0.58	ดี
1.4 มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.32	0.68	ดี
รวม	**4.41**	**0.04**	**ดี**

ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S.D	แปลค่า
2. ด้านการใช้บริการแสดงสถานะผ่าน web Application และ LED			
2.1 สามารถบ่งบอกสถานะได้อย่างชัดเจนชัดเจน	4.48	0.58	ดี
2.2 ความรวดเร็วในการแสดงสถานะ	4.36	0.60	ดี
2.3 เพิ่มความสะดวกในการเข้าพบอาจารย์	4.46	0.61	ดี
2.4 แก้ปัญหาในการเข้าพบอาจารย์ของนักศึกษา	4.64	0.48	ดีมาก
2.5 การแสดงสถานะมีความแม่นยำตรงกันทั้งหน้า web Application และ LED	4.64	0.53	ดีมาก
รวม	**4.52**	**0.05**	**ดีมาก**
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**4.47**	**0.01**	**ดี**

จากตารางที่1ผลการประเมินความพึงพอใจด้านขั้นตอนการใช้บริการเว็บไซต์ในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับดีมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.41 S.D.=0.04) และด้านการใช้บริการแสดงสถานะผ่าน web Application และ LED มีระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$= 4.52 S.D.= 0.05) เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมสรุปค่าเฉลี่ยทั้งสองด้านอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{x}$=4.47 S.D. = 0.01)

5. สรุปและอภิปลายผล

5.1 สรุปผล

ระบบตรวจสอบความเคลื่อนไหวบุคคลด้วยเซนเซอร์ด้วยเซ็นเซอร์ PIR ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของอาจารย์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ และผ่านบอร์ด LED หน้าห้องพักอาจารย์ได้ สำหรับอาจารย์สามารถตรวจสอบสถานะของตัวเองและแก้ไขสถานะ การทำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้การทำแบบประเมินโดยมีนักศึกษาภายในวิทยาลัยเป็นผู้ประเมินจำนวน 50 คน มีความพึงพอใจต่อด้านการใช้บริการแสดงสถานะผ่าน web Application และ LED อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านขั้นตอนการใช้บริการเว็บไซต์มีค่าเฉลี่ย 4.41 และค่าเบี่ยงเบน 0.04 ส่วนด้านการใช้บริการแสดงสถานะผ่าน web Application และ LED มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.47 และค่าเบี่ยงเบน 0.05ดังนั้นความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์

5.2 อภิปลายผล

งานวิจัยนี้สามารถวิจารณ์และอภิปลายผลการทำงานได้ 2 ส่วนดังนี้

- ระบบสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในระยะทำการ 2-3 เมตร แต่ระบบไม่สามารถระบุตัวตนของอาจารย์แต่ละท่านได้ เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้เป็นตรวจจับเฉพาะความเคลื่อนไหวเท่านั้น
- กรณีอาจารย์อยู่ประจำโต๊ะทำงานแต่ไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นระยะเวลานาน เซ็นเซอร์จะประมวลผลเป็นไม่มีการเคลื่อนไหวดังนั้นการแสดงผลจะแสดงผลเป็นอาจารย์ไม่อยู่ห้องพัก

เอกสารอ้างอิง

[1] The Knowledge Provider. 2556. Internet of Things (IoT). (http://www.ar.co.th/kp/th/15). เข้าถึงเมื่อวันที่: 1 มีนาคม 2559
[2] นายกายรัฐ เจริญราษฎร์ นายภิเศก ภัทรเวสารัส และนายเจตน์ พวงศิลป์. 2557.ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกผ่านเครื่องแม่ข่ายโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับ.ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพ.
[3] นายธีระภัทร์ ไกรมะณี. 2556. ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ด RaspberryPi. คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.กรุงเทพ.
[4] การควบคุมการเปิด-ปิดไฟด้วยNodeMCU. 2557. (http://www.adaline.co.th/b/3).เข้าถึงเมื่อวันที่: 19 มีนาคม 2559
[5] นายธีระภัทร์ ไกรมะณี. 2556. ระบบรายงานสภาพแวดล้อมของศูนย์ข้อมูลด้วยบอร์ด RaspberryPi. คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.กรุงเทพ.
[6] ตู้ควบคุมด้วย NodeMCUDevkit. 2559 (http://note.taable.com/post/197F55).เข้าถึงวันที่ 25 พฤษภาคม 2559

ระบบเว็บสำหรับแสดงรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะและค้นหาเส้นทางรถสาธารณะในกรุงเทพมหานคร

A Web-based Application for Bangkok Public Transportation Map Image and Route Planning

เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ สรไกร บัวแก้ว และ วัฒนา เทียมกลาง
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ถนนประชาชื่น แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: nuengwong.tun@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการสำรวจพิกัดป้ายรถและเส้นทางเดินรถประจำทางในกรุงเทพมหานคร โดยได้จัดทำแอนดรอยด์แอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาเส้นทางเพื่อเดินทางจากต้นทางและปลายทางที่ผู้ใช้กำหนดด้วยรถประจำทางได้ ในแอนดรอยด์แอปพลิเคชันดังกล่าว มีส่วนที่แสดงแผนที่สำหรับการเดินทางด้วยพาหนะอื่นด้วย อย่างไรก็ตาม การเดินทางในเขตกรุงเทพมหานครประกอบด้วยพาหนะที่หลากหลาย และมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีระบบที่ให้ผู้ดูแลสามารถแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้ และระบบเว็บในปัจจุบัน ก็สามารถตรวจจับพิกัดปัจจุบันของผู้ใช้ได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเว็บเพื่อรองรับการทำงานดังกล่าว และสามารถค้นหาเส้นทางที่มีการเดินทางด้วยการขนส่งสาธารณะชนิดอื่นได้อีกด้วย จากการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถจัดการรูปภาพแผนที่ได้ถูกต้อง และสามารถค้นหาเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่สั้นที่สุด โดยใช้เวลาในการแสดงผลเฉลี่ยน้อยกว่า 4 วินาที

คำสำคัญ: ขสมก รถเมล์ รถประจำทาง การขนส่งสาธารณะ การค้นหาเส้นทาง

Abstract

In our previous research, we developed an Information System for BMTA Bus Stop and Route Surveys, with an Android App for route planning. This Android Application includes a map display for other public transportations. Nevertheless, there are many public transportation systems in Bangkok, and the routes are changed constantly. This requires the system administrator to update the route information constantly as well. Additionally, the current web technology can detect the user's location. Therefore, we developed a system to serve these changes. Our web application also features with route planning search, which includes other transportations, rather than BMTA. The experimental results show that the system can manage the map images correctly, and can plan for a shortest public transportation route. Additionally, any system webpage can process under 4 seconds on average.

Keywords: BMTA, bus, public transportation, route planning

1. บทนำ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองใหญ่ที่ต้องการบริการขนส่งสาธารณะที่สะดวก เพียงพอ กับประชากรที่มีอยู่ประมาณ 15 ล้านคน[1] ระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยยานพาหนะกว่า 10 ชนิด โดยประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครนิยมเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล บีทีเอส และเอ็มอาร์ที เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง[2] เนื่องจากประชาชนต้องการความสะดวกสบายในการเดินทาง นอกจากนี้ ระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครยังคงมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องอีกด้วย ทำให้ต้องการปรับเปลี่ยนข้อมูลการให้บริการอย่างสม่ำเสมอ

ในงานวิจัยชิ้นก่อน [3-4] ผู้เขียนได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถสำรวจพิกัดป้ายรถประจำทาง และสร้างเส้นทางรถประจำทางผ่านป้ายอย่างอัตโนมัติ และส่วนเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ (API) ขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อร้องขอข้อมูลได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังได้พัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ค้นหาเส้นทางการเดินทางด้วยรถประจำทางโดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางบนแผนที่ โปรแกรมจะคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเส้นทางที่มีการเปลี่ยนรถน้อยที่สุดให้อย่างอัตโนมัติ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลของระบบขนส่งมีการเปลี่ยนแปลงสม่ำเสมอและมีการเพิ่มระบบใหม่ ๆ เข้ามา จึงจำเป็นต้องมีระบบการปรับปรุงข้อมูลเพื่อให้การค้นหาเส้นทางสามารถนำข้อมูลที่เป็นปัจจุบันที่สุดมาใช้อย่างรวดเร็วที่สุด และให้ความถูกต้องในการ

เดินทางของผู้ใช้ นอกจากนี้ ยังควรให้ผู้ใช้สามารถค้นหาเส้นทางได้ผ่านระบบเว็บซึ่งเป็นระบบที่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แพลตฟอร์มใดก็ได้ ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะ โดยไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ระบบปฏิบัติการใดเท่านั้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ที่ผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงและเพิ่มเติมข้อมูลแผนที่การขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เช่นแผนที่รถไฟฟ้าสายต่างๆ หรือแผนที่อื่นใดในรูปแบบรูปภาพ เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลใหม่ล่าสุดได้เร็วที่สุด และได้พัฒนาระบบเว็บเพื่อค้นหาเส้นทางการเดินทางที่ผู้ใช้สามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและปลายทางได้ โดยโปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL และเรียกใช้ API ที่ได้สร้างขึ้นในงานวิจัยชิ้นก่อน ผ่าน Web Service โดยมีการรับส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON

2. งานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่ให้ข้อมูลเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ เว็บแอปพลิเคชันที่ให้ข้อมูลรถประจำทาง ได้แก่ เว็บไซต์ siamtraffic.net และ เว็บไซต์ของ ขสมก. ส่วน Google Maps เป็นบริการของ Google ที่ครอบคลุมการเดินทางด้วยหลายพาหนะแต่ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ส่วนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ให้บริการข้อมูลรถประจำทาง [5] ได้แก่ "รถเมล์", "สายรถเมล์", "จอดป้ายหน้า", และ "รถโดยสาร", "แผนที่รถเมล์", Bangkok Buses, และ RoadMay อย่างไรก็ตามโปรแกรมประยุกต์เหล่านี้ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของ ขสมก. ซึ่งไม่ได้มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเป็นเวลานาน และไม่มีการนำเส้นทางจากพาหนะชนิดอื่นเข้ามาร่วมด้วย ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาระบบที่สามารถให้บริการข้อมูลการเดินทางถูกปรับปรุงให้ถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ และระบบที่สามารถค้นหาเส้นทางโดยรวมเอาระบบขนส่งสาธารณะที่หลากหลายเข้ามาคำนวณด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

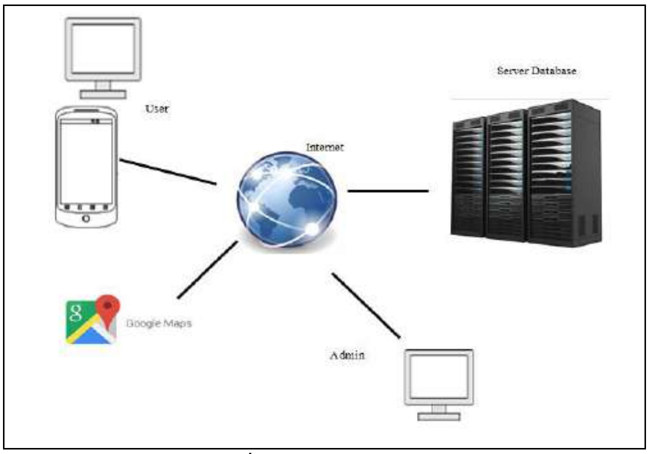
ในงานวิจัย [3] ผู้วิจัยได้พัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่สามารถสำรวจพิกัดป้ายรถประจำทางโดยใช้ข้อมูล GPS จากโทรศัพท์ โดยผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลพิกัดแล้วอัพโหลดพิกัดในภายหลังเมื่อมีสัญญาณอินเทอร์เน็ต และสามารถตรวจสอบพิกัดที่เก็บได้ก่อนทำการอัพโหลดได้ จากนั้นผู้ดูแลระบบนำข้อมูลพิกัดไปสร้างเส้นทางรถประจำทางที่ผ่านพิกัดป้ายต่าง ๆ อย่างอัตโนมัติบนแผนที่ของผู้ใช้งานที่เรียกว่าส่วน My Map ของบริการ Google Map

ส่วน งานวิจัย [4] ผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ (API) ที่อนุญาตให้นักพัฒนาแอปพลิเคชันใด ๆ สามารถเรียกขอข้อมูลเส้นทางรถประจำทางในรูปแบบของ JSON ได้ และรวมถึงได้พัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับผู้เดินทางด้วยรถประจำทางสามารถค้นหาวิธีการเดินทางด้วยรถประจำทางโดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางบนแผนที่ โดยสามารถเลือกให้โปรแกรมจะคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเส้นทางที่มีการเปลี่ยนรถน้อยที่สุดให้อย่างอัตโนมัติ

อย่างไรก็ตาม เมื่อข้อมูลระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครมีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมระบบขนส่งสาธารณะใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงข้อมูลอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถได้รับข้อมูลที่เป็นปัจจุบันให้เร็วที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ที่ผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงและเพิ่มเติมข้อมูลการขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในรูปแบบรูปภาพแผนที่ได้อย่างสะดวก และสามารถค้นหาการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะหลายระบบได้ในที่เดียว โดยจำกัดอยู่เพียงระบบปฏิบัติการใดหรือแพลตฟอร์มใดเพียงอย่างเดียว

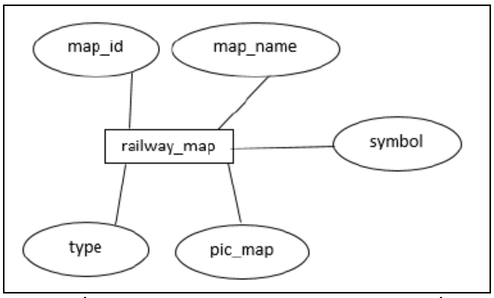
3. การออกแบบและพัฒนา

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบ 3-tier ด้วยภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL โดยระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการจัดการรูปภาพแผนที่ และ ส่วนค้นหาเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ โดยมีภาพรวมของระบบดังแสดงในรูปที่ 1 โดยฝั่งผู้ใช้สามารถใช้ระบบผ่านเว็บบนโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้ และมีการเรียกใช้ Google Map API ส่วนฝั่งผู้ดูแลระบบ (Admin) จะใช้ระบบผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

ส่วนระบบการจัดการรูปภาพแผนที่ สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถอัพโหลดแผนที่ต่าง ๆ ในรูปแบบรูปภาพเพื่อให้ผู้เดินทางที่ใช้งานระบบเว็บและแอนดรอยด์แอปพลิเคชันทราบข้อมูลได้ทันที โดยไม่ต้องรอการสำรวจพิกัดและการเพิ่มเส้นทางลงในระบบอย่างละเอียด ดังนั้นระบบในส่วนนี้จะเน้นความง่ายในการกรอกข้อมูลเป็นหลัก เพื่อให้แก้ไขข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนนี้ใช้ฐานข้อมูล MySQL ดังแสดงในแผนภาพอีอาร์ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพอีอาร์ส่วนจัดการรูปภาพแผนที่

ส่วนโปรแกรมค้นหาเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ เรียกใช้ข้อมูลเส้นทางที่ได้จากส่วนเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ (API) จากงานวิจัย [4] ซึ่งได้ผลลัพธ์ในรูป JSON จากนั้นนำมาแสดงบนแผนที่จาก Google Map API เพื่อแสดงผลพิกัดสถานีรถและเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่างสถานีรถชนิดต่าง ๆ และยังมีการใช้ jQuery และ Bootstrap ช่วยในการแสดงผลแบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้

4. ผลการทดสอบระบบ

4.1 การทำงานของโปรแกรมระบบจัดการรูปภาพแผนที่

เราได้ทดสอบโปรแกรมระบบจัดการรูปภาพแผนที่ โดยการเพิ่มรูปภาพแผนที่ แก้ไขข้อมูลรูปภาพแผนที่ และ ลบรูปภาพแผนที่ รูปที่ 3 แสดงรายการรูปภาพแผนที่ที่มีการอัพโหลดไว้ในระบบเรียบร้อยแล้ว โดยโปรแกรมจะแสดงเป็นเมนูด้านบน เป็นแผนที่สำหรับรถไฟฟ้า เรือ และแผนที่อื่น ๆ (เช่น รถตู้) ด้านซ้ายมือจะแสดงเมนูย่อยของรูปภาพแผนที่แต่ละประเภท และเมื่อผู้ใช้คลิกที่ชื่อแผนที่ในเมนู ระบบจะแสดงรูปภาพแผนที่ทางด้านขวามือ

รูปที่ 3 เมนูรูปภาพแผนที่ และ รูปภาพแผนที่

หากผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มรูปแผนที่รูปใหม่ สามารถ login เข้าสู่ระบบ แล้วเลือก INSERT DATA ในเมนูด้านซ้ายมือ จากนั้นกรอกชื่อแผนที่ ชนิดของพาหนะ และ เลือกรูปภาพที่ต้องการอัพโหลด โดยสามารถเป็นรูปนามสกุล .jpg, .png, .gif ที่สามารถแสดงผลบนเว็บเพจได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลเรียบร้อย ข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูล และนำมาแสดงแก่ผู้ใช้ทั่วไปในหน้าหลักได้

รูปที่ 4 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้ากรอกข้อมูลรูปภาพแผนที่

หากผู้ดูแลระบบต้องการแก้ไขข้อมูลรูปภาพแผนที่ สามารถทำได้โดยเลือกเมนู UPDATE DATA ก็จะปรากฏรายการของรูปแผนที่ให้แก้ไขได้ และเมื่อกดปุ่มแก้ไข ระบบจะแสดงข้อมูลบนฟอร์มที่เหมือนกับรูปที่ 4 ส่วนการลบข้อมูล สามารถทำได้โดยการเลือกเมนู DELETE DATA ทางด้านซ้าย ระบบจะแสดงรายการของรูปแผนที่ให้ผู้ใช้กดเลือกลบได้ ดังแสดงในรูปที่ 5

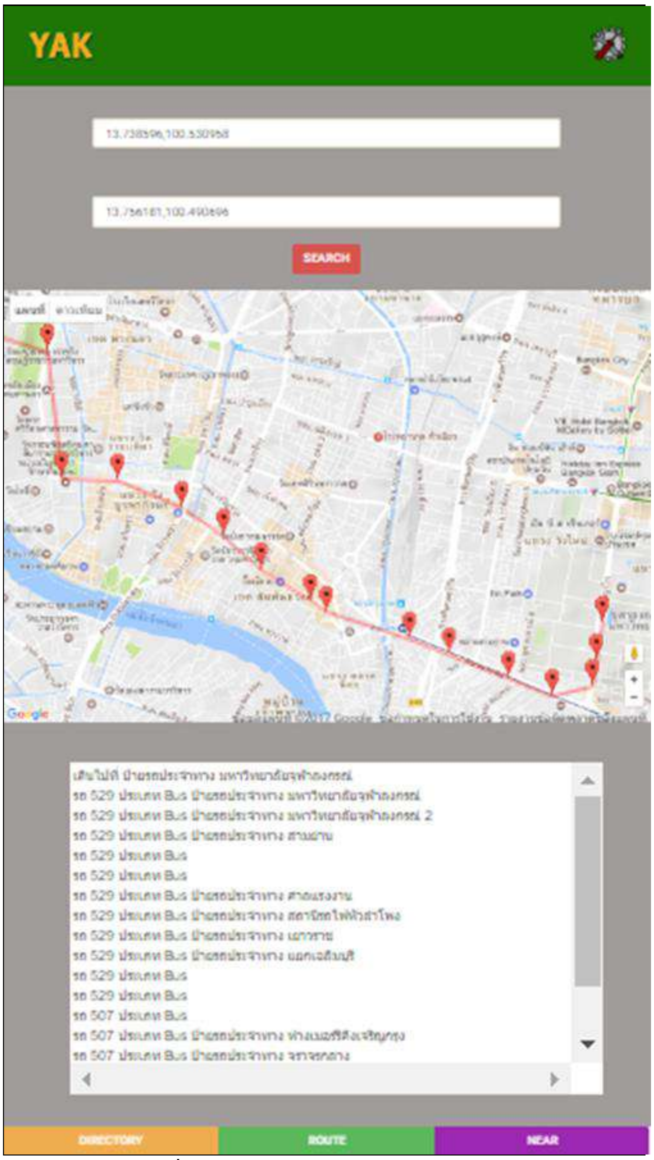
รูปที่ 5 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในหน้ารายการลบรูปภาพแผนที่

4.2 การทำงานของโปรแกรมระบบค้นหาเส้นทาง

เราได้ทำการทดสอบโปรแกรมระบบค้นหาเส้นทาง ส่วนติดต่อผู้ใช้ในระบบค้นหาเส้นทางแสดงได้ดังรูปที่ 6 ผู้ใช้สามารถกรอกชื่อสถานที่ต้นทางและปลายทางในกล่องข้อความด้านบน ระบบจะแปลงชื่อสถานที่เป็นพิกัดละติจูดและลองจิจูดให้อัตโนมัติ ซึ่งข้อมูลพิกัดสถานที่นี้สามารถดึงข้อมูลมาจาก API ของเว็บ YAK START [6] หรือ Google Place API ก็ได้ ซึ่งในระบบนี้ เราเลือกดึงข้อมูลจากเว็บ YAK START

จากนั้น เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Search ระบบจะดึงข้อมูลเส้นทางที่สั้นที่สุดจากต้นทางและปลายทางที่ผู้ใช้กำหนดผ่าน API [4] มาในรูปแบบ JSON จากนั้นระบบจะสังเคราะห์ข้อมูล JSON ที่ได้มาจัดรูปแบบเป็น

พิกัดบนแผนที่ และขั้นตอนการเดินทาง โดยระบบจะนำข้อมูลพิกัดมาปักหมุดสถานีหรือป้ายรถลงบน Google Map และแสดงเส้นทางที่ต้องเดินทางผ่าน พร้อมทั้งแสดงขั้นตอนการเดินทางอย่างละเอียดใน Text Area ด้านล่าง เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าต้องเดินทางด้วยรถประเภทใด สายไหน ต่อรถที่ใด อย่างไร



รูปที่ 6 ส่วนติดต่อผู้ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

จากการทดสอบประสิทธิภาพทางเวลาของระบบเว็บที่สร้างขึ้น เวลาเฉลี่ยที่ใช้งานในทุกหน้าเว็บ ใช้เวลาไม่เกิน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ผู้ใช้งานเว็บยอมรับได้ [7]

5. สรุป

บทความนี้กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ที่ใช้ในการจัดการรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และระบบค้นหาเส้นทางการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่สั้นที่สุด โดยระบบถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL ที่ได้พัฒนาขึ้นในงานวิจัยก่อนหน้านี้ ผ่าน API ที่ให้บริการข้อมูลในรูป JSON จากผลการทดสอบระบบพบว่าโปรแกรมสามารถทำงานตามหน้าที่ได้ถูกต้อง ทั้งการจัดการรูปภาพแผนที่ และการค้นหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุด โดยทุกหน้าเว็บสามารถทำงานได้โดยเฉลี่ยภายใน 4 วินาที ซึ่งเป็นเวลาตอบกลับที่ผู้ใช้งานเว็บสามารถยอมรับได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท YAK/Smart VC เป็นอย่างสูงที่เอื้อเฟื้อข้อมูลป้ายรถและข้อมูลการเดินรถประจำทางในสังกัดของ ขสมก. และข้อมูลพิกัดและชื่อสถานที่ผ่านเว็บไซต์ YAK Start

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร. (2557). สถิติจราจร ปี 2556. Retrieved (5 มิถุนายน 2558), from: http://office.bangkok.go.th/dotat/StatBook/b2556.pdf

[2] ไทยรัฐออนไลน์. (2 มกราคม 2558). สิ้นสุดการรอคอย "รถไฟฟ้า" มาหาซะที เจาะลึกทุกสถานี 10 เส้นทางผ่านบ้านใคร. Retrieved (23 สิงหาคม 2559), from: http://www.thairath.co.th/content/472283

[3] เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ, อดิศร ศักดิ์เจริญ และ วุฒิพร ชะเอม. (2559). ระบบสารสนเทศสำหรับการสำรวจป้ายรถ และเส้นทางเดินรถประจำทางในกรุงเทพมหานครด้วย GPS. Journal of RESGAT, 16(1), หน้า 11-18.

[4] N Tuaycharoen, A. Sakcharoen, W. Cha-em. (2016) Bangkok Bus Route Planning API. Procedia Computer Science, 86(2016), P.441-444.

[5] Google Play. Retrieved: June 5, 2015, from: http://play.google.com/.

[6] Yak Start. (2559). Yak Start . Retrieved (27 สิงหาคม 2559), from: http://www.yakstart.com

[7] Kissmetrics (2011) How loading time affects your bottom line. Retrieved (27 สิงหาคม 2559), from: https://blog.kissmetrics.com/loading-time/

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษ

GIS Technology for Monitoring Traffic Operation on Expressways

อุทัย วังชัยศรี[1] อุดมโชค สุริยะจรัสแสง[2] เสาวนี ศรีสุวรรณ[3] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4] และ ดร.ศักดิ์ดา พรรณไวย[5]
[1]วิทยากร 6, แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: authai_wan@exat.co.th
[2]วิศวกร 4, แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: udomchok.exat@gmail.com
[3]วิทยากร 6, แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: saovanee_sri@exat.co.th
[4]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: thepp9@hotmail.com
[5]ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชี การทางพิเศษแห่งประเทศไทย Email: sakda@exat.co.th
[1,2,3,4]กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษโดยการนำเทคโนโลยีต่างๆ เช่น เทคโนโลยีระบุตำแหน่งด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบเว็บเซอร์วิส (Web Service) เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) และเทคโนโลยีการแสดงแผนที่กูเกิ้ล (Google Maps) มาพัฒนาร่วมกัน เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการจราจรของเจ้าหน้าที่จราจรทางพิเศษ และลดขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ซึ่งแบบเดิมนั้นส่วนใหญ่ข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบกระดาษเอกสาร ทำให้ยากต่อการค้นหา การดูภาพรวมของระบบ การสืบค้นข้อมูลย้อนหลัง หรือแม้แต่การวางแผนในการจัดวางตำแหน่งปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จราจร รวมทั้งต้องสิ้นเปลืองเวลาในการประมวลผลและจัดเตรียมรายงาน ปัจจุบันระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ได้ใช้จริงแล้วบนทางพิเศษเฉลิมมหานคร (ระบบทางด่วนขั้นที่ 1) ในปี 2560 จะมีการใช้งานระบบนี้กับทางพิเศษฉลองรัช (ระบบทางด่วนขั้นที่ 3) และขยายการใช้งานเพิ่มในเส้นอื่นๆ อีกในปีถัดไป ทั้งนี้ระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมานี้ได้พัฒนาโดยอยู่ภายใต้ศูนย์ควบคุมระบบจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) ของ กทพ. ผลที่ได้จากการประเมินโดยผู้ใช้งานระบบเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การจัดการจราจร, ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

Abstract

This article presents the application of GIS technology to enhance the Monitoring Traffic Operation (MTO). In the former practice, the traffic control supervisors recorded the assignment in the daily report form and kept them in folder. However, the routine inspections by supervisors or by others were difficult to achieve due to the time-consuming in data tracking process, coordinating between parties, data analyzing, and preparing reports. Thus, the MTO on expressways under the ITS Center by using a combination of GIS technology and the Web service has been developed. The system can help support traffic control planning and increase the efficiency of traffic control management.

Keywords: Geographic information system (GIS), Monitoring Traffic Operation, Intelligent Transport System (ITS), Expressway Authority of Thailand (EXAT)

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการจราจรติดขัดเป็นปัญหาสำคัญลำดับต้น ๆ ของประเทศ ทำให้หลายองค์กรพยายามหาแนวทางในการบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัด ซึ่งหนึ่งในวิธีการบรรเทาปัญหานั้นคือการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือแอพพลิเคชั่นเพื่อรายงานสภาพจราจรเพื่อให้ผู้ใช้ทางได้ทราบการจราจรและหลีกเลี่ยงเส้นทางจราจรที่ติดขัด กทพ. ซึ่งเป็นหน่วยงานสังกัดกระทรวงคมนาคมจึงได้พัฒนาศูนย์ควบคุมจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) ขึ้น ซึ่งภายใต้ศูนย์ ITS Center ประกอบไปด้วยระบบการทำงานย่อยภายในหลายระบบและหนึ่งในนั้นคือ การนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษ ปัจจุบันระบบฯ ดังกล่าวได้นำไปใช้งานจริงที่บนทางพิเศษเฉลิมมหานครแล้วและมีแผนจะเพิ่มการใช้งานระบบฯ อีกในเส้นทางอื่น ๆ ในปีถัดไป โดยระบบฯ ดังกล่าวที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการจราจรของเจ้าหน้าที่จราจรโดย

สามารถติดตามการทำงานบริหารจัดการจราจรร่วมกับภาพจากกล้องวงจรปิดบนทางพิเศษ และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ทางอย่างทั่วถึงทั้งในช่วงการจราจรปกติและช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือ และกระบวนการที่ช่วยจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ [1] ในงานจัดการจราจร GIS ถูกนำมาใช้ในงานระบบขนส่งและการจราจรเป็นอย่างมาก และใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อีกทั้ง GIS ยังรองรับกับระบบสารสนเทศอื่น ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลข้อมูล ที่เป็นประโยชน์ต่อการเดินทาง การขนส่ง ทั้งทางถนนระดับดินและทางพิเศษ ในรูปแบบของเส้นทาง สภาพการจราจรติดขัด และคล่องตัว ตลอดจนตำแหน่งของเจ้าหน้าที่จราจรที่อำนวยการจราจรบริเวณจุดเชื่อมต่อทาง บริเวณจราจรติดขัด หรือจุดเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น [2]

2.2 แผนที่กูเกิ้ล (Google Maps)

Google Maps คือ บริการที่กูเกิ้ลเปิดให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้งานแผนที่ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ใช้เพียงโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) เท่านั้น ความสามารถ Google Maps คือ สามารถค้นหาตำแหน่งที่ตั้งต่างๆ ค้นหาเส้นทางการเดินทางโดยกำหนดจุดเริ่มต้นและปลายทางที่ต้องการได้ ฯลฯ

แผนที่กูเกิ้ลเอพีไอ (Google Maps Application Programming Interface: Google Maps API) คือ บริการของกูเกิ้ลที่สามารถนำข้อมูลแผนที่กูเกิ้ลไปแสดงผลกับการพัฒนาโปรแกรมอื่น ๆ โดยแผนที่กูเกิ้ลเอพีไอมีทั้งแบบแผนที่เส้นทางถนนและภาพถ่ายจากดาวเทียมและทำงานผ่านทางเว็บไซต์ในรูปแบบของจาวาสคริปต์ [3] ทั้งนี้ในปัจจุบันแผนที่กูเกิ้ลเอพีไอมีการแสดงผลในรูปแบบการจราจรโดยจะแสดงผลลักษณะเส้นสีประกอบไปด้วย สีเขียว สีเหลืองและสีแดงตามสภาพจราจร โดยจะแสดงผลแบบ real-time

2.3 การจัดการจราจรบนทางพิเศษ

การจัดการจราจรบนทางพิเศษของ กทพ. ในปัจจุบันอยู่ในการกำกับดูแลของฝ่ายควบคุมจราจร โดยแบ่งเจ้าหน้าที่จราจรแยกตามสายทางต่าง ๆ โดยเจ้าหน้าที่จราจรแต่ละคนจะอยู่ภายใต้บังคับบัญชาของหัวหน้าชุด หัวหน้ากะและมีผู้บันทึกข้อมูลตารางการปฏิบัติงาน และกำหนดการเข้ากะให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจร เมื่อถึงเวลาปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่สื่อสารที่อยู่ตามศูนย์ควบคุมต่างๆ ในสายทางนั้นๆ จะติดต่อกับเจ้าหน้าที่จราจรที่ปฏิบัติหน้าที่บนทางพิเศษเพื่อช่วยกันบรรเทาปัญหาจราจรติดขัดบนทางพิเศษ [4]

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 การรวบรวมความต้องการและวิเคราะห์ระบบ

จากการประชุมเพื่อเก็บข้อมูลจากฝ่ายควบคุมจราจรพบว่าวิธีปฏิบัติแบบเดิมคือเจ้าหน้าที่ระดับผู้บังคับบัญชา (ระดับหัวหน้าแผนก) จะบันทึกคำสั่งการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จราจรแต่ละคนลงในแบบฟอร์มรายงานปฏิบัติงานประจำวัน (ใบ ว.8) และเก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มรายงาน โดยรายงานดังกล่าวจะถูกส่งไปยังเจ้าหน้าที่สื่อสาร เมื่อถึงเวลาปฏิบัติงานจริงจะมีหัวหน้าชุดและหัวหน้ากะทำหน้าที่ควบคุมเจ้าหน้าที่จราจรอีกครั้ง

3.2 การจัดเตรียมข้อมูล

1.) ชั้นข้อมูล GIS (ข้อมูล Shape file) ประกอบด้วย

ชั้นข้อมูลโครงข่ายทางพิเศษและถนนระดับดิน ชั้นข้อมูลจุดทางขึ้น-ลงทางพิเศษ ชั้นข้อมูลจุดทางเชื่อมทางแยก ชั้นข้อมูลตำแหน่งด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษและชั้นข้อมูลตำแหน่งกล้อง CCTV

2.) ข้อมูลเจ้าหน้าที่จราจร

รายละเอียดเกี่ยวกับตัวบุคคลของเจ้าหน้าที่จราจรและตารางงานที่ได้รับมอบหมายของเจ้าหน้าที่จราจร

3.) ข้อมูลสิทธิ์ของเจ้าหน้าที่ในระบบ

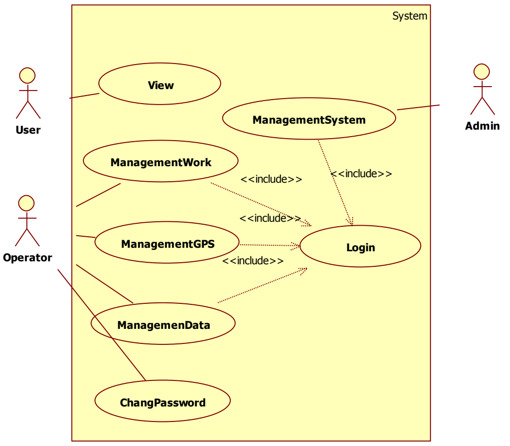
รายละเอียดเกี่ยวกับสิทธิ์ของเจ้าหน้าที่สื่อสาร เจ้าหน้าที่จราจร (หัวหน้าชุดและหัวหน้ากะ) ในการเข้าถึงระบบ

3.3 การออกแบบระบบ

จากการวิเคราะห์ระบบพบว่าระบบงานประกอบด้วยผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1) กลุ่มผู้ดูแลระบบ (Admin) เป็นผู้มีสิทธิ์สูงสุดในระบบทำหน้าที่ในการจัดการระบบ โดยมีสิทธิ์ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูล 2) กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้บันทึกข้อมูล หัวหน้าชุด หรือหัวหน้ากะ (Operator) เช่น เจ้าหน้าที่จัดการจราจร ทำหน้าที่ปฏิบัติงานหรือติดตามงานที่ได้รับมอบหมาย 3) กลุ่มผู้บริหาร เจ้าหน้าที่สื่อสาร และผู้ปฏิบัติงาน (User) ทำหน้าที่ใช้งานระบบ เพื่อใช้ข้อมูลในการวางแผนและการบริหารจัดการ

ในขั้นตอนการออกแบบระบบผู้วิจัยได้ใช้ Use Case Diagram เพื่อการวิเคราะห์และอธิบายโครงสร้างของระบบโดยมีการแบ่งงานผู้ใช้ระบบ ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1) กลุ่มผู้ดูแลระบบ (Admin) 2) กลุ่ม

เจ้าหน้าที่ (Operator) 3) กลุ่มผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงาน (User) ดังแสดงในรูปที่ 2 และคำอธิบายดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 Use Case Diagram ของระบบ

ตารางที่ 1 คำอธิบาย Use Case Diagram ของระบบ

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
User	หมายถึง ผู้บริหารการทางพิเศษฯ หรือเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
Operator	หมายถึง เจ้าหน้าที่ผู้ทำการบันทึกข้อมูล
Admin	หมายถึง ผู้ดูแลระบบ
View	หมายถึง สามารถดูข้อมูลในระบบ
ManagementWork	หมายถึง สามารถจัดการงานในระบบ
ManagementGPS	หมายถึง สามารถจัดการตำแหน่งหรือพิกัดในระบบ
ManagementData	หมายถึง สามารถจัดการกับข้อมูลในระบบ
ManagementSystem	หมายถึง สามารถจัดการกำหนดสิทธิ์ในระบบ
Login	หมายถึง การเข้าสู่ระบบ

4. ผลการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้มีการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี GIS ส่งข้อมูลแบบ Web Service และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ร่วมกับ Google Maps API เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลไปแสดงผลบนหน้าจอ

การทำงานของระบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเก็บข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลทั้งหมดในระบบต้องผ่านการ Login เข้าระบบ โดยผู้ที่ทำหน้าที่ในการ Login เข้าสู่ระบบคือกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้บันทึกข้อมูล หัวหน้าชุดหรือหัวหน้ากะ เพื่อทำการเพิ่มข้อมูลในระบบต่อไป

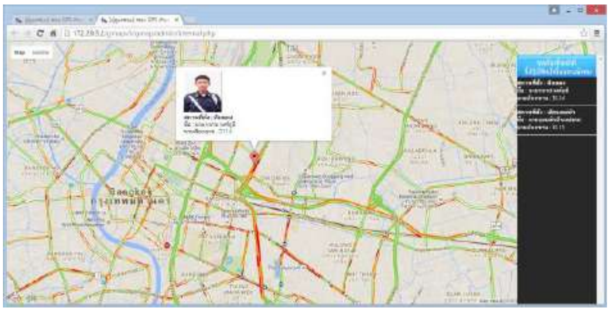
เมื่อ Login เข้าสู่ระบบแล้วจะแสดงหน้าจอหลักซึ่งหน้าจอหลักจะแสดงนามเรียกขาน (ชื่อเรียกเฉพาะของเจ้าหน้าที่) รายชื่อเจ้าหน้าที่จราจร ชื่อจุดตรวจ วันเวลาที่เริ่มต้นปฏิบัติงาน และวันเวลาที่สิ้นสุดการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่บนทางพิเศษ ตัวอย่างหน้าจอการมอบหมายงานเจ้าหน้าที่จราจรให้ไปปฏิบัติงานบนทางพิเศษโดยมีหัวหน้าชุดเป็นผู้ Login เข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 หน้าจอการมอบหมายงานเจ้าหน้าที่จราจรให้ไปปฏิบัติงานบนทางพิเศษโดยหัวหน้าชุด

ขั้นตอนที่ 2 การประมวลผลข้อมูล เมื่อกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้บันทึกข้อมูลหรือหัวหน้าชุดทำการเพิ่มข้อมูลในระบบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงข้อมูลเฉพาะเจ้าหน้าที่จราจรที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่บนทางพิเศษเท่านั้น รวมทั้งจัดการสร้างเว็บเซอร์วิสโดยอัตโนมัติเพื่อนำส่งข้อมูลไปแสดงผลบนระบบ Google Maps API ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผล เมื่อทำการบันทึกและประมวลผลข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว กลุ่มผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงาน (User) สามารถเข้าไปดูข้อมูลที่แสดงผลได้ ซึ่งการแสดงผลจะมีอยู่ 3 แบบคือ 1) ข้อมูลเจ้าหน้าที่จราจร ได้แก่ รูปภาพ ชื่อ นามเรียกขาน 2) ตำแหน่งหรือพิกัดที่เจ้าหน้าที่จราจรปฏิบัติงานอยู่บนทางพิเศษ 3) ข้อมูลการจราจรแบบเส้นสี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงผลแบบทันการณ์ (Real-time) ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการบริหารงานจราจร รวมทั้งผู้บริหารของการทางพิเศษฯ สามารถเข้าดูข้อมูลสภาพจราจรทางพิเศษและสภาพจราจรของถนนระดับดินที่แสดงเป็นเส้นสีบนแผนที่ Google Maps แบบทันการณ์ผ่านคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สื่อสารที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถสั่งการไปยังศูนย์ควบคุมหรือเจ้าหน้าที่จราจรเพื่อแก้ไขหรือช่วยเหลือบริเวณที่จราจรติดขัดหรือเกิดเหตุการณ์ ได้อย่างทันท่วงที ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 4 หน้าจอแสดงการประมวลผลเพื่อแสดงตำแหน่งและข้อมูลเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานบนทางพิเศษแบบ Real-time



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงตำแหน่งและข้อมูลเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานบนทางพิเศษ

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การทางพิเศษฯ ได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานระบบบริหารจัดการจราจรของการทางพิเศษฯ ซึ่งพบว่าวิธีปฏิบัติงานโดยปกติ เจ้าหน้าที่ควบคุมการปฏิบัติงานจะบันทึกคำสั่งการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จราจรลงในแบบฟอร์มรายงานปฏิบัติงานประจำวัน และรวบรวมเก็บไว้ ทำให้ยากต่อการวางแผนและประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ยากต่อการสืบค้นในภายหลัง รวมทั้งการประมวลผลข้อมูล ตลอดจนการจัดเตรียมรายงาน การทางพิเศษฯ จึงได้พัฒนา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการจราจรบนทางพิเศษนี้ขึ้นเพื่อลดขั้นตอนการทำงานโดยระบุตำแหน่งของเจ้าหน้าที่จราจรที่ปฏิบัติงานบนทางพิเศษแทนการบันทึกในใบงาน โดยผู้วิจัยพบว่าระบบนี้เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่บริหารจัดการจราจร โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับการเฝ้าติดตามสภาพจราจรด้วยกล้อง CCTV ทำให้ลดขั้นตอนการบันทึกในแบบฟอร์มการปฏิบัติงาน สามารถสืบค้นข้อมูลการปฏิบัติงานย้อนหลังได้ ผู้บริหาร กทพ. สามารถติดตามการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่จราจรในภาพรวมผ่านอินเตอร์เน็ตได้ ทำให้เกิดการปฏิบัติงานที่สะดวกรวดเร็วและเป็นการให้บริการประชาชนผู้ใช้ทางอย่างรวดเร็วและทั่วถึง ลดปัญหาการจราจรติดขัดสะสม ทั้งนี้ปัจจุบันระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ได้มีการส่งมอบให้กับฝ่ายควบคุมจราจรและใช้จริงแล้วบนทางพิเศษเฉลิมมหานคร ผลการประเมินด้วยแบบสอบถามกับผู้ปฏิบัติงานขณะ On The Job Training (OJT) สรุปดังนี้ ความรู้ในเรื่องที่บรรยาย การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกัน คะแนนอยู่ในระดับ มาก (คะแนนเฉลี่ย 4.3) ความรู้ความเข้าใจก่อนการฝึกอบรมคะแนนอยู่ในระดับ ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 3) หลังอบรม คะแนนอยู่ในระดับ มาก (คะแนนเฉลี่ย 4.1)

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA), ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Space Technology and Geo-Informatics), บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2553

[2] สรวิศ นฤปิติ, “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในงานระบบขนส่งอัจฉริยะ (ITS) Geographical Information System (GIS) in Intelligent Transport System (ITS)” ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ค้นเมื่อวันที่10 มกราคม 2560 จาก http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~kong/GIS_in_ITS_2.pdf

[3] ศักดิ์ชัย ศรีมากรณ, “การพัฒนาระบบสารสนเทศบนแผนที่ออนไลน์ของหอพักเครือข่าย มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง” Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2, หน้า 29-37, กรกฎาคม 2555 – ธันวาคม 2555.

[4] อุทัย วังชัยศรี และคณะ, “การใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับ Web service เพื่อการจัดการจราจรบนทางพิเศษ” การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 (ECTI-CARD 2015), 2558, หน้า 455-459

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้

The Development of Decision Support System of Time Series Forecasting For Demand in Small and Medium Enterprises; A Company Case Study of Wood Product

ลลิลธร มะระกานนท์[1]

[1]สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

321 ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000 โทรศัพท์ 036-422125 E-mail: m.lalinthorn@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าแบบอนุกรมเวลา สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้ ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัญหาที่สำคัญคือ การตัดสินใจในการพยากรณ์การผลิตสินค้าในแต่ละเดือนของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งมักอาศัยความรู้สึกหรืออาศัยการพยากรณ์จากประสบการณ์การทำงานของผู้ตัดสินใจเท่านั้นโดยไม่ได้นำข้อมูลการขายในอดีตมาใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เพื่อช่วยในการตัดสินใจร่วมด้วย งานวิจัยนี้จะศึกษาเทคนิควิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบข้อมูลต่างๆเพื่อนำไปออกแบบระบบช่วยเหลือการตัดสินใจ โดยระบบช่วยเหลือการตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการขายในอดีตและเลือกตัวแบบทางสถิติที่มีความเหมาะสมในการตัดสินใจและทำให้เกิดค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งจากการทดลองใช้ผลการพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจพบว่า สามารถนำไปใช้งานได้จริงและช่วยประกอบการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถเห็นได้จากผลการประเมินระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้า ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี ซึ่งผลประเมินด้านการตรงตามความต้องกรของผู้ใช้โปรแกรม มีคะแนนการประเมินสูงสุด รองลงมาได้แก่ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม และด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม โดยทุกด้านมีผลประเมินอยู่ในระดับดีเช่นกัน

คำสำคัญ การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา, ปริมาณความต้องการสินค้า, ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้

Abstract

The objective of this research was to develop the decision support system of time series forecasting for demand in small and medium enterprises to predict the quantities demand for the wood product industry. The results showed that the most significant problem was the decision about the production quantities each month because only experienced decision maker was counted but no previous data was statistically analyzed for production. This research used the appropriate forecasting technique for the data to design a decision support system by computer program. Program can analyze the demand data and choose the appropriate forecasting techniques for decision. In assessment of the software performance, the results have shown that meets the requirements of user rated highest rating followed by program function, and easy-to-use, respectively. The analysis results show the user's satisfaction of software was satisfied by this decision support system with good-quality software.

Keywords: Time Series Forecasting, Demand, Wood Product

1. บทนำ

สภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน การผลิตเพียงอย่างเดียวจึงยังไม่เพียงพอ ยังต้องมีการหากลยุทธ์ต่างๆ เพื่อให้ธุรกิจสามารถอยู่รอด และแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดธุรกิจเดียวกันได้ การพัฒนาเศรษฐกิจสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมในชุมชน จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ โดยช่วยในการเปลี่ยนระบบการผลิตสำหรับการขายให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น จากการลดการผลิตที่ไม่ตรงตามความต้องการของตลาด ให้เกิดการผลิตที่มีแบบแผน มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง เพื่อให้ได้ผลกำไรเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เป็นส่วนหนึ่งในการยังชีพและชุมชนสามารถพึ่งตนเองได้อีกด้วย

กลยุทธ์สำคัญอย่างหนึ่งในการสร้างความเติบโตให้ธุรกิจ ก็คือ กระบวนการวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งเป็นหัวใจหลักของทุกกิจกรรม หนึ่งในวิธีที่ควรนำมาใช้เป็นขั้นตอนแรก เป็นการใช้หลักการพยากรณ์การผลิต จากการรวบรวมผลการศึกษาที่นำหลักการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลามาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตเพื่อลดต้นทุน

การผลิตสินค้าได้จริง ดังเช่นการใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุกระป๋อง[1] การเลือกใช้วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้[2] การพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าและการจัดตารางการผลิตหลักมาใช้ในการแก้ปัญหาสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมแปรรูปเมล็ดธัญพืช[3] การออกแบบระบบช่วยเหลือการตัดสินใจ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้ากระดาษคราฟท์[4] เป็นต้น

ปัญหาที่พบมากสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้ที่นำมาเป็นกรณีศึกษาคือ ยังไม่มีแผนดำเนินงานด้านการผลิต การสั่งการผลิตเป็นไปโดยอาศัยประสบการณ์หรือความคุ้นเคย การผลิตสินค้าบางชนิดมากเกินความต้องการ ทำให้ต้องเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบปริมาณมากเก็บไว้ และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าในช่วงระหว่างรอจำหน่ายสูงเกินจำเป็น ตลอดจนปริมาณการขายสินค้าที่อาจมีความไม่แน่นอน จึงจำเป็นที่จะต้องใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อให้ค่าที่พยากรณ์ใกล้เคียงกับความต้องการจริงมากที่สุด โดยอาศัยข้อมูลยอดการขายในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์หาปริมาณการผลิตสินค้าในอนาคต ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้าสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ทำด้วยไม้ และผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อเอื้อต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการดำเนินงานด้านการผลิตสินค้าประเภทอื่นๆ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิต อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการรักษากลุ่มผู้บริโภคของธุรกิจนั้นไว้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าแบบอนุกรมเวลาสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ทำด้วยไม้

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานและการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับทำการศึกษา เพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เพื่อนำตัวแบบในการพยากรณ์ไปพยากรณ์เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดและต้นทุน สามารถแสดงวิธีดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

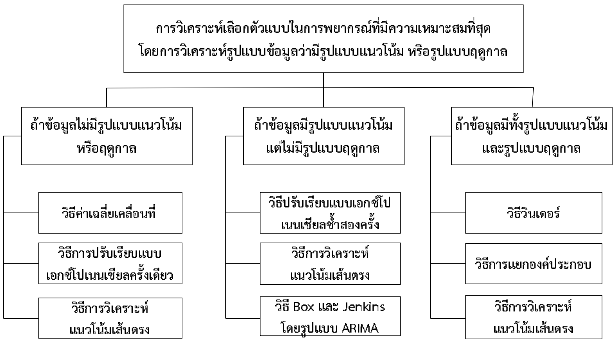
1. การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อหรือยอดการขายในอดีต อย่างน้อย 12 เดือนย้อนหลัง

2. วิเคราะห์ตัวแบบในการพยากรณ์การผลิต (Forecasting Model) เพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสม การวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษารูปแบบข้อมูลของสถานประกอบการที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา

2.2 วิเคราะห์รูปแบบข้อมูลว่ามีรูปแบบแนวโน้ม หรือรูปแบบฤดูกาล สามารถแสดงเป็นแผนผังเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจได้ดังรูปที่ 1

2.2 วิเคราะห์ผลลัพธ์ของแต่ละวิธี และเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความผิดพลาดหรือค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด



รูปที่ 1 การวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบและพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าแบบอนุกรมเวลา โดยผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจการพยากรณ์ สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

4. ตัดสินใจเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการพยากรณ์

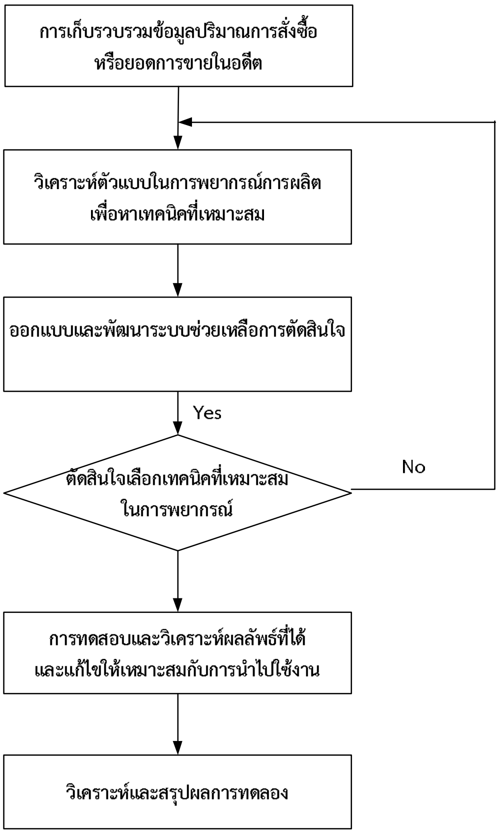
จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของแต่ละวิธี จะดำเนินการตัดสินใจเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากเทคนิคที่ให้ค่าความผิดพลาดหรือค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถึงจะนับว่าเป็นค่าพยากรณ์ที่เหมาะสม และใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยสามารถใช้ดัชนีการประเมินได้แก่ ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation; MAD) ค่ากลางของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(Mean Squared Error; MSE) และค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error; MAPE)

5. สรุปผลการทดลอง โดยการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนและต้นทุนระหว่างปริมาณการขายสินค้าจริงและปริมาณจากค่าการพยากรณ์ สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้ดังรูปที่ 2

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1.1 ศึกษารูปแบบข้อมูลของบริษัทตัวอย่าง

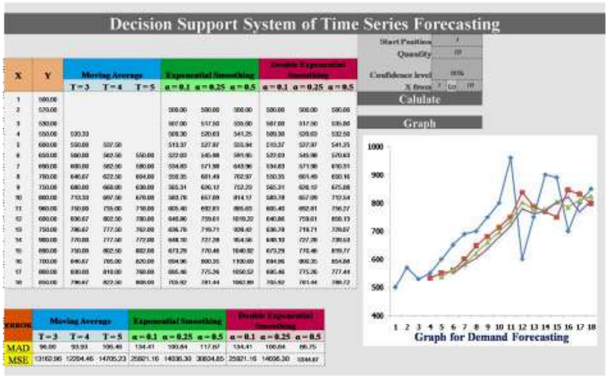
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อ อย่างน้อย 12 เดือนย้อนหลังจากบริษัทตัวอย่าง สรุปได้ว่า ข้อมูลการขายในอดีตของสินค้าบริษัทตัวอย่างมีรูปแบบหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคการพยากรณ์จำนวน 3 เทคนิควิธี



รูปที่ 2 ขั้ นตอนการดำเนินงานวิจัย

มาทำการวิเคราะห์ออกแบบระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ คือ เทคนิควิธี Simple Moving Average, Simple Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing โดยระบบสามารถวิเคราะห์และเลือกเทคนิคที่เหมาะสม และค่าพยากรณ์ที่ให้ความผิดพลาดน้อยที่สุดตามเกณฑ์ความผิดพลาด 2 เกณฑ์ คือ MAD และ MSE [5-7]

4.1.2 ผลการพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้า



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าต่างระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้า

4.1.3 ขั้ นตอนการใช้ระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้า

1. เปิดระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าจะปรากฏหน้าต่างโปรแกรม
2. ป้อนรายละเอียดยอดขายของสินค้าลงในโปรแกรม
3. เริ่มทำการพยากรณ์ทีละเทคนิคและปรับค่าจนค่าการพยากรณ์เทคนิคนั้ นๆมีค่าต่ำที่สุดตามเกณฑ์ความผิดพลาดจนครบตามเทคนิควิธี

ตัวอย่าง ค่าที่ได้จากการพยากรณ์สินค้าด้วยโปรแกรม ข้อมูลยอดขายเป็นข้อมูลแบบเชิงเดี่ยว แสดงขั้ นตอนการใช้งานเทคนิคการพยากรณ์ต่างๆ และผลการเลือกเทคนิคพยากรณ์สินค้า A จากค่าความผิดพลาดตามเกณฑ์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ขั้ นตอนการใช้งานเทคนิคการพยากรณ์วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
2. สมการที่เกิดจากการคำนวณข้อมูลn จำนวนที่ได้กำหนดตั้ งแต่แรกจากข้อมูลยอดขายของสินค้าA ซึ่งได้จากวิธีการคำนวณดังนี้

ให้ N เป็นจำนวนช่วงเวลาที่พิจารณาในวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และ M_T เป็นค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ถ้าปัจจุบันอยู่ที่เวลา T ค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่คำนวณจากผลรวมของข้อมูลN ข้อมูลสุดท้าย เมื่อมีข้อมูลใหม่จะคำนวณหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ใหม่ไปเรื่อยๆ ดังสมการที่ (1) ถึง (3)

$$M_T = \frac{1}{N}(d_{T-N+1} + d_{T+N+2} + ... + d_T) \quad (1)$$

$$M_{T+1} = \frac{1}{N}(d_{T-N+2} + d_{T-N+3} + ... + d_{T+1}) \quad (2)$$

หรือจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$M_{T+1} = M_T + \frac{d_{T+1} - d_{T-N+1}}{N} \quad (3)$$

ตารางที่ 1 ตัวอย่างค่าพยากรณ์ของวิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

เดือน	ค่าสังเกต	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่		
		3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน
1	820.00			
2	800.00			
3	750.00			
4	900.00	790.00		
5	850.00	816.67	817.50	
6	700.00	833.33	825.00	824.00
7	780.00	816.67	800.00	800.00
8	800.00	776.67	807.50	796.00
9	870.00	760.00	782.50	806.00
10	790.00	816.67	787.50	800.00

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแสดงผลการการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากค่าความผิดพลาดตามเกณฑ์ MAD และ MSE

เทคนิคการพยากรณ์		ค่าความผิดพลาด	
		MAD	MSE
วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	T = 3	62.89	5902.96
	T = 4	55.00	5050.00
	T = 5	54.92	5733.23

4.1.3 ผลการประเมินระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาของปริมาณความต้องการสินค้า

จากผลประเมินจากผู้ใช้งานโปรแกรมจำนวน 10 ท่าน แปลผลโดยใช้เกณฑ์เฉลี่ยแปลความหมายตามระดับผลการประเมิน [8] พบว่าผลการประเมินระบบช่วยเหลือการตัดสินใจในการพยากรณ์ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.17 คะแนน ซึ่งผลประเมินสูงสุด ได้แก่ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรมและด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม ด้วยคะแนน 4.40, 4.09 และ 4.03 ตามลำดับ โดยทุกด้านมีผลประเมินอยู่ในระดับดีอีกทั้งยังเล็งเห็นว่าสามารถพัฒนาระบบช่วยเหลือการตัดสินใจให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้ในอนาคต

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากที่กล่าวถึงผลการดำเนินงานวิจัยรวมถึงตัวอย่างที่ดำเนินการผลิตสินค้ามาทั้งหมดนี้ผู้วิจัยแสดงให้เห็นถึงการศึกษารูปแบบข้อมูลของบริษัทตัวอย่างจนกระทั่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้า โดยระบบช่วยเหลือการตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการขายในอดีตและเลือกตัวแบบทางสถิติที่มีความเหมาะสมในการตัดสินใจและทำให้เกิดค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด จึงสามารถใช้เป็นแนวทางช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจการพยากรณ์ของผู้บริหารก่อนทำการสั่งผลิตสินค้าได้หรือรวมไปถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนหรือสั่งการผลิตสินค้าก็สามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัย เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณบริษัทตัวอย่างที่เอื้อเฟื้อข้อมูลจนการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] นิจรินทร์ วงษ์วัฒนกุล, “การพยากรณ์โดยรวมและการจัดการสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์ตามฤดูกาล กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุกระป๋อง”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

[2] ณรงค์เดช เดชทวิสุทธิ์, “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ด้วยวิธีการพยากรณ์ความต้องการ”, วารสารมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติวิชาการ, ปีที่ 15 ฉบับที่ 30, 2555.

[3] ฐิติมา ชูโชติ, “การพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าและการจัดตารางการผลิตหลักในอุตสาหกรรมแปรรูปเมล็ดธัญพืช”, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[4] กำพล เอกลักษณ์โพธิ์ “การออกแบบระบบช่วยเหลือการตัดสินใจเพื่อการพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้ากระดาษคราฟท์ กรณีศึกษา บริษัทในอุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์”, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

[5] J. D. Bermúdez, , J. V. Segura, and E. Vercher, “A decision support system for automatic forecasting of time series,” *21st European Conference on operational Research,* EURO XXI in Iceland, 2006.

[6] R. Diaz, W. Talley, and M. Tulpule, “Forecasting empty container volumes,” The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol. 27, No.2, pp.217-235, 2011.

[7] W. Tomeijinders, R. Teunter, and W. Van Jaarsveld, “A two-step method for forecasting spare parts demand using information on component repairs,” European Journal of Operational Research, 2012.

[8] กัลยา วานิชย์บัญชา “การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ”, พิมพ์ครั้งที่4 กรุงเทพฯ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย 2542.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียการประชาสัมพันธ์ข้อมูลงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทยด้วยการใช้เทคโนโลยี QR Code

Development of multimedia and QR code for public relations of information of Thungsong Traffic of State Railway of Thailand

นิติพร วรรณโสภณ[1] ชัชฎา หนูสาย[2] สราญพงศ์ หนูยิ้มซ้าย[3]
[123]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
109 หมู่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 0817345625 E-mail: nitipornr@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียการประชาสัมพันธ์ข้อมูลงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทยด้วยการใช้เทคโนโลยี QR Code เพื่อสนับสนุนข้อมูลการให้บริการทางด้านการเดินรถไฟของชุมทางทุ่งสงสำหรับผู้ใช้บริการ และบุคคลทั่วไปที่ต้องการค้นหาข้อมูลอย่างรวดเร็วและสะดวก ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาข้อมูลมัลติมีเดียสำหรับการประชาสัมพันธ์งานเดินรถแขวงทุ่งสง ด้วยการใช้เทคโนโลยี QR Code นั้น สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว เพิ่มประสิทธิภาพ มาตรฐาน ความถูกต้องให้แก่ผู้ใช้ การเข้าถึงข้อมูลผ่านอุปกรณ์มือถือด้วยการสแกนรูป QR code ก็สามารถเข้าสู่เว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องพิมพ์ URL ทำให้ผู้ที่มาใช้บริการและผู้ใช้ทั่วไปได้รับทราบข้อมูลที่ครบถ้วนรวดเร็วและทันสมัย นอกจากนี้ยังได้นำสื่อมัลติมีเดียไปทดลองใช้งาน ผลปรากฏว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบด้านความสะดวกและการใช้งานอยู่ระดับดีมาก (4.03) และมีความพึงพอใจด้านความครบถ้วนของข้อมูลในระดับดี ซึ่งสื่อมัลติมีเดียการประชาสัมพันธ์ข้อมูลงานเดินรถแขวงทุ่งสงสามารถนำไปใช้งานได้จริง วิจัยฉบับนี้พัฒนาขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านซอฟต์แวร์ โปรแกรม Adobe Dreamweaver CS6 ในการออกแบบเว็บไซต์ ได้รับการออกแบบโดยใช้ภาษา PHP และใช้โปรแกรม MySQL เพื่อจัดระบบจัดการฐานข้อมูล พัฒนาข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยี QR code สร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยเทคโนโลยี Adobe Flash Professional CS6 เทคนิคการตกแต่งภาพ Adobe Photoshop CS6 และเทคนิคการตัดต่อเสียงด้วย Sony Vegas Pro 12 การนำเสนอข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วยรูปแบบสถาปัตยกรรมเป็นแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server)

คำสำคัญ : สื่อมัลติมีเดีย , เทคโนโลยี QR code , การประชาสัมพันธ์

Abstract

The objective of this research is to develop multimedia and QR code for public relations of information of Thungsong Traffic of State Railway of Thailand. This is for supporting the users with quick and easy access to the information services of Thungsong Traffic. One of the results of the research is that the development of multimedia and QR code for public relations of information of Thungsong Traffic can reduce complications while accessing the information. The users quickly and easily reach the information by utilizing these technologies. The information services are widely spread. Scanning the QR code can enable the users to get quick access to the website without typing uniform resource locators (URLs). Furthermore, these technologies are tested to access the website. The evaluation of the satisfaction of the users on utilizing the technologies were the best with simplicity and facility is very good with an average of 4.30, good satisfaction with completely information. Thus, the multimedia and QR code can be employed in information services. The research aims at developing the website by utilizing information technology software program Adobe Dreamweaver. The website is designed with PHP language and MySQL is a system for managing databases. The multimedia information for public relations is developed with QR code. Creating motion pictures is designed with Adobe Flash Professional CS6. Retouching technology and techniques are illustrated with Adobe Photoshop CS6. Sound effects techniques are created with Sony Vegas Pro12. Moreover, the presentation of multimedia information for public relation requires Client/Server architecture

Keywords: multimedia, QR code technology (Quick Response code), Public relations

1. บทนำ

สถานีชุมทางทุ่งสงเริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2456 แล้วเสร็จสมบูรณ์ เปิดใช้เมื่อวันพุธที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2474 ชุมทางทุ่งสงได้ขยายสถานีให้กว้างขึ้นแต่ก็ขาดแคลนเจ้าหน้าที่และทรัพยากรด้านสารสนเทศสำหรับปฏิบัติงาน ได้พยายามจัดเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสลับหน้าที่กันไปก่อน

พร้อมกับวางระเบียบวิธีปฏิบัติให้ประสานและสอดคล้องกันระหว่างสถานีเก่าและสถานีใหม่ ปรากฏว่าได้ผลดีขึ้นแต่ก็ไม่มากนักเพราะขบวนรถได้เพิ่มความยาวขึ้นกว่าเดิม

ปัจจุบันงานด้านโดยสาร และผู้ช่วยสารวัตรได้ติดตามการปฏิบัติงานของผู้เกี่ยวข้อง ในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้มารับบริการด้านการโดยสารสินค้า อบรมแนะนำเจ้าหน้าที่ทุกระดับให้เข้าใจถึงงานด้านบริการสร้างความประทับใจ และการปฏิบัติต่อผู้มาขอรับบริการด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี ตามนโยบายของกองจัดการเดินรถเขต 5 ฝ่ายการเดินรถ และการรถไฟฯ ติดตามกวดขันการทำความสะอาดขบวนรถ รถตัวอย่างตามนโยบายของหัวหน้ากองจัดการเขต 5 การดำเนินการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลเพื่อการประชาสัมพันธ์ ของสังกัดงานเดินรถแขวงทุ่งสง กองจัดการเดินรถเขต 5 ศูนย์ภาคใต้ ฝ่ายการเดินรถ การรถไฟแห่งประเทศไทย อยู่ในความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียน ซึ่งมีหน้าที่ต่างๆ คือ เก็บประวัติพนักงาน เก็บประวัติการลางานของ งานเอกสาร ข้อมูลการเดินรถ ข้อมูลหน่วยงาน มีการจัดเก็บข้อมูลของสถานีชุมทางทุ่งสงในรูปแบบ Microsoft Excel และ Microsoft Access และไม่มีช่องทางการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการเดินรถไฟ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

1. ไม่มีช่องทางการประชาสัมพันธ์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลของหน่วยงาน และข้อมูลการเดินทางของช่วงเวลาเดินรถที่ชุมทางทุ่งสง
2. หน่วยงานขาดสื่อสารสนเทศที่ทันสมัยด้านการให้บริการข้อมูลของหน่วยงานเพื่อความสะดวก และรวดเร็วในการติดต่อและการตัดสินใจของผู้มารับบริการ

ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ยังไม่ได้รับการวิเคราะห์และแก้ไข เพื่อให้หน่วยงานสังกัดงานเดินรถแขวงทุ่งสง กองจัดการเดินรถเขต 5 ศูนย์ภาคใต้ ฝ่ายการเดินรถ การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้มีระบบสารสนเทศที่ช่วยในการปฏิบัติงานและการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาสนับสนุนการทำงานด้านการจัดการให้ข้อมูลและการประชาสัมพันธ์งานเดินรถแขวงทุ่งสง กองจัดการเดินรถเขต 5 ศูนย์ภาคใต้ ฝ่ายการเดินรถ การรถไฟแห่งประเทศไทย เพื่อสะดวกสำหรับการใช้งานประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้องค์กร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการประชาสัมพันธ์โดยสามารถแสดงข้อมูลผ่านมือถือด้วยเทคโนโลยี QR-Code ได้อย่างสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทย

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตประชากร เป็นพนักงานของการรถไฟแห่งประเทศไทย แผนกงานเดินรถแขวงทุ่งสง จำนวน 20 คน

3.2 ขอบเขตตัวแปร กลุ่มตัวอย่างตัวแปร

1. พนักงานการรถไฟแห่งประเทศไทย แผนกงานเดินรถแขวงทุ่งสง จำนวน 10 คน
2. ผู้มาใช้บริการ หรือบุคคลทั่วไป จำนวน 10 คน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วยการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี QR-Code สำหรับการเข้าถึงข้อมูลงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทย ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ระบบงานเดิม

การแสดงข้อมูลเพื่อประชาสัมพันธ์การเดินรถไฟ ของแขวนการเดินรถชุมทางทุ่งสงนั้น ไม่มีระบบหรือเว็บไซต์การอธิบายรายละเอียดของหน่วยงาน และการให้บริการจำเป็นต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ขายตั๋วรถไฟให้คำอธิบายหรือตอบคำถามสำหรับผู้ขอใช้บริการหรือผู้ที่สนใจข้อมูล ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ความต้องการดำเนินงาน และการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้ใช้งาน สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.1 ไม่มีสื่อสารสนเทศที่อำนวยความสะดวกให้กับหน่วยงานเพื่อการประชาสัมพันธ์และการให้ข้อมูลการเดินรถไฟสำหรับสถานีชุมทางทุ่งสงในปัจจุบัน

4.1.2 การให้ข้อมูลการเดินรถไฟของหน่วยงานสำหรับผู้ที่มาขอรับบริการ หรือผู้ที่ต้องการข้อมูลการให้บริการของสถานีชุมทางทุ่งสง ต้องให้เจ้าหน้าที่ห้องขายตั๋วรถไฟเป็นผู้ตอบคำถาม และมีบอร์ดให้ข้อมูลตารางการเดินรถ ณ สถานีชุมทางรถไฟทุ่งสง

4.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบโดยรวมในส่วนของการสร้างสื่อมัลติมีเดียเพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วยการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี QR-Code สามารถอธิบายได้ดังนี้

4.2.1 ออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

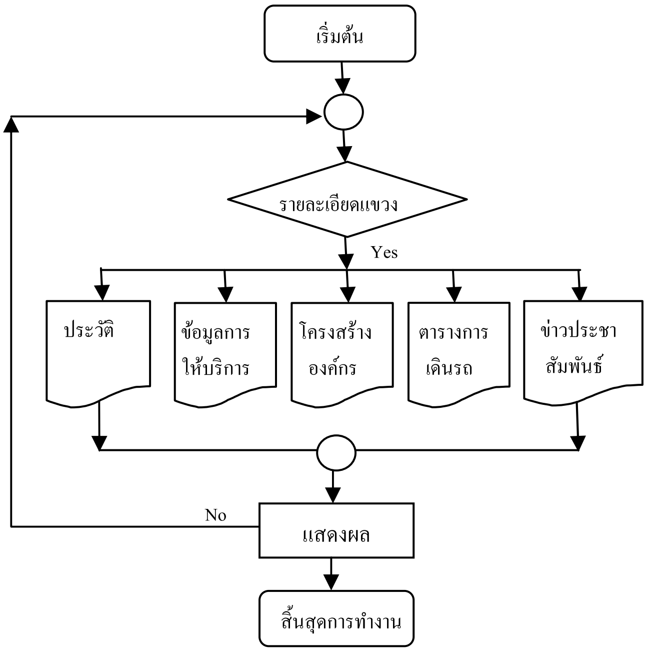
4.2.2 ออกแบบเว็บไซต์มัลติมีเดียสำหรับการประชาสัมพันธ์ข้อมูล

1) ผู้ใช้ หมายถึง ผู้เข้าใช้บริการของสถานีชุมทางรถไฟทุ่งสง
2) ผู้ดูแลระบบ หมายถึง ผู้ดูแลข้อมูลประชาสัมพันธ์และสารสนเทศของสถานีชุมทางทุ่งสง
3) ผู้ดูแลระบบ กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์เพื่อแสดงสื่อประชาสัมพันธ์
4) ผู้ดูแลระบบ จัดการข้อมูลของหน่วยงานในเว็บไซต์
5) ผู้ดูแลระบบ สามารถสร้างและจัดการ QR Code
6) ผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ สามารถสแกน QR Code ได้บนอุปกรณ์ Smart Phone และTablet

7) ผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ สามารถดูข้อมูลบนเว็บไซต์ที่ใช้เป็นช่องทางการแสดงสื่อสารสนเทศแสดงผลการให้ข้อมูลบริการและประชาสมพันธ์ของหน่วยงานสถานีชุมทางการเดินรถไฟทุ่งสง บนอุปกรณ์ Smart Phone และTablet

4.3 การพัฒนาเว็บไซต์การประชาสัมพันธ์ข้อมูล
4.3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำเว็บไซต์ให้ข้อมูลบริการและประชาสัมพันธ์ ข้อมูลส่วนระบบการทำงานของ QR Code และข้อมูลของ Application Line ส่วนสแกน QR Code
4.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวม
4.3.3 ออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์และจัดทำเว็บไซต์
4.3.4 ทดสอบการทำงานระบบ และแก้ไขข้อผิดพลาด ตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในแต่ละฟังชั่น
4.3.5 นำเว็บไซต์ไปใช้งานภายในหน่วยงาน
4.3.6 จัดทำคู่มือการใช้งานและดำเนินการประเมินผลการทำงานระบบ

4.4 ขั้นตอนการใช้งาน OR Code โดยสร้างรูปเพื่อสแกนด้วยเทคโนโลยี QR Code สำหรับการเข้าถึงข้อมูลการให้บริการสถานีชุมทางทุ่งสง
4.4.1 ผู้ใช้ทำการเชื่อมต่อ Application Lineบนโทรศัพท์เคลื่อนที่
4.4.2 ทำการสแกน QR Code บนป้ายประชาสัมพันธ์สถานีชุมทางทุ่งสง
4.4.3 ระบบจะดำเนินการเชื่อมต่อกับเว็บไซต์เพื่อแสดงรายละเอียดของข้อมูลการให้บริการของหน่วยงาน
4.4.4 ระบบจะแสดงผลสื่อสารสนเทศตามความต้องการของผู้ใช้บริการ



รูปที่ 1 โครงสร้างขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปความต้องการของผู้ใช้งานสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis Results) ได้ตามโครงสร้างของระบบข้อมูลมัลติมีเดีย งานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทยได้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะแสดงกระบวนการทำงานเหล่านั้นในรูปแบบของ Process Hierarchy Chart ดังนี้

รูปที่ 2 แผนภาพโครงสร้างสื่อมัลติมีเดียงานประชาสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

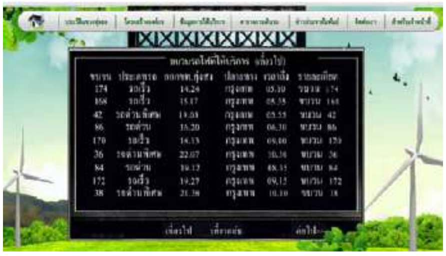
5. ผลการวิจัย

หลังจากทำการพัฒนาระบบสารสนเทศมัลติมีเดียงานเดินรถแขวงทุ่งสง จึงเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการทดสอบระบบ โดยเริ่มทำการสแกน QR Code ที่ป้ายสื่อสิ่งพิมพ์และทำการเปิดเว็บไซต์โดยอัตโนมัติ ดังภาพในส่วนแรกของระบบจะแสดงข้อมูลที่ผู้ใช้เลือก Scan ข้อมูลบริการของสถานีชุมทางทุ่งสงแสดงส่วนติดต่อผู้ใช้งานได้ ดังนี้

1. หน้าหลักของระบบมัลติมีเดียสำหรับงานประชาสัมพันธ์

รูปที่ 3 ส่วนแรกของหน้าหลักระบบข้อมูลมัลติมีเดีย

รูปที่ 4 ส่วนการใช้เทคโนโลยี QR Code สแกนข้อมูล



รูปที่ 4 ส่วนการแสดงผลสารสนเทศให้ข้อมูลการเดินรถไฟ

รูปที่ 5 ข้อมูลเส้นทางของขบวนรถไฟที่ผู้ใช้เลือกจากระบบ

รูปที่ 6 ข้อมูลการให้บริการของสถานีชุมทางทุ่งสง

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และ เข้ามาประยุกต์ใช้ให้เกิดการเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้น ผู้วิจัยได้ติดตั้งเครื่องมือในการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี QR Code ผ่านการเชื่อมต่อ Application Line โดยการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียมีกลุ่มผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานและได้เก็บรวบรวมข้อมูลของการประเมินผลการใช้ระบบจากผู้ที่ได้ทดลองใช้จำนวน 20 คน โดยสรุปความสามารถของระบบได้ดังนี้

1. การพัฒนาระบบสื่อข้อมูลมัลติมีเดีย สามารถดูข้อมูลประวัติแขวงทุ่งสง ตารางการเดินรถ โครงสร้างองค์กร ข้อมูลการให้บริการ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่างๆ
2. ข้อมูลมัลติมีเดียงานเดินรถแขวงทุ่งสง สามารถใช้งานผ่านเทคโนโลยี QR Code โดยการสแกนข้อมูลรูปภาพเพื่อเข้าถึงข้อมูลมัลติมีเดียได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
3. สื่อมัลติมีเดียการประชาสัมพันธ์ได้มีการทดสอบความถูกต้องของซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการ Black box testing และได้มีการใช้แบบสอบถามการวัดระดับความพึงพอใจต่อสื่อมัลติมีเดีย ด้านความสะดวกและการใช้งาน รวมทั้งความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.03
4. ระดับความพึงพอใจด้านความสะดวกและการใช้งานง่าย ความพึงพอใจจากผู้ใช้งานอยู่ในระดับดีมาก
5. ความพึงพอใจด้านความครบถ้วนของข้อมูล ผลความพึงพอใจจากผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้โอกาสและไว้วางใจในการพัฒนาระบบเพื่อเป็นการบริการวิชาการให้หน่วยงาน อีกทั้งได้สนับสนุนข้อมูลการพัฒนาระบบและนำไปใช้ประโยชน์จริงในการทำงานของงานเดินรถแขวงทุ่งสง การรถไฟแห่งประเทศไทย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
[2] ดวงกมล นาคะวัจนะ.(2554). QR Code คืออะไร(ฉบับอิเล็กทรอนิกส์). วารสารประกาย. 8(85), 36
[3] ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2552). เทคโนโลยีมัลติมีเดีย Multimedia Technology. กรุงเทพฯ: เคทีพีคอมพ์แอนด์ คอนซัลท์จำกัด
[4] ไพศาล โมลิสกุลมงคล.2550.การพัฒนา Web Database ด้วย PHP. กรุงเทพฯ: ไทยเจริญการพิมพ์.
[5] พันจันทร์ ธนวัฒนเสถียร.2548.ออกแบบและสร้างเว็บสวยด้วย Dreamweaver 8. กรุงเทพฯ :ซัคเซสมีเดีย.
[6] อดิศักดิ์ จันทร์มิน.2549.สร้าง Web Application อย่างมืออาชีพด้วย PHP ฉบับ workshop เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
[7] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์.(2546) .การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design). กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
[8] Vaughan, Tay. (1993). Multimedia Making It Works. New York. McGraw-Hill Book Co. (references)

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การประเมินอัตราเร่งของรถยนต์เพื่อการออกแบบ เลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง โดยใช้วิธี Probe Vehicle

Car Acceleration Measurement by using Probe Vehicle Technique for Toll Plaza Testing Track Design

เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[1] เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง[2] และ ศักดิ์ดา พรรณไวย[3]
[1] หัวหน้าแผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, Email: x_ekarin@yahoo.com
[2] นักวิจัย, แผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, Email: palm5712@gmail.com
[3] ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชี, Email: sakda@exat.co.th
[1,2] กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9

บทคัดย่อ

การเก็บค่าผ่านทางพิเศษโดยใช้ระบบเก็บเงินสด ในทางทฤษฎีสามารถรองรับการให้บริการได้ 450 คัน/ชม. แต่ในทางปฏิบัติสามารถให้บริการได้เพียง 350 คัน/ ชม. ซึ่งไม่เพียงพอกับปริมาณจราจรที่เพิ่มสูงขึ้น จึงได้นำระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ ที่มีชื่อว่า Easy Pass มาใช้ซึ่งสามารถระบายการจราจรได้ถึง 1,200 คัน/ชม. และจะพัฒนาต่อไปเป็น ระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบอิสระไร้ช่องทาง (Multi-lane Free Flow : MLFF) ในอนาคตซึ่งมีความสามารถในการระบายการจราจรได้ถึง 1,800 คัน/ชม.

ในการพัฒนา MLFF จำเป็นต้องมีพื้นที่ศึกษาวิจัยและออกแบบให้เหมาะสม จึงมีแนวคิดจัดสร้างเลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทางจำลองขึ้น ซึ่งต้องมีทางวิ่งให้ยาวมากพอที่จะสามารถทำความเร็วได้สูง (อาจต้องสูงถึง 180 กม./ชม.) แต่ในการจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า สามารถสร้างทางวิ่งเส้นตรงได้เพียง 300 เมตรเท่านั้น และต้องสร้างด่านเก็บค่าผ่านทางจำลองขวางไว้ 2 ด่าน จึงต้องการทราบว่าเส้นทางทดสอบนี้จะสามารถทดสอบขณะผ่านด่านจำลอง ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไหร่ โดยที่ยังมีระยะหยุดรถเพียงพอและปลอดภัย

ตัวแปรหลักในการคำนวณคืออัตราเร่ง และอัตราหน่วงของรถ ค่าที่แนะนำไว้ค่อนข้างกว้างและอาจไม่สอดคล้องกับรถยนต์ที่มีใช้งานในประเทศไทย จึงได้ทำการทดสอบหาค่าอัตราเร่งและอัตราหน่วงเองด้วยวิธี Probe Vehicle Technique โดยใช้ GPS Data Logger บันทึกข้อมูลการขับขี่จริง พบว่าอัตราเร่งของรถทดสอบเท่ากับ 1.99 ม./วินาที^{2} และอัตราหน่วงอยู่ที่ 3.51 ม./วินาที^{2} นำมาคำนวณกับเลนทดสอบที่มีระยะทางที่ 300 ม. พบว่าสามารถทำความเร็วได้ประมาณ 90 กม./ชม.

คำสำคัญ: ETC, MLFF, Acceleration, Probe Vehicle Technique

Abstract

Flow rate of manual toll collection system is 450 vehicle/hour theoretically but in practical is only 350 vehicle/ which is not enough for increasing demand. Electronic toll collection system (Easy Pass) aim to increase the capacity to 1,200 vehicle/hour implemented. Later on the system will be upgraded to Multi-lane Free Flow (MLFF) which reaches maximum capacity of 1,800 vehicle/hour.

To achieve the MLFF, a test track is required. Length of the track must be long enough for 180 km/hr run test. However, length of an affordable area is only 300 m in straight line. Additionally, an entrance and an exit toll plaza must be placed along the way. So, the maximum testing speed needs to be examined within the limited area safety concern.

The main variation is acceleration and deceleration of a vehicle. The recommended values are in wide range and might not be suitable for vehicle in Thailand. So, acceleration and deceleration of a vehicle is examined by using Probe Vehicle Technique. A GPS data logger is used for recording speed profile data then converts it to acceleration and deceleration values. The results show that the acceleration is about 1.99 m/s^2 while deceleration is 3.51 m/s^2. By the length 300 m of a test track, speed can be tested up to 90 km/hr.

Keywords: ETC, MLFF, Acceleration, Probe Vehicle Technique

1. บทนำ

1.1 ทางพิเศษและการจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

การเก็บค่าผ่านทางของทางพิเศษมี 2 แบบ ได้แก่

1) ระบบเปิด (Open System) เก็บค่าผ่านทางที่ด่านทางเข้า

2) ระบบปิด (Close System) เป็นการเก็บค่าผ่านทางที่ด่านทางออก ด่านทางเข้า จะให้บัตร เมื่อถึงด่านทางออก ก็จะคืนบัตรเพื่อคำนวณระยะทางและค่าผ่านทาง

1.2 การพัฒนาวิธีจัดเก็บค่าผ่านทาง

การเก็บค่าผ่านทางใช้ระบบเก็บเงินสด ให้บริการได้เพียง 350 คัน/ช่องทาง/ชม. ต่อมาจึงได้นำระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ (Electronic Toll Collection System : ETC) มาเสริม ซึ่งตามทฤษฎีจะระบายการจราจรได้ถึง 1,200 คัน/ช่องทาง/ชม. แต่ในทางปฏิบัติพบว่าให้บริการได้เพียง 850 คัน/ช่องทาง/ชม. เนื่องจากต้องชะลอความเร็วเพื่อให้ไม้กั้นเปิดก่อน จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ETC โดยการพัฒนาระบบที่ไม่มีไม้กั้น (Non-Stop Lane : NSL) ขึ้นมา ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 พัฒนาการของระบบจัดเก็บค่าผ่านทาง

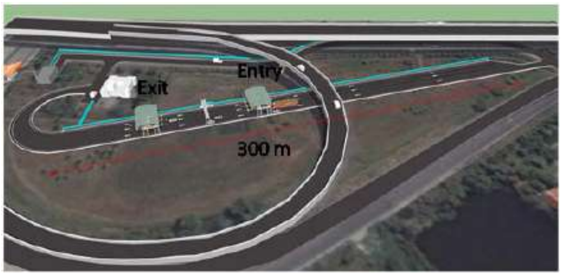
จากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบ NSL พบว่า สามารถขับขี่ผ่านช่องทาง NSL ได้ด้วยความเร็วประมาณ 60 กม./ชม. จากระบบ ETC เดิมที่ใช้ความเร็วได้เพียง 20 กม./ชม. ลดระยะเวลาได้ประมาณ 10 วินาทีในระยะทาง 500 ม. ช่วยประหยัดน้ำมันเฉลี่ยครั้งละ 11.16 มล. เมื่อเทียบกับปริมาณผู้ใช้ระบบ ETC จำนวน 162 ล้านเที่ยว/ปี เกิดเป็นผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ 827 ล้านบาท และลดมลพิษทางอากาศได้ 20% ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศ 258 ล้านบาทในระยะเวลา 10 ปี นอกจากนี้จะช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางได้ถึง 80.5% และหลังด่านเก็บค่าผ่านทางได้ 43.8% [1]

1.3 เลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง

การพัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางจากระบบ ETC เป็น NSL และพัฒนาต่อเนื่องไปสู่ระบบจัดเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบไร้ช่องทาง (Multi-lane Free Flow : MLFF) ต้องใช้องค์รวมความรู้ในหลายด้าน ต้องมีห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบระบบจัดเก็บค่าผ่านทาง จึงได้ออกแบบเป็นโครงการเลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทาง ตัวอย่างของต่างประเทศดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ตัวอย่างเลนทดสอบของประเทศญี่ปุ่น

โครงการเลนทดสอบฯ นี้ จะเป็นการสร้างด่านเก็บค่าผ่านทางที่ใช้งานจริง มีทางวิ่ง มีด่านและช่องเก็บค่าผ่านทาง มีอาคารควบคุม และอุปกรณ์จัดเก็บค่าผ่านทางตามที่มีใช้งานจริง แต่ติดอย่างง่ายเพื่อให้สามารถปรับแต่งได้ ทางวิ่งจัดทำเป็นทางวนกลับ รูปแบบเบื้องต้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบเบื้องต้นเลนทดสอบ

2. ปัญหา วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับ

2.1 ปัญหา

ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติ (ETC) ความเร็วขณะผ่านช่องทางประมาณ 5-20 กม./ชม. ระบบ ETC แบบไม่มีไม้กั้น (NSL) ความเร็วขณะผ่านช่องทางประมาณ 20-60 กม./ชม.และระบบจัดเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบไร้ช่องทาง (MLFF) เป็นการขับขี่แบบอิสระคือไม่เกิน 120 กม./ชม. ซึ่งเป็นค่าจำกัดความเร็วของรถบนทางพิเศษ

ดังนั้น โครงการเลนทดสอบฯ จึงต้องจัดทำทางวิ่งให้ยาวมากพอที่จะสามารถทำความเร็วได้สูง อาจต้องสูงถึง 180 กม./ชม. แต่ในการจัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อก่อสร้างโครงการเลนทดสอบฯ พบว่า สามารถสร้างทางวิ่งเส้นตรงได้เพียง 300 ม. เท่านั้น ตามรูปที่ 3 จึงต้องการทราบว่า ในระยะทาง 300 ม. นี้ ทำการติดตั้ง ด่านเก็บค่าผ่านทางขวางไว้ 2 ด่าน (Entry and Exit Toll Plaza) และให้รถยนต์ทดสอบวิ่งผ่าน จะสามารถวิ่ง

รถยนต์ทดสอบด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไหร่ (ถึง 180 กม./ชม. ตามที่คาดหวังไว้หรือไม่) โดยที่ยังมีระยะหยุดรถเพียงพอและปลอดภัย ในการคำนวณระยะเร่ง ระยะหยุด เพื่อหาความเร็วของรถทดสอบในโครงการนี้ใช้สมการการเคลื่อนที่เชิงเส้นในการคำนวณ ดังนี้

$$V^2 = U^2 + 2aS \qquad \text{(สมการ 1)}$$

เมื่อ **U** = ความเร็วต้น (ม./วินาที) **V** = ความเร็วปลาย (ม./วินาที) **S** = ระยะทาง (ม.) **a** = อัตราเร่ง (ม./วินาที^{2})

ในกรณีนี้ ค่าคงที่ที่ต้องทราบคือ อัตราเร่ง ซึ่งมีค่าที่แนะนำไว้ ดังนี้ [2]

Acceleration = 1.5 – 3.0 ม./วินาที^{2}

Deceleration = 2.0 – 4.0 ม./วินาที^{2}

จะเห็นได้ว่า อัตราเร่งที่แนะนำไว้มีค่ากว้าง แตกต่างกัน 2 เท่า ซึ่งจะทำให้การคำนวณระยะทางและความเร็วสำหรับโครงการเลนทดสอบฯ แตกต่างกันมากเช่นกัน และค่าอัตราเร่งที่แนะนำไว้นี้ ก็อาจไม่เหมาะสม หรือ ไม่สอดคล้องกับรถยนต์ที่มีใช้งานในประเทศไทย

2.2 วัตถุประสงค์

1) หาค่าอัตราเร่งที่เหมาะสมของรถยนต์เพื่อใช้ในการคำนวณหาระยะเร่ง และระยะหยุดที่ปลอดภัย
2) คำนวณหาตำแหน่งของด่านทางเข้า และด่านทางออกที่เหมาะสมบนโครงการเลนทดสอบฯ
3) คำนวณหาความเร็วทดสอบสูงสุด

2.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1) รูปแบบโครงการเลนทดสอบฯ ที่เหมาะสม บนทรัพยากรที่มีจำกัด
2) เป็นข้อมูลอัตราเร่งจริงของรถยนต์ไทย เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอุปกรณ์ประกอบสำหรับถนนอื่นๆ

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 Probe Vehicle Technique

การประเมินอัตราเร่งนี้ ใช้รถเก๋งยี่ห้อโตโยต้า รุ่น VIOS ปี 2008 ขนาด 1500 cc. ซึ่งเป็นรถยนต์ขนาดกลางยอดนิยมรุ่นหนึ่งในประเทศไทย และเป็นรถยนต์ที่ใช้ในกิจการของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย รถที่จะใช้ในการวิ่งทดสอบในโครงการเลนทดสอบฯ ก็จะใช้รถยนต์รุ่นนี้ ดังนั้น จึงใช้เป็นรถตัวแทน

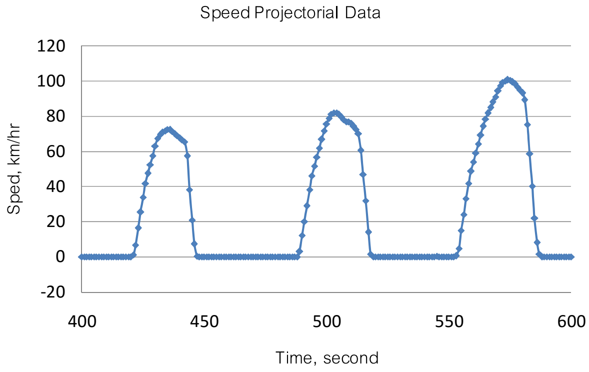
การบันทึกความเร็วและระยะทางเพื่อมาคำนวณอัตราเร่งนั้น ใช้ข้อมูลจากการขับขี่จริง (Probe Vehicle) โดยการติดตั้ง GPS Data Logger ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งจะบันทึกข้อมูลตำแหน่งของรถยนต์ทุกๆ 1 วินาที

รูปที่ 4 GPS Data Logger

ค่าพิกัด GPS ทุกๆ วินาทีจะนำมาคำนวณระยะทางต่อ 1 วินาที ซึ่งจะแสดงเป็นค่าความเร็ว ณ วินาทีนั้น

3.2 การทดสอบ

การทดสอบใช้พื้นที่บนทางพิเศษที่มีการจราจรเบาบางใช้รถยนต์ทดสอบวิ่งจำนวน 3 ครั้ง ครั้งแรกจากจอดนิ่ง เร่งความเร็วไปที่ประมาณ 60 กม./ชม. รักษาความเร็วให้คงที่และเบรกรถจนกระทั่งหยุดนิ่ง ครั้งที่ 2 และ 3 ดำเนินงานลักษณะเดียวกันที่ความเร็วประมาณ 80 และ 100 กม./ชม.ผลการทดสอบแสดงดังแสดงในรูปที่ 5



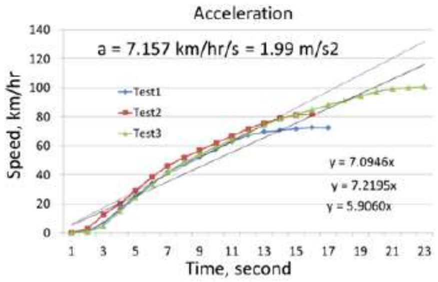
รูปที่ 5 บันทึกข้อมูลการขับขี่

3.3 การประมวลผล

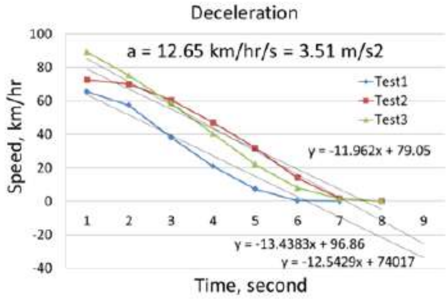
รูปที่ 5 ตัดช่วงของข้อมูลที่เป็นช่วงอัตราเร่งความเร็ว (Acceleration : a_a) และ ช่วงของข้อมูลของอัตราหน่วงความเร็ว (Deceleration : a_d) ของการวิ่งทดสอบทั้ง 3 ครั้ง มาคำนวณหาความชันของความเร็วด้วยวิธี Linear Regression ซึ่งค่าความชันนี้ คืออัตราเร่งนั่นเอง อัตราเร่งความเร็วดังแสดงในรูปที่ 6 และอัตราหน่วงความเร็วเพื่อจอดแสดงดังแสดงในรูปที่ 7

จะเห็นได้ว่าอัตราเร่งของรถทดสอบประมาณ 1.99 ม./วินาที^{2} และอัตราหน่วงอยู่ที่ 3.51 ม./วินาที^{2} ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่แนะนำ

(อัตราเร่ง 1.5 – 3.0 ม./วินาที^{2}, อัตราหน่วง 2.0 – 4.0 ม./วินาที^{2}) และจะใช้ผลการทดลองนี้ในการคำนวณต่อไป



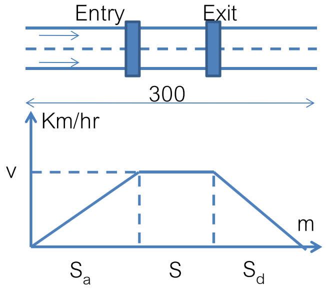
รูปที่ 6 อัตราเร่ง



รูปที่ 7 อัตราหน่วง

3.4 ระยะทางเร่งและหยุดสำหรับด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง

อัตราเร่งและอัตราหน่วงข้างต้น ใช้คำนวณระยะทางและตำแหน่งของด่านทางเข้าและด่านทางออกใน โครงการเลนทดสอบและด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 Speed Diagram

เรียบเรียบ Eq 1 ใหม่ ในรูปของระยะทาง

$$S_a + S + S_d = 300$$

$$\frac{V^2}{2a_a} + S + \frac{V^2}{2a_d} = 300 \quad \text{(สมการ 2)}$$

S คือระยะทางระหว่าง 2 ด่านซึ่งปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ดังนั้นจึงทดลองปรับเปลี่ยนเป็นระยะทางระหว่าง 10-70 ม. แล้วใช้สมการ 2 คำนวณระยะทางและความเร็วผลการคำนวณแสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 ตารางคำนวณระยะทางและความเร็ว

S_a, ม.	S, ม.	V, กม./ชม.
185.1	10	97.70
178.7	20	96.01
172.3	30	94.28
165.9	40	92.51
159.5	50	90.72
153.2	60	88.88
146.8	70	87.01

จะเห็นได้ว่า ความเร็วสูงสุดที่สามารถวิ่งได้อย่างปลอดภัยในระยะทาง 300 ม. อยู่ระหว่าง 87-97 กม./ชม. สามารถสรุปได้ว่า ในระยะทาง 300 ม. นี้ สามารถสร้างด่านเก็บค่าผ่านทางจำลอง และสามารถวิ่งทดสอบได้ที่ความเร็วประมาณ 90 กม./ชม. โดยมีระยะห่างระหว่างด่านประมาณ 40-50 ม.

4. บทสรุป

จากการทดสอบหาอัตราเร่งและอัตราหน่วงของรถยนต์ด้วยวิธี Probe Vehicle โดยใช้ GPS Data Logger บันทึกข้อมูลการขับขี่ พบว่าอัตราเร่งของรถทดสอบประมาณ 1.99 และอัตราหน่วงอยู่ที่ 3.51 ม./วินาที^{2} ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่แนะนำ (อัตราเร่ง 1.5 – 3.0 ม./วินาที^{2}, อัตราหน่วง 2.0 – 4.0 ม./วินาที^{2}) และจะใช้คำนวณความเร็วสูงสุดสำหรับเลนทดสอบที่มีระยะทางจำกัดที่ 300 เมตร พบว่าสามารถทำความเร็วได้ประมาณ 90 กม./ชม.

5. การอ้างอิงและเอกสารอ้างอิง

[1] รัฐพงศ์ มีสิทธิ์และคณะ, **การศึกษาระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติกรณีไม่มีไม้กั้น(Non-Stop Lane)**, การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 9, โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพมหานคร, 20-21 พฤศจิกายน 2557.

[2] Nicholas J.Garger, Lester A.Hoel, **Traffic and Highway Engineering**, 4th edition, CENGAGE Learning, 2009

การคำนวณปริมาณการลดมลพิษทางอากาศ เนื่องจากการใช้ทางพิเศษโดยใช้เทคโนโลยี ITS

Estimation of Emission Reduction of an Expressway by Using Intelligent Transportation System

นันทวรรณ พิทักษ์พานิช[1] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[2] และ ศักดิ์ดา พรรณไวย[3]
[1]วิทยากร 6 แผนกทดสอบควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, E-mail: mai_ba@hotmail.com
[2]หัวหน้าแผนกทดสอบควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน, E-mail: xekarin@gmail.com
[3]ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ, E-mail: sakda.duk@gmail.com
[1,2,3]กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย โทรศัพท์ 02-558-9800 ต่อ 2960-2962

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นรัฐวิสาหกิจ ให้บริการทางพิเศษเพื่อบรรเทาปัญหาการจราจร เปิดทางพิเศษสายแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 จนถึงปี 2552 มีทางพิเศษทั้งหมด 8 โครงการมีระยะทางรวมประมาณ 207.9 กม. มีปริมาณจราจรเฉลี่ยวันละ 1.8 ล้านเที่ยว/วัน ต่อมามีการเปิดทางพิเศษ สายศรีรัช - วงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร ระยะทาง 16.7 กม. เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2559 คาดว่าจะมีปริมาณการจราจร 83,000 คัน/วันในปีแรก

การใช้ทางพิเศษ จะช่วยลดระยะทาง ลดระยะเวลาการเดินทาง ซึ่งก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง (Vehicle Operating Cost Saving: VoC) มูลค่าการประหยัดเวลา (Value of Time Saving: VoT) และมูลค่าความสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุที่ลดลง แต่มิได้รวมผลประโยชน์จากการลดมลพิษ ทางอากาศ ซึ่งนำไปแสดงเป็นผลงานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร (Corporate Social Responsibility: CSR) บนหลักการดำเนินกิจการภายใต้หลักจริยธรรมและการจัดการที่ดีได้

ทางพิเศษสายศรีรัช – วงแหวนรอบนอกฯ ได้มีการคาดการณ์ปริมาณการจราจรโดยใช้แบบจำลองแบบมหัพภาค (Extended Bangkok Urban Model-eBUM) แต่ยังไม่ทราบอัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศ จึงได้ประยุกต์เทคโนโลยี ITS ใช้ GPS Sensor ตรวจวัดพฤติกรรมการขับขี่บนทางพิเศษ และนำมาประเมินอัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศโดยใช้ Power – Based Motor Vehicle Model

จากการคำนวณพบว่า การใช้ทางพิเศษลดปริมาณก๊าซ CO_2 ลงได้ 4 แสนตัน ตลอดอายุโครงการ หรือเฉลี่ยกว่า 16.7 พันตัน / ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศจำนวนกว่า 236 ล้านบาท

คำสำคัญ: การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, ทางพิเศษ, มลพิษทางอากาศ

Abstract

The Expressway Authority of Thailand (EXAT) provides an expressway service aiming to decrease traffic problems. The first expressway route has been opened to public in 1981. Until 2009, there are 8 routes with 207.9 kilometers in service. Average traffic volume is 1.8 million cars/day. In 22 August 2016, a new route of expressway called “Srirat-outer ring road Expressway” with 16.7 kilometers length was opened in service. Forecasting numbers of first year operation is 83,000 vehicles/day.

Factors i.e. distance, time and cost savings from taking the expressway leads to economic benefits such as Vehicle Operating Cost Saving: (VoC), Value of Time Saving: (VoT) and the increasing of safety condition. In addition, the benefit from air pollution reduction (e-mission) calculation will be applied as a part of Corporate Social responsibility: CSR

Traffic volume of Srirat – Outer ring road expressway was predicted by using Extended Bangkok Urban Model-eBUM but an Air pollution rate was not calculated. Therefore, an ITS Technology by using GPS Sensor to detect a driving behavior on expressway was employed for evaluating e-mission ration by using Power – Based Motor Vehicle Model.

The finding shows that using the expressway reduces 400,000 tons of Carbon dioxide gas (Life time of project) or 16,700 tons in a year which is equal to 236 million Baht of pollution elimination expense.

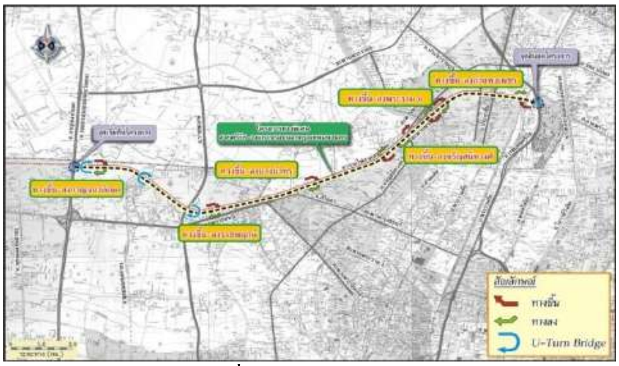
Key Word; Expressway Authority of Thailand, Expressway, Air Pollution, e-mission

1. บทนำ

โครงข่ายทางพิเศษปัจจุบันมีทางพิเศษทั้งหมด 8 โครงการ มีระยะทางรวมประมาณ 207.9 กม. เกือบทั้งหมดอยู่ในฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีการต่อขยายสายทางไปทางทิศตะวันออกและทางทิศเหนืออย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ยังขาดการเชื่อมโยงไปสู่พื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา (ฝั่งธนบุรี) ซึ่งเป็นเขตพื้นที่อยู่อาศัยเป็นส่วนใหญ่ จึงมีแนวความคิดจะต่อขยายทางพิเศษตามแนวตะวันออก - ตะวันตกเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าสู่ระบบทางพิเศษ

2. ทางพิเศษศรีรัช – วงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร

แนวสายทางข้างต้นในการมุ่งสู่ทิศตะวันตก บริเวณนี้มีแนวสายทางรถไฟสายตะวันตกซึ่งมีพื้นที่เขตทางกว้าง 80 เมตรอยู่ในความรับผิดชอบของการรถไฟแห่งประเทศไทย เมื่อพิจารณาโครงการต่างๆ ของการรถไฟแล้ว ยังมีพื้นที่เพียงพอสำหรับทางพิเศษด้วย เพื่อเป็นการลดการเวนคืนพื้นที่ และลดผลกระทบต่อประชาชน จึงได้วางแนวทางพิเศษไปตามทางรถไฟ เริ่มจากทางพิเศษศรีรัช มุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตก สิ้นสุดที่ถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร มีทางขึ้น - ลงรวม 8 แห่ง มีสะพานข้ามแม่น้ำ 1 จุด ระยะทางประมาณ 16.7 กม. ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวสายทางพิเศษ

3. ปัญหา วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

3.1 ปัญหา

การใช้ทางพิเศษสามารถช่วยลดระยะทาง ระยะเวลาการเดินทาง ซึ่งจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ เป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับประเทศชาติในรูปแบบของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ลดลง ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง (Vehicle Operating Cost Saving: VoC) มูลค่าการประหยัดเวลา (Value of Time Saving: VoT) และมูลค่าความสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุ แต่การประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์นี้ มิได้รวมผลประโยชน์จากการลดมลพิษทางอากาศ การลดปริมาณก๊าซ CO_2 ซึ่งจะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการแสดงผลการดำเนินงานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร (Corporate Social Responsibility: CSR) บนหลักการดำเนินกิจการภายใต้หลักจริยธรรมและการจัดการที่ดี

3.2 วัตถุประสงค์

บทความฉบับนี้จึงมุ่งเน้นการคำนวณหาปริมาณมลพิษทางอากาศและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะลดลงเนื่องจากการใช้ทางพิเศษศรีรัช – วงแหวนรอบนอกฯ ซึ่งได้เปิดการจราจรเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2559

3.3 ขอบเขตของงาน

การคาดการปริมาณการจราจรที่จะใช้ทางพิเศษเพื่อการประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ อ้างอิงจาก รายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อทบทวนการศึกษาและวิเคราะห์ความเหมาะสม โครงการทางพิเศษสายศรีรัช - วงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร ปี 2553 [1] ซึ่งคาดการณ์ปริมาณจราจรไว้ระหว่างปี 2559 ถึงปี 2584 ดังนั้น การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจึงอ้างอิงจากปริมาณจราจรข้างต้น

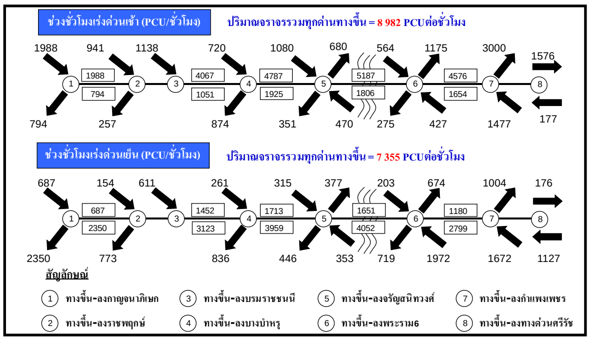
4. ขั้นตอนกระบวนการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการศึกษาปริมาณการจราจรและการขนส่ง

แนวทางการศึกษา จะประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (Extended Bangkok Urban Model-eBUM) ที่มีการพัฒนาขึ้นใช้ในการศึกษาวางแผนโครงการด้านคมนาคมขนส่งที่ผ่านมาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีขั้นตอนหลักในการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ได้แก่การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรปีฐานและอนาคต โดยใช้แบบจำลองระดับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

การสร้างแบบจำลองได้ทำการรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับแผนงานโครงการด้านการจราจรและขนส่ง ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งในปัจจุบันและในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงโครงข่ายคมนาคมขนส่งของแบบจำลองด้านการจราจรและขนส่งในปีอนาคต โดยมีโครงการด้านการจราจรและขนส่งที่สำคัญ ได้แก่ โครงการก่อสร้างสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณแยกเกียกกาย โครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีแดงช่วงบางซื่อ - ตลิ่งชัน เป็นต้น สำหรับสมมติฐานอัตราค่าผ่านทาง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ คือ จัดเก็บอัตราค่าผ่านทาง 50 บาท ที่ปี พ.ศ. 2559 (ปีเปิดโครงการ) และมีการปรับเพิ่มค่าผ่านทางขึ้นตามค่าเฉลี่ยดัชนีผู้บริโภค

ผลการคาดการณ์ พบว่า ปริมาณความต้องการเดินทางมีปริมาณสูงขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่อง ตามการเจริญเติบโตของสภาพเศรษฐกิจและสังคม ผลการคาดการณ์ปริมาณจราจรที่มาใช้ทางพิเศษในปี พ.ศ. 2559 ดังแสดงในรูปที่ 2 และปริมาณจราจรต่อปีที่จะมาใช้ทางพิเศษระหว่างปี 2559-2584 ดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 2 ผลการคาดการณ์ปริมาณจราจรที่มาใช้โครงการในปี พ.ศ. 2559

ตารางที่ 1 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณจราจรที่เข้าใช้โครงการต่อปี

ปี พ.ศ.	ปริมาณจราจรต่อวัน, pcu	ปริมาณจราจรต่อปี, pcu
2559	83,319	27,911,765
2564	96,548	32,343,614
2569	109,048	36,531,147
2574	123,660	41,426,000
2579	138,725	46,472,909
2584	150,878	50,544,264

หมายเหตุ: จำนวนวันต่อปีที่ใช้ในการคำนวณเท่ากับ 335 วันต่อปี

4.2 ปริมาณการจราจรรวม (VKT) ที่ลดลง

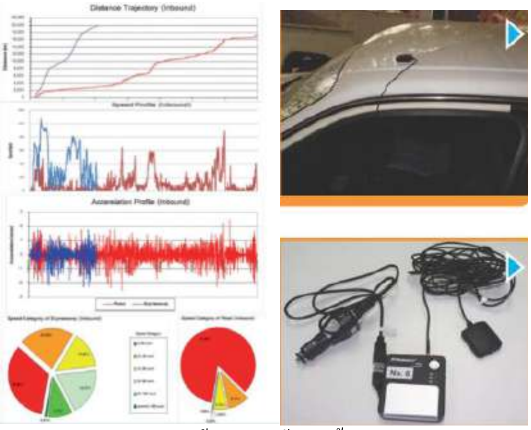
เมื่อมีทางพิเศษ จะทำให้การเดินทางด้วยรถยนต์ในพื้นที่ตามแนวสายทางมีปริมาณการจราจรรวม (VKT) ลดลง โดยใช้แบบจำลองคาดการณ์ปริมาณการเดินทางระหว่าง มีทางพิเศษ หรือ ไม่มีทางพิเศษ ดังนั้น เมื่อทราบปริมาณการจราจรรวมที่ลดลง VKT_{saving} (pcu-km) คูณกับอัตราการปล่อยก๊าซ (CO_2) กิโลกรัม/คัน/กม. จะสามารถคำนวณ ปริมาณก๊าซ CO_2 ได้

4.3 อัตราการปล่อยก๊าซมลพิษ

ปี 2553 กทพ. ดำเนินโครงการศึกษาทดสอบการขับขี่อย่างสะดวก ประหยัด ปลอดภัย และห่วงใยสิ่งแวดล้อม บนทางพิเศษเปรียบเทียบกับถนนระดับดิน โดยใช้เทคโนโลยี ITS (Intelligent Transport System: ITS) [2] เป้าหมายของโครงการนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และลดมลพิษทางอากาศ ขจัดปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวกับเส้นทางคมนาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล จากโครงการนี้คำนวณการปล่อยก๊าซ CO_2 จริงโดยการใช้เทคโนโลยี GPS และ Vehicle Tracking System วิเคราะห์การขับขี่จากสภาพการจราจรจริงทั้งบนทางพิเศษและถนนระดับดิน

การวิ่งรถบันทึกข้อมูลโดยใช้รถยนต์ทดสอบจำนวน 4 คัน รถยนต์ขนาด 1998 cc 2 คัน และ ขนาด 1598 cc 2 คัน ทำการทดสอบ 7 เส้นทาง เส้นทางละ 4 วัน (ทั้งวันทำการและวันหยุด) คิดเป็นจำนวน 672 เที่ยว รวมระยะทาง 7,918 กม. ทำการบันทึกข้อมูลการขับขี่ทั้งสิ้น 528 ชั่วโมง

ข้อมูลการขับขี่ นำมาประเมินอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษทางอากาศโดยใช้ Power – Based Motor Vehicle Model ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การประเมินอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและมลพิษทางอากาศ

ตารางที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 เฉลี่ย

เส้นทาง	เส้นทางทดสอบ	ระยะทาง (km)	CO_2 (kg)	เฉลี่ย CO_2 (kg./km.)
1.	ฉลองรัช	17.3	4.9601	0.2867
	ถนนระดับดิน	13.9	4.9912	0.3590
2.	ศรีรัช	17.2	4.4345	0.2578
	ถนนระดับดิน	17.9	6.5300	0.3648
3.	เฉลิมมหานคร	22.5	4.9016	0.2178
	ถนนระดับดิน	22	7.2812	0.3309
4.	บูรพาวิถี	47.9	12.0908	0.2524
	ถนนระดับดิน	46.7	11.2841	0.2416
5.	อุดรรัถยา	17.4	3.7767	0.2170
	ถนนระดับดิน	16.7	4.6219	0.2767
6.	บางนา – อาจณรงค์	17.6	3.8761	0.2202
	ถนนระดับดิน	16.1	4.2975	0.2669
7.	กาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)	20.5	4.3022	0.2098
	ถนนระดับดิน	13.8	3.8863	0.2816
			อัตราเฉลี่ย	**0.2702**

อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 เฉลี่ย (Emission Rate) เท่ากับ 0.2702 กิโลกรัม/กม. ซึ่งค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซ CO_2 นี้ จะนำไปใช้ประมาณการ การลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เนื่องจากทางพิเศษต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 2

4.4 การคำนวณการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก (CO_2)

เมื่อผนวก VKT ที่ลดลงในแต่ละปี กับอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 เฉลี่ย สามารถคำนวณปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ลดลงเนื่องจากการมีทางพิเศษตลอดอายุ

โครงการ 24 ปี การคำนวณการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก (CO_2) แสดงดังตารางที่ 3

จากการคำนวณพบว่า การใช้ทางพิเศษลดปริมาณก๊าซ CO_2ลง 4 แสนตัน ตลอดอายุโครงการ หรือเฉลี่ยลดก๊าซ CO_2 ได้กว่า 16.7 พันตัน/ปี

ตารางที่ 3 ปริมาณ CO_2 ที่ลดลง

ปี	ปริมาณการจราจรรวม (ชั่วโมงเร่งด่วน)		CO_2 ที่ลดลง
	VKTsaving, คัน-กม.	ลด CO2, กิโลกรัม	ตัน/ปี
2559	12,047	3,255	5,868
2560	24,976	6,748	12,181
2561	25,892	6,996	12,564
2562	26,840	7,252	13,085
2563	27,439	7,414	13,378
2564	28,050	7,579	13,623
2565	28,675	7,748	13,973
2566	29,310	7,920	14,262
2567	29,958	8,095	14,595
2568	30,676	8,289	14,916
2569	31,408	8,486	15,248
2570	32,158	8,689	15,672
2571	32,922	8,896	16,003
2572	33,701	9,106	16,433
2573	34,670	9,368	16,900
2574	35,647	9,632	17,349
2575	36,631	9,898	17,787
2576	37,622	10,165	18,301
2577	38,613	10,433	18,812
2578	39,292	10,617	19,080
2579	39,981	10,803	19,464
2580	40,682	10,992	19,784
2581	41,394	11,185	20,091
2582	42,118	11,380	20,457
2583	42,855	11,579	20,784
รวมปริมาณที่ลดลง, ตัน			**400,610**
เฉลีย, ตัน/ปี			**16,692**

4.5 ค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อม

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศโดย Victoria Transport Policy Institute ประเทศออสเตรเลีย พบว่า NOx = 498.86 บาท/กิโลกรัม CO = 14.07 บาท/กิโลกรัม HC = 0.04 บาท/กิโลกรัม CO_2 = 0.59 บาท/กิโลกรัม ดังนั้น การมีทางพิเศษศรีรัช - วงแหวนรอบนอกจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศจำนวน 236 ล้านบาท สำหรับอายุโครงการ 24 ปี

5. บทสรุป

การใช้ทางพิเศษศรีรัช - วงแหวนรอบนอกฯ ระยะทาง 16.7 กม. คาดว่าจะช่วยลดปริมาณการจราจรรวม (VKT) ในพื้นที่ตามแนวสายทางได้ประมาณ 12,047-42,855 คัน – กม. จากการตรวจวัดอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธี Probe Vehicle พบว่า อัตราการปล่องก๊าซ CO_2 เฉลี่ย 0.2702 กิโลกรัม/กม. ดังนั้น การมีทางพิเศษฯ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 4 แสนตัน หรือเฉลี่ยกว่า 16.7 พันตัน/ปี ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศ เป็นจำนวน 236 ล้านบาท

6. Disclaimer

เอกสารวิชาการฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์การอธิบายการประมาณการ การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโครงการทางพิเศษศรีรัช - วงแหวนรอบนอกในภาพรวม ผู้แต่งเรียบเรียงขึ้นจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการผนวกกับผลการวิจัยของการทางพิเศษฯ และความเห็นของผู้แต่งเอง ไม่ผูกพันกับการดำเนินงานของการทางพิเศษฯ หรือบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (BEM) แต่อย่างใด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, *"รายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อทบทวนการศึกษาและวิเคราะห์ความเหมาะสมโครงการทางพิเศษสายศรีรัช - วงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร"*, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, 2553

[2] โครงการศึกษาทดสอบการขับขี่อย่างสะดวก ประหยัด ปลอดภัย และห่วงใยสิ่งแวดล้อม บนทางพิเศษเปรียบเทียบกับถนนระดับดิน โดยใช้เทคโนโลยี ITS (Intelligent Transport System: ITS), การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, 2553 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการจราจรบนทางพิเศษฉลองรัช โดยใช้วิธีการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17, 2554

[3] Dia, H., Panwai, S., Boongrapue, N., Tu Ton and Smith, N. (2006). Comparative Evaluation of Power-Based Environmental Emissions Models. Proceedings of the 9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC2006), 17-20 September 2006, Toronto Marriott Downtown Eaton Centre, Toronto, Canada, pp. 1251-1256.

ชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติเนื่องจากสายใยแก้วนำแสง

Fault Detection Demonstration Kit due to Optical Fibre

ศริญญา ปะสะกวี[1] และ วิทวัส สิฏฐกุล[2]
[1]ห้องปฏิบัติการคลื่นความถี่วิทยุและไมโครเวฟ ฝ่ายมาตรวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12120
[2]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-5552000 ต่อ 6333 E-mail: vitawat.sittakul@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติแบบต่างๆ บนสายใยแก้วนำแสง โดยเป็นรวบรวมโอกาสเกิดความผิดปกติบนสายใยแก้วนำแสงแบบต่างๆ ไว้บนกล่องชุดอุปกรณ์เดียวกันคือ การลดทอนของแสงบนสายใยแก้วนำแสงจากการเชื่อมต่อสายด้วยวิธีการเชื่อม การลดทอนเนื่องจากการเชื่อมต่อโดยใช้หัวต่อ การลดทอนเนื่องจากการเชื่อมต่อโดยใช้วิธีการเชื่อมเชิงกล การลดทอนเนื่องจากการสะท้อนกลับภายในสาย การลดทอนเนื่องจากการโค้งงอของสายชนิดภายใน การหาบริเวณที่เกิดช่วงอับสัญญาณแสง และ การหาค่าช่วงไดนามิคของสายใยแก้วนำแสง ในท้ายสุดของบทความผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตดังกล่าวสามารถนำมาใช้จริงได้ โดยสามารถยืนยันได้จากการใช้เครื่องมือ OTDR ในการยืนยันผลทดสอบ

คำสำคัญ: สายใยแก้วนำแสง, การลดทอนของแสง, ช่วงไดนามิค, ช่วงอับสัญญาณแสง

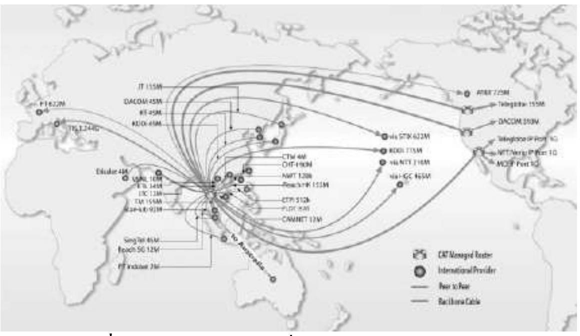
Abstract

This article presents a fault detection demonstration kit for optical fibre. In this work, many fault events on the fibre are combined into a single module. The fault events are splice loss, connector loss, mechanical splice loss, back scattering, micro bending, dead zone and dynamic range. Finally, the faults are tested and confirmed using the OTDR. The experimental results are shown by the OTDR measurement to confirm that the fault events on fibre of the demonstration kits can be correctly created.

Keywords: optical fibre, optical loss, dynamic range, dead zone

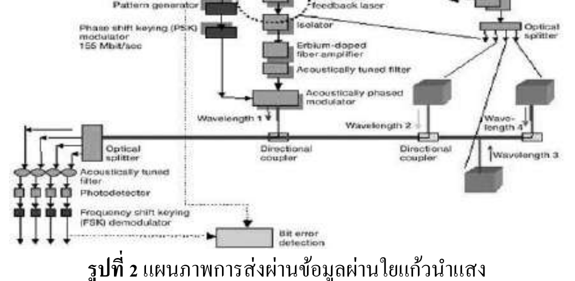
1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้งานระบบการส่งผ่านสัญญาณด้วยความเร็วสูงอย่างกว้างขวาง เนื่องจากความต้องการการใช้ปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมายมหาศาล เช่น ในระบบสื่อข้อมูลดิจิทัล และการเจริญเติบโตขึ้นอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีการสื่อสารมือถือ รวมถึงการนำเอาระบบกิกะบิตอีเทอร์เน็ท (Gigabit Ethernet: IEEE802.3z) มาใช้ [1] สิ่งเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดความพยายามที่จะเพิ่มแบนด์วิดท์ของสายส่งสัญญาณให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อรองรับปริมาณข้อมูลดังกล่าว ทางเลือกหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพคือการ ใช้สายใยแก้วนำแสง ซึ่งในทางทฤษฎีนั้น ค่าแบนด์วิดท์ ของสายใยแก้วนำแสงนั้นมีค่าเป็นอนันต์ หากไม่ถูกจำกัดด้วยประสิทธิภาพของอุปกรณ์สร้าง และรับสัญญาณแสง นอกจากนั้นด้วยการสร้างอุปกรณ์รวมสัญญาณทางแสง (WDM) และอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (DWDM) ทำให้ระบบการสื่อสารด้วยใยแก้วนำแสงนั้นสามารถรองรับการการสื่อสารหลากหลายช่องทางสำเร็จหรือที่เราเรียกว่า OSCM [2] ทำให้ระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงแพร่หลายไปทั่วโลก ประเทศไทยนั้น มีการวางระบบใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นจำนวนมากดังรูปที่ 1 [3]



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อด้วยใยแก้วนำแสง

โดยหากพิจารณาถึงระบบโครงข่ายใยแก้วนำแสงแล้วเราจะสามารถเขียนเป็นแผนภาพการส่งผ่านข้อมูลผ่านใยแก้วนำแสงดังรูปที่ 2 [4]



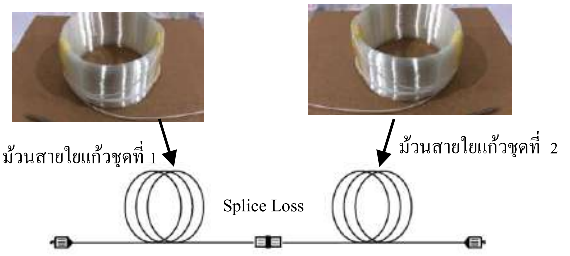
รูปที่ 2 แผนภาพการส่งผ่านข้อมูลผ่านใยแก้วนำแสง

ทั้งนี้เราจะเห็นว่าในประเทศไทยนั้น งานทางด้านระบบใยแก้วนำแสงจะเน้นหนักไปที่การติดตั้งระบบใยแก้วนำแสงเป็นหลัก เช่นการติดตั้งระบบใยแก้วนำแสงที่สนามบินสุวรรณภูมิ หรือการติดตั้งระบบใยแก้วนำแสงสำหรับระบบ EASY PASS ของทางด่วนพิเศษบูรพาวิถีของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และการเดินสายใยแก้วนำแสงสำหรับอินเตอร์เน็ตบรอดแบนด์ ของบริษัทผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ตชั้นนำในประเทศไทย เป็นต้น [5-6] อย่างไรก็ตามประเด็นหนึ่งที่สำคัญและยากในการแก้ไข คือการติดตั้งและซ่อมแซมระบบสายใยแก้วนำแสง โดยเฉพาะตัวสายใยแก้วนำแสงเอง ซึ่งมีความเปราะบางและเมื่อเกิดความเสียหายจะไม่สามารถทราบได้เลยด้วยตาเปล่า ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้สร้างชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติแบบต่างๆ บนสายใยแก้วนำแสงขึ้นมา เพื่อให้วิศวกรผู้ติดตั้ง หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจได้ทราบถึง การเกิดข้อผิดพลาดในการเดินสายใยแก้วนำแสงแบบต่างๆ คือ การลดทอนของแสงบนสายใยแก้วนำแสงจากการเชื่อมต่อสายด้วยวิธีการเชื่อม (Splice Loss) การลดทอนเนื่องจากการเชื่อมต่อโดยใช้หัวต่อ (Connector Loss) การลดทอนเนื่องจากการเชื่อมต่อโดยใช้วิธีการเชื่อมเชิงกล (Mechanical Splice Loss) การลดทอนเนื่องจากการสะท้อนกลับภายในสาย (Back Scattering) การลดทอนเนื่องจากการโค้งงอของสายชนิดภายใน (Macro Bending) บริเวณที่เกิดช่วงอับสัญญาณแสง (Dead Zone) และ การหาค่าช่วงไดนามิค (Dynamic Range) ของสายใยแก้วนำแสง เพื่อให้สามารถติดตั้งและหาสาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยในงานนี้ในหัวข้อที่ 2 จะแสดงถึงวิธีการจำลองสร้างความผิดพลาดบนสายใยแก้วนำแสงแบบต่างๆ ตลอดและในหัวข้อที่ 3 จะแสดงถึงผลการวัดข้อผิดพลาดเหล่านั้นเพื่อยืนยันความถูกต้องของชุดสาธิต ก่อนที่อุปกรณ์ในชุดสาธิตทั้งหมดจะถูกรวมเข้าเป็นชุดอุปกรณ์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการใช้งานต่อไป และในหัวข้อที่ 4 จะเป็นการสรุปผล

2. การจำลองสร้างความผิดพลาดบนสายแบบต่างๆ

2.1 การลดทอนของแสงบนสายใยแก้วนำแสงจากการเชื่อมต่อสายด้วยวิธีการเชื่อม (Splice Loss)

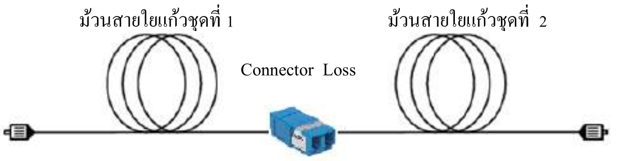
Splice Loss สามารถเกิดขึ้น ณ จุดใดก็ได้ ที่มีการตัดต่อและเชื่อมสายเข้าด้วยกัน การลดทอนส่วนนี้มาจากการเชื่อมต่อสายด้วยวิธีการเชื่อม (Fusion Splice) ซึ่งเป็นวิธีการเชื่อมที่ได้อัตราการลดทอนต่ำที่สุด โดยมีอัตราการลดทอนต่ำกว่า 0.1 dB และอัตราการลดทอนที่ต่ำกว่า 0.05 เป็นเรื่องที่เป็นไปได้ หากใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Splicer) ที่มีคุณภาพดี รูปที่ 3 เป็นแบบจำลองการสร้าง Splice Loss โดยเราจะใช้ม้วนสายใยแก้วชนิด SMF ความยาวม้วนละ 500 เมตรชนิดไม่มีปลอก (Bare fibre) ต่อเข้าด้วยกันด้วยเครื่องเชื่อมต่อ (Fusion Splicer) หลังจากนั้นม้วนสายใยแก้วทั้งสองจะถูกเชื่อมต่อด้วยวิธีการ Splice



รูปที่ 3 แบบจำลองการสร้าง Splice Loss

2.2 การลดทอนของแสงบนสายใยแก้วนำแสงจากการเชื่อมต่อสายโดยใช้หัวต่อ (Connector Loss)

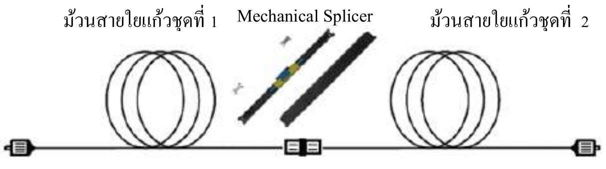
Connector Loss การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากรอยต่อของสายใยแก้วนำแสง โดยค่าลดทอนจะมีระดับตั้งแต่ 0.25 ไปจนถึง 1.5 dB ขึ้นอยู่กับชนิดของหัวต่อที่ใช้งาน นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้เกิดการลดทอนของ Connector เช่น ปัญหาจากสิ่งสกปรก (Contamination) บนหัวต่อ ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดบ่อยที่สุด หรือ การชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของหัวต่อ (Facet) ในงานนี้เราสามารถจำลองการเกิดค่าการลดทอนนี้ได้โดยใช้สายใยแก้วชนิด SMF ความยาวม้วนละ 500 เมตรชนิดไม่มีปลอก (Bare fibre) ต่อเข้าด้วยกันหัวต่อดังที่แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การจำลองสร้าง Connector Splice

2.3 การลดทอนของแสงบนสายใยแก้วนำแสงจากการเชื่อมต่อสายโดยใช้วิธีการเชื่อมเชิงกล (Mechanical Splice Loss)

Mechanical Splice Loss จะมีการลดทอนเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของสายใยแก้วนำแสง โดยค่าลดทอนจะมีระดับตั้งแต่ 0.2 ไปจนถึง 0.5 dB ขึ้นอยู่กับชนิดของ Mechanical Splicer ที่ใช้งาน ในการใช้งานตัวอุปกรณ์Mechanical Splicer นั้น เราจะใช้คีมปลอกสายใยแก้วทั้งสองให้ได้ระยะ แล้วจึงใช้มีดตัดปลาย (Cleaver) ทั้งสองแล้วสอดเข้าที่ช่องทางเข้าทั้งสองของ Mechanical Splicer แล้วจึงกดฝาครอบและใช้แสงเลเซอร์ที่มองเห็นได้ตรวจสอบว่าจุดต่อทั้งสองนั้นถูกต่อเข้าด้วยกันดังรูปที่ 5



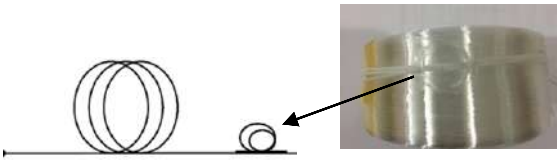
รูปที่ 5 การจำลองสร้าง Fusion Splice

2.4 การลดทอนเนื่องจากการสะท้อนกลับภายในสาย (Back Scattering)

การจำลองการลดทอนเนื่องจากการสะท้อนกลับภายในของสายนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เพราะว่าโดยทั่วไปในการเกิด Back scattering นั้นจะเกิดจากการที่แสงสะท้อนกลับ เนื่องจากตัวของสายใยแก้วนำแสงเอง โดยเมื่อผลรวมของปริมาณแสงที่สะท้อนกลับไปที่ปลายด้านส่งสัญญาณแสงมากพอ มันจะทำให้อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณแสงเช่นโอทีดีอาร์ Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) สามารถตรวจจับได้ ดังนั้นเพื่อจำลองเหตุการณ์นี้เราจะใช้วิธีการเชื่อต่อสายใยแก้วนำแสงชนิดเดียวกันสองเส้นเพื่อจำลองกรณีที่แสงจกกระทบบนรอยต่อแล้วแสงถูกสะท้อนกลับไปที่ปลายด้านส่ง โดยเราเชื่อมต่อสายใยแก้วทั้งสองนี้ให้ได้ค่าการลดทอนต่ำที่สุด แบบจำลองดังกล่าวนี้จะคล้ายคลึงกับรูปที่ 3

2.5 การลดทอนเนื่องจากการโค้งงอของสายชนิดภายใน (Macro Bending)

Macro bending เกิดจากการโค้งงอของสาย เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดบริเวณแกนของสาย ซึ่งมีสาเหตุมาจากการติดตั้งสายที่ไม่ถูกวิธีหรือไม่เรียบร้อย ในการจำลองการเกิด Macro bend นี้เราจะสร้างห่วงของสายใยแก้วนำแสงให้มีขนาดที่เล็กเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดดังรูปที่ 6



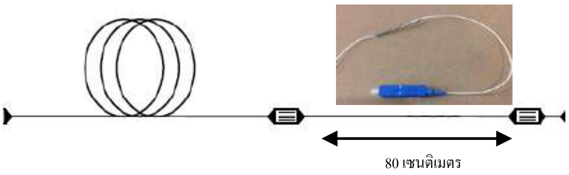
รูปที่ 6 ภาพแสดงการทำ Macro Bendingในม้วนสายในแก้วนำแสง

2.6 บริเวณที่เกิดช่วงอับสัญญาณแสง (Dead Zone)

Dead Zone นั้นเป็นระยะทางสั้นที่สุดที่ต้องการ ระหว่างตำแหน่งการเกิดเหตุการณ์ทั้งสอง เพื่อให้เราจะสามารถจำแนกสองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีหัวต่อสองจุด ที่ระยะห่างกันสองเมตร หากเรายังสามารถเห็นผลของการสะท้อนเป็นสองยอด จะแสดงให้เห็นว่ามีการสะท้อนสองอันจริง ๆ จากเหตุการณ์ทั้งสอง แต่ถ้าสองเหตุการณ์ (event) อยู่ใกล้กันเกินไปกว่านี้ เราอาจไม่สามารถเห็นยอดของการสะท้อนเป็นสองยอดได้ แต่เราจะเห็นเพียงแค่ยอดเดียว ช่วงระยะทางดังกล่าวเราจะเรียกว่า Dead zone ค่าของ Dead zone นั้นจะแปรผันตามค่าพารามิเตอร์ของเครื่องมือวัดเป็นหลัก แต่สำหรับเครื่องOTDR ที่เราทดสอบเราจะกำหนดค่า Dead Zone ของเครื่องนี้อยู่ที่ 80เซนติเมตร โดยแบบจำลองสามารถดูได้ดังรูปที่ 7

2.7 การหาค่าช่วงไดนามิค (Dynamic Range)

Dynamic range เป็นคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของอุปกรณ์ OTDR ซึ่งจะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการอ่านความแตกต่างระหว่างค่ากำลังสูงสุด และกำลังต่ำสุดได้ ทั้งนี้เครื่องอุปกรณ์ที่ดีกว่าจะสามารถวัดระดับค่าความแตกต่างระหว่างกำลังทั้งสองได้มากกว่า ทำให้สามารถวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆได้แม่นยำกว่า เช่นเดียวกันกับค่า dead zone ค่าของ Dynamic range จะขึ้นอยู่กับการตั้งค่าของอุปกรณ์วัดเป็นสำคัญ โดยพารามิเตอร์ต่างๆเช่น ความกว้างของพัลส์ (Pulse width) โหมดที่ใช้งาน (Optimization mode) และ ความยาวคลื่น (Wave length) ล้วนแต่มีผลต่อค่าไดนามิกส์ทั้งสิ้น เพื่อให้เป็นการง่ายในการสาธิตและจำลองการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติแบบต่างๆดังหัวข้อที่ 2.1-2.7 ผู้จัดทำได้เป็นกล่องอุปกรณ์ทดสอบดังรูปที่ 8 เพื่อให้เป็นการง่ายในการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเหตุการณ์เช่น เครื่องโอทีดีอาร์ (OTDR) โดยผลการทดสอบนั้นจะถูกแสดงต่อไปในหัวข้อที่ 3



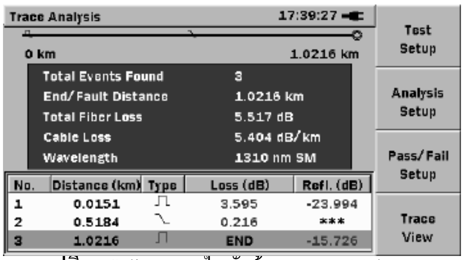
รูปที่ 7 ภาพแสดงการจำลอง Dead Zone

รูปที่ 8 ชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติแบบต่างๆ บนใยแก้วนำแสง

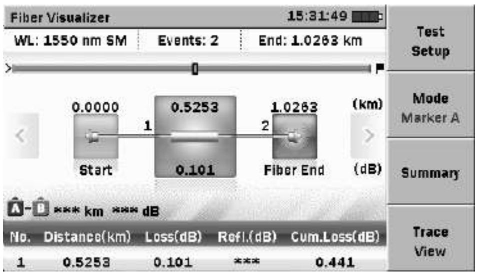
3. ผลการวัดโดยใช้เครื่องโอทีดีอาร์ (OTDR)

รูปที่ 9 วิธีการต่อใช้งานชุดสาธิตด้วยเครื่อง OTDR

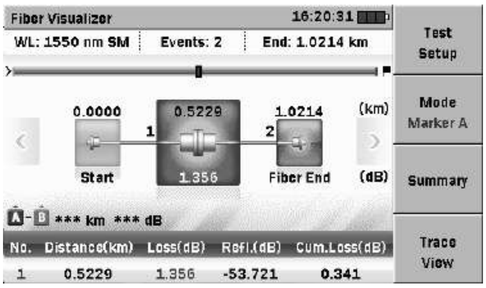
ในหัวข้อนี้เราจะต่ออุปกรณ์โอทีดีอาร์ (OTDR) รุ่น Anritsu MT9083A เข้ากับชุดสาธิต (รูปที่ 8) ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 9 โดยผลการทดลองจากเครื่อง OTDR ของแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถดูได้ดังรูปที่ 10-16



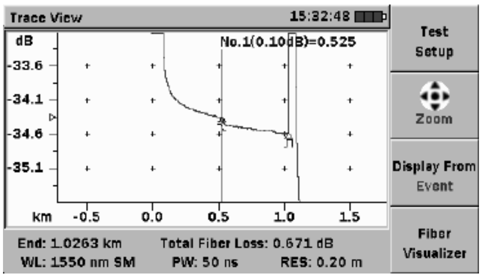
รูปที่ 10 Splice Loss ในหัวข้อ 2.1 = 0.216 dB



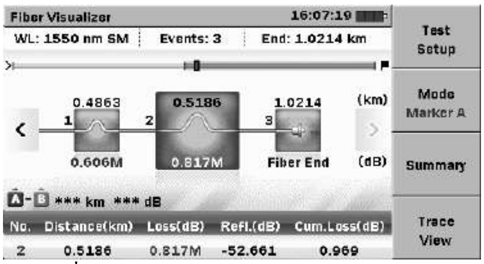
รูปที่ 11 Connector Loss ในหัวข้อ 2.2 = 0.101 dB



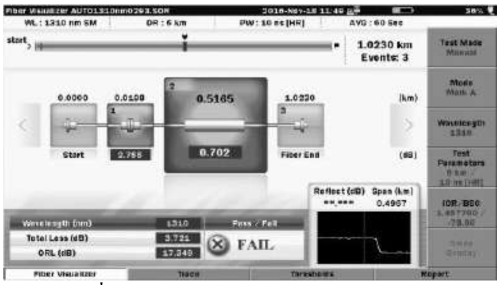
รูปที่ 12 Mechanical Splice Loss ในหัวข้อ 2.3 = 1.356 dB



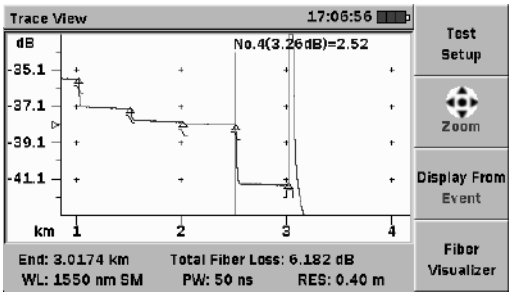
รูปที่ 13 Back scattering ในหัวข้อ 2.4 = 0.525 dB



รูปที่ 14 Macro bending ในหัวข้อ 2.5 = 0.817 dB



รูปที่ 15 Dead Zone ในหัวข้อ 2.6 *อ่านค่าไม่ได้



รูปที่ 16 Dynamic Range ในหัวข้อ 2.7 > -41.1 dB

4. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติเนื่องจากสายใยแก้วนำแสงสามารถใช้ในการจำลองเหตุการณ์ผิดปกติต่างๆได้ในสายไฟเบอร์ได้จริง โดยการวัดยืนยันโดยเครื่อง OTDR ที่ได้รับมาตรฐานและมีใช้งานทางการค้าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยผลการทดลองที่ได้วัดพบว่าสามารถจำลองเหตุการณ์ของ Connector Loss ได้ที่ 0.101 dB Mechanical Splice Loss 3 = 1.356 dB Back scattering = 0.525 dB Macro bending = 0.817 dB Dynamic Range > -41.1 dB และสามารถแสดงจุด Dead Zone ซึ่งเป็นจุดที่ไม่สามารถอ่านค่าได้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำชุดสาธิตนี้ไปฝึกให้เกิดความชำนาญก่อนที่จะออกงานภาคสนามจริงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] www.ieee802.org/3/z/public/presentations/sep1996/BHgutp_b.pdf

[2] R. Olshansky, V. A. Lanzisera, and P. M. Hill, “Subcarrier multiplexed lightwave systems for broad-band distribution,”J. Lightwave Technol. vol. 7, pp. 1329–1342, Sept. 1989

[3] http://www.hostingbangkok.com/html/network.php

[4] https://www.nasa.gov/centers/glenn/home/index.html

[5] ประกาศ กทพ. ฉบับที่ ๑๑๕/๒๕๕๔ เดินหน้าติดตั้งเคเบิ้ลใยแก้วสำหรับระบบ Easy Pass ของทางพิเศษบูรพาวิถี

[6] ข้อมูลบริษัท อินเตอร์ลิงค์ โดย บริษัท KTB Securities จำกัด https://www.ktbst.co.th/thd/thai/stock.tech/stock/032013/daily120313_3.pdf

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง

Support System for Directional Long-Range Wi-Fi Access Point Installation

ชุติกาญจน์ น้อยกาญจนะ ชัยพร ใจแก้ว อภิรักษ์ จันทร์สร้าง และ อนันต์ ผลเพิ่ม*
ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: chutikan.n@ku.th, chaiporn.j@ku.ac.th, aphirak.j@ku.ac.th, anan.p@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

การติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารไร้สายระยะไกลในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางหรือมีระยะการเชื่อมต่อที่ไกลกันมาก อาจทำให้ทีมผู้ติดตั้งไม่สามารถมองเห็นปลายทางของตัวส่งสัญญาณได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ติดตั้งต้องมีข้อมูลที่แม่นยำของตำแหน่ง ความสูง ทิศทาง และองศาการวางแนวของเสาสัญญาณที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ส่งสัญญาณ เนื่องจากการวางแนวเสาสัญญาณจากต้นทางกับปลายทางผิดเพี้ยนไปเพียงเล็กน้อย จะมีผลต่อค่าความเข้มของสัญญาณอย่างมาก จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนเพื่อช่วยในการติดตั้ง และมีระบบสังเกตการณ์เพื่อให้การติดตั้งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารไร้สายระยะไกลในพื้นที่ห่างไกลที่ยากต่อการเข้าถึงได้

คำสำคัญ: เครือข่ายแลนไร้สาย, การวางแนวของเสาสัญญาณ, ระบบสังเกตการณ์, โปรแกรมประยุกต์, วายฟายระยะไกล

Abstract

During deployment of long-range communication equipment, distance between the areas, especially with obstacles, may prevent the installation team from seeing each other. It is necessary for the installers to be informed with accurate location, direction, and orientation of the communication antennas on both sides, as slight misalignment can cause significant drop in signal quality. This article introduces a mobile application that assists installers to efficiently and effectively set up long-range wireless communication links. By providing instant feedback to the installers via smartphones, antennas' orientation can be properly adjusted. The system will greatly support deployment of long-range communication in rural areas that lack communication infrastructure.

Keywords: WLAN, Antenna Alignment, Monitoring, Application, Long-Range Wi-Fi

1. บทนำ

ในปัจจุบันเราอยู่ในยุคแห่งการติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยเป็นยุคที่เทคโนโลยีเครือข่ายแลนไร้สาย [1] เพื่อตอบสนองต่อความต้องการต่างๆ เนื่องจากไม่ต้องลงทุนวางระบบมากนักเมื่อเทียบกับการใช้เทคโนโลยีเครือข่าย (LAN) เพียงอย่างเดียว แต่การส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายแลนไร้สายเพื่อแลกเปลี่ยนนั้น มีข้อจำกัดอยู่ เพราะต้องใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ หรือ ที่เรียกว่า แอคเซสพอยต์ [2] ที่สามารถสร้างเครือข่ายไร้สายจากระบบเครือข่ายแลนได้ โดยตัวแอคเซสพอยต์จะทำหน้าที่กระจายสัญญาณไร้สายออกไปยังเครื่องลูกข่ายที่อยู่ในรัศมีการกระจายสัญญาณ ทั้งยังมีข้อจำกัดในส่วนของระยะส่งสัญญาณที่ไปได้ไม่ไกลมากนัก หากจำเป็นต้องใช้งานในบริเวณพื้นที่ห่างไกลและเต็มไปด้วยสิ่งกีดขวาง แต่จำเป็นต้องมีการสื่อสารเกิดขึ้น เช่น บริเวณลำน้ำที่จำเป็นต้องรู้ข้อมูลระดับน้ำ บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม จำเป็นต้องมีการส่งสัญญาณเตือนภัยหากเกิดดินถล่มขึ้น ซึ่งการติดตั้งเครือข่ายแบบมีสายต้องใช้งบประมาณจำนวนมากอาจไม่เหมาะสมเมื่อเทียบกับข้อมูลที่ต้องการ ดังนั้นการติดตั้งเครือข่ายแลนไร้สายจึงเป็นทางเลือกที่ดีในบริเวณดังกล่าว ทั้งยังเหมาะกับพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางหรือเป็นพื้นที่กว้างที่อาจทำให้ผู้ติดตั้งไม่สามารถมองเห็นปลายทางของตัวส่งสัญญาณได้

งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในส่วนของการติดตั้งเครือข่ายไร้สายให้ง่ายต่อการติดตั้งในพื้นที่จริงโดยใช้วายฟายระยะไกล (Long-Range WI-FI) [3] ซึ่งเป็นงานวิจัยต่อเนื่องของ "ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล" [4] งานวิจัยนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครือข่ายแลนไร้สาย โดยอาศัยเซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ในสมาร์ทโฟน และ GPS มาคำนวณทิศทางและมุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเสาสัญญาณ เพื่อเพิ่มในส่วนของความแม่นยำในการวัดที่จะช่วยทำให้สามารถวัดความแรงของสัญญาณได้มากขึ้นและเพิ่มระบบสังเกตการณ์ เพื่อทำการตรวจสอบทิศทางการวางแนวของเสาสัญญาณ พร้อมทั้งอ่านค่าความเข้มของสัญญาณขณะติดตั้งได้

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย “ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายแบบระยะไกล” [4] มีการพัฒนาในส่วนที่ช่วยในการบันทึกพิกัดทิศทาง และองศาของเสาสัญญาณรูปจานที่ติดตั้งบนไวร์เลสแอคเซสพอยต์ รวมถึงวัดความเข้มของสัญญาณที่ได้ และส่วนสังเกตการณ์ที่ใช้บันทึกสถานะของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ โดยแสดงผลในรูปแบบของเว็บอินเตอร์เฟส

ในงานวิจัยข้างต้น ได้กล่าวถึงเรื่องการปรับเสาสัญญาณบนไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบทิศทางเดียว ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับใน 2 ขั้นตอนคือ ปรับแบบหยาบเพื่อหาทิศทางเบื้องต้น และปรับแบบละเอียดเพื่อหาจุดที่มีความเข้มของสัญญาณสูงสุด จากงานวิจัยดังกล่าว ขั้นตอนการปรับละเอียดนั้น ผู้ติดตั้งต้องทำการปรับเสาสัญญาณ และวัดมุมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ทำให้เสียเวลาในการติดตั้งค่อนข้างมาก และการใช้งานอาจไม่สะดวกเท่าที่ควร เพราะเมื่อผู้ใช้ปรับเสาสัญญาณจะต้องทำการสแกนค่าความเข้มสัญญาณไปทีละจุด จนกว่าจะครบ หลังจากนั้นผู้ใช้ต้องเลือกจุดที่มีค่าความเข้มสูงสุด เพื่อใช้ในการติดตั้งต่อไป

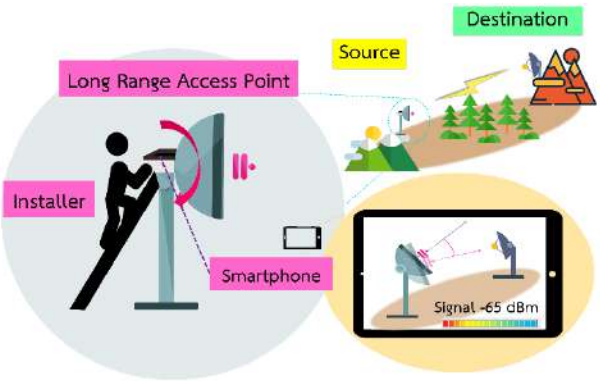
การพัฒนาระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง จะใช้โปรแกรม Android Studio เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน โดยตัวโปรแกรมประยุกต์จะรับพิกัด GPS เพื่อหาระยะทางระหว่างต้นทางกับปลายทาง อ่านค่าความกดอากาศเพื่อนำมาคำนวณความสูงระหว่างจุดติดตั้งต้นทางกับปลายทาง และจะทำการอ่านค่าเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อช่วยในการคำนวณหามุมที่เหมาะสมในการติดตั้งตัวไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกล โดยการหามุมที่เหมาะสมจะอาศัยค่าที่วัดได้จากตัวเซนเซอร์ และความเข้มของสัญญาณจากที่อ่านค่าได้จากตัวไวร์เลสแอคเซสพอยต์ ซึ่งใช้เทคโนโลยี IEEE 802.11a/n [5] ในการเรียกค่าความเข้มของสัญญาณจากอุปกรณ์เพื่อใช้ในโปรแกรมประยุกต์ผ่านทางสมาร์ทโฟน

3 รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนาระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง จะพัฒนาในส่วนของโปรแกรมประยุกต์ โดยใช้สมาร์ทโฟนในการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆและ GPS เชื่อมต่อวายฟายกับตัวไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกล เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์รับค่าความเข้มของสัญญาณในตำแหน่งปัจจุบันจากไวร์เลสแอคเซสพอยต์ และคำนวณมุมที่เหมาะสมในการติดตั้ง โดยตัวโปรแกรมประยุกต์จะแสดงผลข้อมูลการวางแนวของเสาสัญญาณ และค่าความเข้มของสัญญาณที่วัดได้แบบเวลาจริง (Real time) ทั้งยังแสดงภาพจำลองการวางแนวของเสาสัญญาณทั้งฝั่งต้นทางและปลายทาง และแสดงทิศทางที่เหมาะสมในการติดตั้งเสาสัญญาณ หลังเสร็จสิ้นกระบวนการการปรับมุมและวัดสัญญาณ

3.1 ภาพรวมของระบบ

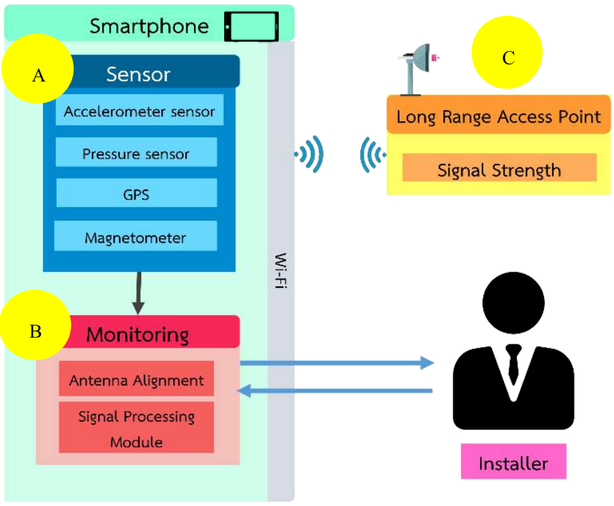
ภาพรวมของระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทางดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

จากภาพจำลองการติดตั้งจริงของระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง จะเห็นได้ว่ามี 2 จุดติดตั้ง ในรูปผู้ติดตั้งกำลังดำเนินการติดตั้งเครือข่ายแลนไร้สายระยะไกล โดยนำสมาร์ทโฟนวางบนแท่นที่ติดตั้งอยู่ที่เสาสัญญาณรูปจานและทำการเปิดโปรแกรมประยุกต์เพื่อช่วยในการติดตั้ง เมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมประยุกต์ โปรแกรมประยุกต์จะทำการคำนวณทิศทางและมุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเสาสัญญาณ ทั้งยังแสดงภาพจำลองการวางแนวของเสาสัญญาณและค่าความเข้มของสัญญาณตามเวลาจริง เพื่อช่วยให้กระบวนการติดตั้งเป็นไปได้โดยง่าย การใช้ระบบช่วยการติดตั้งจะทำให้สามารถทำกระบวนการติดตั้งเสาสัญญาณทั้ง 2 จุดได้ในเวลาเดียวกัน

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบ

โครงสร้างของระบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. อุปกรณ์สมาร์ทโฟน
2. ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกล

โดยสามารถดูองค์ประกอบของระบบได้ดังรูปที่ 2

3.2.1 อุปกรณ์สมาร์ทโฟน

อุปกรณ์ดังกล่าวรองรับ Android 5.0 Lollipop ขึ้นไปและวายฟายรองรับการใช้งานย่านความถี่ 5 GHz โดยตัวอุปกรณ์จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนตัวเซ็นเซอร์ (A)

เซ็นเซอร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ได้แก่ GPS, Accelerometer, Magnetometer, Pressure sensor

ส่วนสังเกตการณ์ (B)

พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนดังรูปที่ 3 โดยผู้ติดตั้งจะทำการติดต่อเข้ามาเพื่อตรวจสอบทิศทางการวางแนวของเสาสัญญาณที่เหมาะสมและทำการประมวลผลสัญญาณ โดยจะทำการอ่านค่าความเข้มสัญญาณจากตัวไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกล และเก็บรวบรวมค่าความเข้มของสัญญาณที่อ่านได้ขณะทำการติดตั้งเพื่อคำนวณหาจุดที่ดีที่สุดในการติดตั้ง

รูปที่ 3 โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

3.2.2 อุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกลที่ใช้งาน

เลือกใช้ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล รุ่น Ubiquiti Nanobridge M5-25 (NB-5G25) ดังรูปที่ 4 ทำงานในย่านความถี่ 5 GHz มาตรฐาน IEEE 802.11a/n มีกำลังขยายของเสาอากาศ 25 dBi สามารถทำงานได้ระยะไกลถึง 30 กิโลเมตร

รูปที่ 4 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกล

ใช้แลนไร้สายเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟน เพื่อให้สมาร์ทโฟนดึงค่าความเข้มของสัญญาณที่วัดได้มาประมวลผล

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

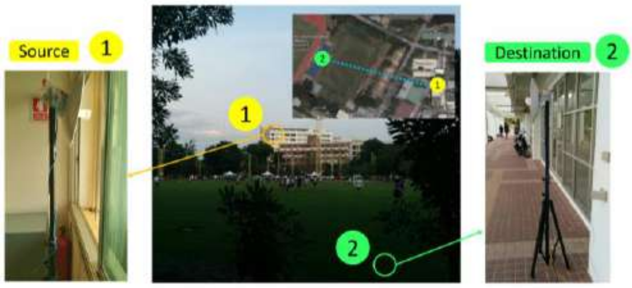
ระบบที่พัฒนาขึ้นมีข้อจำกัดดังนี้

- การเริ่มการติดตั้งเครือข่ายแลนไร้สายได้ต้องทราบข้อมูลของจุดติดตั้งเบื้องต้น คือ พิกัดของจุดติดตั้งและค่าความกดอากาศของจุดติดตั้ง
- ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แบบระยะไกลที่ใช้ในการพัฒนางานวิจัย ทำงานในย่านความถี่ 5 GHz มาตรฐาน IEEE 802.11a/n
- สมาร์ทโฟนที่ใช้ในการติดตั้ง ต้องรองรับ Android 5.0 Lollipop ขึ้นไป มีเซนเซอร์ที่จำเป็นต้องใช้ คือ Accelerometer , Magnetometer, Ambient Pressure และต้องรองรับการใช้งานเครือข่ายย่านความถี่ 5 GHz

4. การทดสอบการใช้งาน

ทำการทดสอบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างการติดตั้งแบบทั่วไป กับการติดตั้งโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบในบริเวณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจุดตั้งต้น(1) จะติดตั้งที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ชั้น 7 และจุดปลายทาง(2) ติดทั้งที่บริเวณใกล้สนามรักบี้ ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

รูปที่ 5 จำลองบริเวณที่ใช้ทำการทดสอบ



รูปที่ 6 บริเวณที่ใช้ทำการทดสอบ

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการติดตั้งทั่วไป ทำการนำทีมผู้ติดตั้ง ติดตั้งเสาสัญญาณที่จุดเริ่มต้น แล้วเดินทางต่อไปยังจุดปลายทาง จึงเริ่มทำการติดตั้ง โดยต่อไวร์เลสแอคเซสพอยต์ระยะไกลเข้ากับตัวเสาสัญญาณรูปจาน แล้วนำคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อตัวไวร์เลสแอคเซสพอยต์ผ่านทางพอร์ต Ethernet เพื่ออ่านค่าสัญญาณ เริ่มการติดตั้งแนวระนาบ โดยค่อยๆปรับมุมเสาสัญญาณไปทีละ 10 องศา และอ่านค่าสัญญาณในแต่ละจุด ทำการบันทึกเพื่อหาจุดที่สัญญาณแรงที่สุด หลังจากนั้นให้ตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาช่วงที่จานมีค่าความเข้มสัญญาณสูงสุด ทำการปรับมุมแบบละเอียด บันทึกค่าความเข้มของสัญญาณ จึงเริ่มการติดตั้งในแนวดิ่ง และสรุปความเข้มสัญญาณสูงสุดที่อ่านค่าได้ พร้อมทั้งการวางแนวของเสาสัญญาณ

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการติดตั้งโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ ทำการแบ่งทีมผู้ติดตั้งออกเป็น 2 ทีม และให้แต่ละทีมประจำจุดติดตั้ง 2 จุด นำสมาร์ทโฟน วางบนแท่นวางที่ติดอยู่กับตัวเสาสัญญาณ แล้วเริ่มแลกเปลี่ยนข้อมูลพิกัด และความดันบรรยากาศของ 2 พื้นที่ เริ่มการปรับมุมในแนวดิ่ง โปรแกรมจะคำนวณมุมที่จานต้องกระทำในแนวดิ่งไว้ให้ เมื่อปรับเสร็จแล้ว จึงเริ่มการติดตั้งในแนวระนาบ ตัวโปรแกรมประยุกต์จะคำนวณทิศทางที่ต้องปรับจานให้ และบันทึกความเข้มของสัญญาณที่อ่านได้ ขณะเราทำการหมุนจานจากซ้ายไปขวา แล้วโปรแกรมประยุกต์จะรายงานจุดที่เหมาะสมในการติดตั้ง

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

รูปที่ 7 การทดสอบความเข้มของสัญญาณที่วัดได้ขณะปรับเสาสัญญาณ

การทดสอบหาความแตกต่างระหว่างการติดตั้งแบบทั่วไป กับการติดตั้งโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ดังรูปที่ 7 พบว่าการติดตั้งแบบทั่วไป ผู้ติดตั้งสามารถหาค่าความเข้มสัญญาณได้ดีที่สุด คือ -54 dBm ส่วนการติดตั้งโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ ผู้ติดตั้งสามารถหาค่าความเข้มสัญญาณได้ดีที่สุดคือ -49 dBM ใช้จำนวนครั้งในการปรับเสาสัญญาณน้อยกว่า และใช้เวลาในการติดตั้งลดลง

5. สรุป

ระบบช่วยการติดตั้งแลนไร้สายระยะไกลแบบมีทิศทาง สามารถช่วยให้ผู้ติดตั้งได้จุดที่เหมาะสมในการติดตั้ง ทั้งยังประหยัดเวลาในการติดตั้งจริง ตัวโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนช่วยอำนวยความสะดวกในการติดตั้งได้เป็นอย่างดี

ผลการดำเนินงานพบว่านอกจากจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านเน็ตเวิร์ก ยังต้องใช้ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยด้วย ผู้สนใจพัฒนาต่อควรศึกษาด้านนี้เพิ่มเติม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 19 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] อนันต์ ผลเพิ่ม. (2550). *แลนไร้สาย*. กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น

[2] Access Point คืออะไร มีประโยชน์อย่างไร. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://www.เกร็ดความรู้.net/access-point/ (วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2559).

[3] Long-range Wi-Fi. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ Long-range_Wi-Fi (วันที่สืบค้น 30 กันยายน 2559).

[4] กิตติพงศ์ สิงห์แก้ว, ชัยพร ใจแก้ว, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง และ อนันต์ ผลเพิ่ม*. ระบบช่วยการติดตั้งและสังเกตการณ์เครือข่ายไร้สายระยะไกล. In 5th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2013), Nakhon Ratchasima, Thailand, May 8-10, 2013.

[5] IEEE 802.11. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ IEEE_802.11 (วันที่สืบค้น 30 กันยายน 2559).

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แอคเซสพอยต์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค
SDN-Based Access Point

สิรภพ สัตตบงกช, อนันต์ ผลเพิ่ม, ชัยพร ใจแก้ว, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง*
ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: siraphob.sa@ku.th, anan.p@ku.ac.th, chaiporn.j@ku.ac.th, aphirak.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์คได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการจัดการอุปกรณ์ที่มาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกัน เพื่อทำให้การบริหารจัดการอุปกรณ์ทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ประเภทแอคเซสพอยต์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในระบบเครือข่ายแลนไร้สายนั้นยังไม่ได้รับการพัฒนาให้รองรับเทคโนโลยีนี้มากเท่าที่ควร อีกทั้งการควบคุมแอคเซสพอยต์จำนวนมากเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย บทความนี้นำเสนอการพัฒนาแอคเซสพอยต์ให้มีความสามารถรองรับเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค เพื่อที่จะทำให้การควบคุมและดูแลเครือข่ายเป็นไปอย่างครอบคลุมทุกอุปกรณ์ในเครือข่ายตั้งแต่อุปกรณ์สวิตซ์ไปจนถึงอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ ระบบที่พัฒนาขึ้นจะทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายสามารถควบคุมสั่งการและออกแบบเครือข่ายได้จากศูนย์กลางโดยผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ โดยที่ไม่จำเป็นต้องจัดการตั้งค่าอุปกรณ์ทีละตัว แล้วทำการทดสอบการส่งค่าคำสั่งจากโปรแกรมประยุกต์ไปยังอุปกรณ์ในระบบด้วยคำสั่งในหลายรูปแบบ จากการทดสอบพบว่าระบบให้เวลาในการตอบสนองที่ดี

Abstract

Software-defined network (SDN) technology has been developed to ease the management of a large volume of equipment, especially from different manufacturers. However, wireless access points, which are the main components of wireless LAN, have not been given much support for SDN. Moreover, controlling a large number of access points potentially waste a lot of time and is very error-prone. This article introduces the development of SDN-enabled access points. This will provide complete management of all network equipment, ranging from switches to wireless access points. The proposed system will allow network operator to control, command, and design networks from the center application instead of accessing each device one by one. Experiments show that, even with a high amount of requests, all devices can respond in a timely manner.

1. บทนำ

การให้บริการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กรขนาดกลางและขนาดใหญ่นั้นมักจะประกอบด้วยการทำงานร่วมของอุปกรณ์จำนวนมากและหลากหลายผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ต้องการความยืดหยุ่นและความรวดเร็วในการทำงาน

นอกเหนือจากการทำงานและตั้งค่าเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเดิมแล้ว ปัจจุบันเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค (SDN: Software Defined Network) ได้มีส่วนช่วยในด้านของการจัดการข้อมูลและบริหารเส้นทางข้อมูลของเครือข่ายขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถรองรับการเชื่อมต่อและสั่งงานแก่อุปกรณ์ที่มีมาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกันได้

องค์ประกอบของซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์คประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) อุปกรณ์คอนโทรลเลอร์ (Controller) ซึ่งจะเป็นส่วนสั่งการและประมวลผลข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในเครือข่าย 2) อุปกรณ์เครือข่ายที่รองรับคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการกำหนดพอร์ทและเส้นทางการเดินทางการส่งแพ็กเก็ตของข้อมูลที่ได้รับเข้ามา ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์สวิตซ์

ข้อดีของการนำเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์คมาใช้งาน คือสามารถช่วยให้ผู้ดูแลเครือข่ายสามารถควบคุมดูแลเครือข่ายได้จากศูนย์กลางผ่านทางคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ดูแลเครือข่ายไม่จำเป็นต้องปรับแต่งค่าของอุปกรณ์ทีละตัว ซึ่งผู้ดูแลเพียงแค่ออกแบบเครือข่ายตามความต้องการ แล้วคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ

โปรโตคอลโอเพ่นโฟลว (Openflow Protocol) ใช้สำหรับการส่งคำสั่งและรับผลลัพธ์ระหว่างคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์เครือข่ายที่อยู่ภายในการควบคุม ซึ่งปัจจุบันผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายหลายรายได้ทำการผลิตอุปกรณ์สวิตซ์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายนด์ออกมาหลากหลาย แต่มีการผลิตอุปกรณ์แอคเซสพอยต์สำหรับเครือข่ายไร้สายเพียงเล็กน้อย

ดังนั้นในบทความนี้ ผู้วิจัยนำเสนอการพัฒนาแอคเซสพอยต์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายดน์เน็ตเวิร์ค เพื่อให้ผู้ดูแลเครือข่ายนั้นสามารถควบคุม ตรวจสอบ สั่งการ และแก้ไขการตั้งค่าอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ที่อยู่ในความดูแลผ่านคอนโทรลเลอร์ที่ศูนย์กลาง ซึ่งทำให้มีความสะดวกและลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการตั้งค่าของผู้ดูแลระบบเองด้วย

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้นำเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค (SDN)[1] ที่มีจุดมุ่งหมายสำหรับจัดการอุปกรณ์สวิตซ์และอุปกรณ์อื่นๆ ของเครือข่าย เพื่อควบคุมทิศทางการไหลของข้อมูล รวมถึงตรวจสอบและตอบสนองปัญหาที่เกิดขึ้นในเครือข่ายขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว โดยผ่านทางโปรโตคอลโอเพ่นโฟลว (Openflow Protocol)[2] มาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาให้แอคเซสพอยต์ทั่วไปสามารถรองรับซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์คได้

อุปกรณ์เครือข่ายที่รองรับโปรโตคอลโอเพ่นโฟลวจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในระบบ 2) ส่วนที่รับคำสั่งควบคุมจากคอนโทรลเลอร์ เพื่อกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์และทำให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ตามที่ผู้ดูแลเครือข่ายออกแบบไว้ อีกทั้งยังรองรับมาตรฐานแบบเปิด (Open-Standard)[3] ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์เครือข่ายสามารถทำงานร่วมกันได้แม้จะมาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกัน

สำหรับโครงสร้างที่ใช้ในการพัฒนาคอนโทรลเลอร์นั้นมีให้เลือกใช้งานหลากหลาย เช่น NOX[4] POX[5] FlashLight[6] Ryu [7] โดยผู้วิจัยเลือกศึกษาโครงสร้างคำสั่งของ Ryu สำหรับใช้พัฒนาคอนโทรลเลอร์ในงานวิจัยนี้ เนื่องจาก Ryu รองรับการพัฒนาชุดคำสั่งด้วยภาษาไพทอน (Python) เป็นหลักและมีไลบรารีไพทอนให้เลือกใช้หลากหลาย ซึ่งเหมาะแก่การศึกษาเพราะสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งจากการศึกษาการไลบรารีการทำงานของ Ryu นั้น สามารถสรุปได้ว่าคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีการส่งคำสั่งให้กับอุปกรณ์ในเครือข่ายอยู่สองประเภท คือการส่งคำสั่งเพื่อร้องขอค่าสถานะต่างๆ และการสั่งคำสั่งเพื่อทำการตั้งค่าสถานะต่างๆของอุปกรณ์

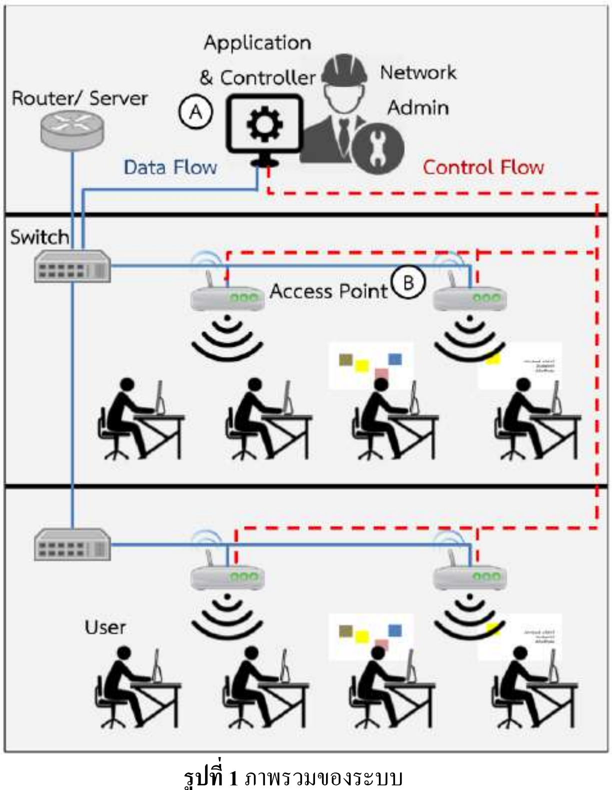
สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์แอคเซสพอยต์จะเลือกใช้แพลทฟอร์มที่สามารถพัฒนาเฟิร์มแวร์ และเพิ่มเติมซอฟต์แวร์ได้ ซึ่งคือ โอเพ่นดับบลิวอาร์ที (OpenWRT)[8] ที่เป็นเฟิร์มแวร์ที่มีผู้ใช้งานแพร่หลาย และมีรหัสต้นฉบับเปิด ทำให้สามารถนำมาใช้งานและพัฒนาได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ โดยสามารถนำมาพัฒนาและเพิ่มเติมความสามารถให้กับแอคเซสพอยต์ธรรมดาให้สามารถรองรับการทำงานของซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์คได้

3. รายละเอียดการพัฒนา

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์แอคเซสพอยต์และคอนโทรลเลอร์ เมื่อผู้ดูแลระบบสั่งการการเปลี่ยนแปลงเครือข่าย คอนโทรลเลอร์จะประมวลผลจากค่าที่ผู้ดูแลเครือข่ายกำหนด จากนั้นคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อความไปยังอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ที่อยู่ในการควบคุม เพื่อให้แอคเซสพอยต์นั้นๆเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าของตนเอง และทำให้การใช้งานเครือข่ายเป็นไปตามที่ผู้ดูแลระบบต้องการ

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 โดยเริ่มต้นผู้ดูแลเครือข่ายจะทำการเปิดใช้งานคอนโทรลเลอร์ที่จุดศูนย์กลาง (จุด A ในรูปที่ 1) จากนั้นเมื่อแอคเซสพอยต์ (จุด B ในรูปที่ 1) เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้แล้ว แอคเซสพอยต์จะทำการเชื่อมต่อไปยังคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้คอนโทรลเลอร์ทราบสถานะการเชื่อมต่อของตนเอง จากนั้นเมื่อผู้ดูแลเครือข่ายทำการตั้งค่าเครือข่าย หรือทำการตรวจสอบสถานะของเครือข่าย คอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งไปยังแอคเซสพอยต์ที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายที่ตนเองควบคุมอยู่ และแอคเซสพอยต์จะทำการแก้ไขการตั้งค่าพื้นฐานของตัวเอง ให้สอดคล้องกับการทำงานของเครือข่ายตามที่ผู้ดูแลเครือข่ายออกแบบไว้ จากในรูป จะเห็นได้ว่าเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่างแอคเซสพอยต์และคอนโทรลเลอร์ (Control Flow) และเส้นทางการส่งข้อมูลทั่วไป (Data Flow) นั้นไม่ได้เป็นเส้นทางเดียวกันในเชิงทฤษฎี แต่ในเชิงกายภาพนั้นยังคงใช้งานสายแลนและอุปกรณ์เครือข่ายเดียวกันอยู่



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

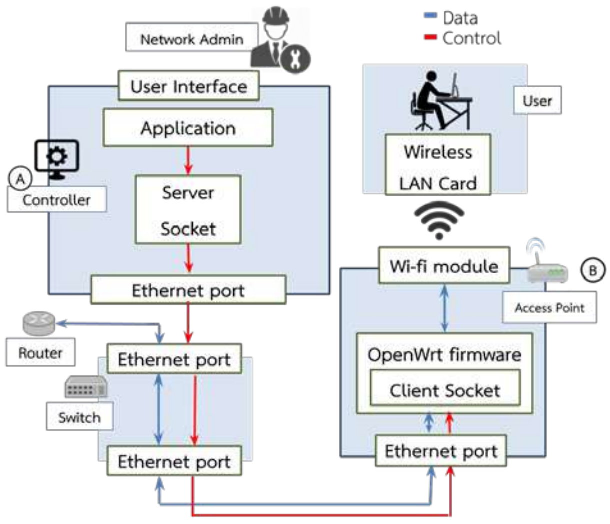
การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) คอนโทรลเลอร์ และ 2) แอคเซสพอยต์ แสดงดังรูปที่ 2

ในส่วนคอนโทรลเลอร์ (จุด A ในรูปที่ 2) จะประกอบด้วยส่วนของแอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการจัดการและหน้าจอผู้ใช้งาน เมื่อผู้ดูแลเครือข่ายทำการเปิดโปรแกรม คอนโทรลเลอร์จะทำการจองพอร์ตเพื่อใช้ซอคเก็ตเซิร์ฟเวอร์เอาไว้ เพื่อให้แอคเซสพอยต์ในระบบทำการเชื่อมต่อ เมื่อแอคเซสพอยต์ทำการเชื่อมต่อเข้ามาในเครือข่าย คอนโทรลเลอร์จะทำการสร้างเทรดเพื่อสร้างการเชื่อมต่อกับแอคเซสพอยต์นั้นๆ

จากนั้นผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่ออกแบบเครือข่ายไร้สายให้มีการทำงานตามที่ต้องการ แล้วอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่แปลงคำสั่งของผู้ดูแลเครือข่ายให้อยู่ในรูปแบบของโปรโตคอลที่ใช้เพื่อสื่อสารระหว่างคอนโทรลเลอร์และแอคเซสพอยต์ แล้วส่งไปยังแอคเซสพอยต์ที่ควบคุมอยู่ผ่านทางอุปกรณ์เครือข่ายอื่นๆ เช่น สวิตซ์ เพื่อทำการส่งต่อข้อมูลไปยังอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ที่อยู่ภายในความควบคุมของผู้ดูแล

ในส่วนของแอคเซสพอยต์ (จุด B ในรูปที่ 2) ผู้วิจัยเลือกใช้งานเฟิร์มแวร์ OpenWRT เพื่อทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมบนแอคเซสพอยต์ได้อย่างอิสระ หลังจากที่แอคเซสพอยต์ได้ทำการเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ผ่านซอคเก็ตแล้ว แอคเซสพอยต์จะทำการรอรับคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์

หลังจากนั้นเมื่อแอคเซสพอยต์ได้รับคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์ ซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาไว้บนเฟิร์มแวร์จะทำหน้าที่ปรับตั้งค่าของระบบเพื่อตอบสนองเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าของตนเองตามที่ผู้ดูแลเครือข่ายได้ออกแบบไว้ และทำการแจ้งกลับไปยังคอนโทรลเลอร์ว่าตนเองได้ทำการเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว แล้วจึงทำการรอคำสั่งถัดไป



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบ

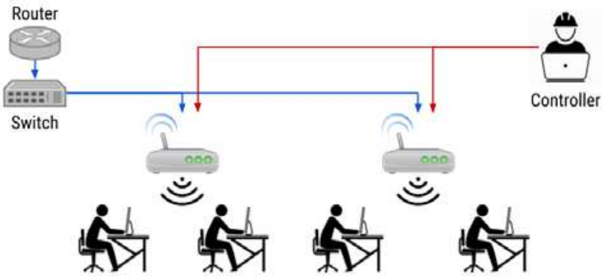
3.3 ข้อจำกัดของระบบ

อุปกรณ์แอคเซสพ้อยต์ที่นำมาใช้งานจะต้องสามารถติดตั้งเฟิร์มแวร์ OpenWRT ได้ และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นคอนโทรลเลอร์นั้นจะต้องสามารถใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาไพทอนได้

4. การทดสอบการใช้งาน

ผู้วิจัยทดสอบระบบในส่วนของเวลาที่ใช้สำหรับตอบสนอง (response time) ของแอคเซสพอยต์ต่อคำสั่งที่ได้รับจากคอนโทรลเลอร์ในคำสั่งรูปแบบต่างๆ

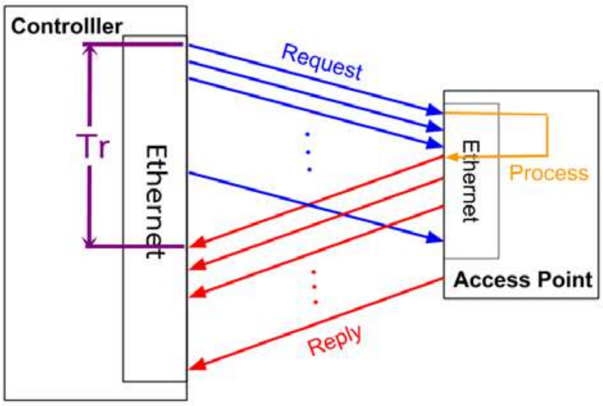
รูปที่ 3 อุปกรณ์การทดลอง



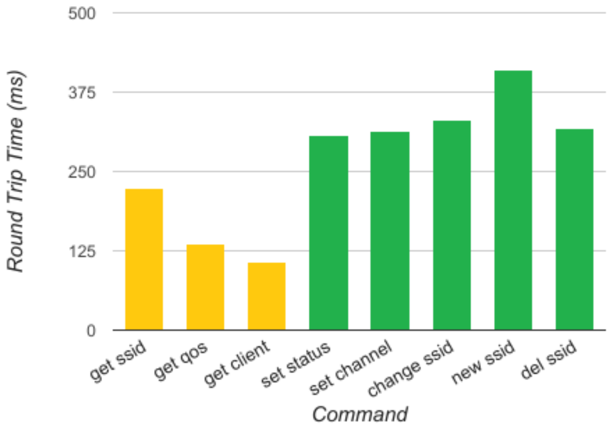
รูปที่ 4 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบระบบแอคเซสพอยต์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายนด์เน็ตเวิร์ค จะทำการทดสอบโดยการทำการเชื่อมต่อแอคเซสพอยต์เข้ากับคอนโทรลเลอร์ และทำการจับเวลาที่แอคเซสพอยต์ใช้ในการตอบสนองต่อคำสั่งเมื่อผู้ดูแลเครือข่ายทำการส่งคำสั่งออกไป โดยจะนำเวลาที่แอคเซสพอยต์ตอบกลับมาถึงคอนโทรลเลอร์หักลบกับเวลาที่ส่งคำสั่งออกจากคอนโทรลเลอร์ จะได้เวลาทั้งหมดที่แอคเซสพอยต์ใช้เพื่อตอบสนองต่อคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์ (Round trip time:Tr) ดังแสดงได้ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนผังแสดงขั้นตอนในการทดลอง



รูปที่ 6 การทดลองเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อคำสั่ง

4.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 6 การทดสอบส่งคำสั่งชนิด get จะเห็นได้ว่าคำสั่ง get ssid นั้นใช้เวลาเฉลี่ยมากกว่าคำสั่ง get อื่นๆ เนื่องจากค่าตัวแปรของ ssid นั้นมีจำนวนที่มากกว่าตัวแปรของ qos และ client ทำให้ต้องใช้เวลาในการประมวลผลและส่งค่ากลับมานานกว่า เช่นเดียวกับการทดลองส่งคำสั่งชนิด set ที่คำสั่ง new ssid นั้นใช้เวลาเฉลี่ยมากกว่าคำสั่ง set อื่นๆ

และจากการผลการทดสอบส่งคำสั่งทั้งสองรูปแบบ ดังแสดงได้ตามรูปที่ 5 จะสังเกตได้ว่าเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อคำสั่งชนิด get โดยเฉลี่ยรวมแล้วใช้เวลาน้อยกว่าคำสั่งชนิด set ซึ่งแอคเซสพอยต์จะต้องใช้เวลาในการแก้ไขค่าตัวแปรต่างๆภายใน และต้องทำการรีเซ็ตการเชื่อมต่อแบบไร้สายเพื่อให้การตั้งค่าที่ทำการตั้งค่าไปสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ทำให้ต้องใช้เวลาในการตอบสนองสูงกว่าคำสั่งชนิด get ที่แอคเซสพอยต์จะใช้เวลาในการอ่านค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการตั้งค่ามาเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องแก้ไขค่าและรีเซ็ตการเชื่อมต่อ

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบแอคเซสพอยต์ที่รองรับซอฟต์แวร์ดีฟายดน์เน็ตเวิร์ค โดยใช้คอนโทรลเลอร์ที่ศูนย์กลางในการควบคุมแอคเซสพอยต์ ซึ่งในขณะนี้แอคเซสพอยต์สามารถรองรับการตรวจสอบสถานะของเครือข่าย และสามารถเปลี่ยนแปลงค่าพื้นฐานของตนเองตามการตั้งค่าเครือข่าย ซึ่งทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายสามารถออกแบบและปรับแต่งเครือข่ายไร้สายของตนเองได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น รวมทั้งช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ด้วย

สำหรับการพัฒนาต่อในอนาคต ผู้วิจัยสามารถพัฒนาหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้ง่าย เพิ่มคำสั่งในการควบคุมการตั้งค่าอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ให้สามารถปรับแต่งคุณสมบัติของเครือข่ายไร้สายได้อย่างละเอียดมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] K. Wang, Y. Wang, D. Zeng and S. Guo, "An SDN-Based Architecture for Next-Generation Wireless Networks," in IEEE Wireless Communications, vol.24, no.1, pp.25-31, February 2017.

[2] Nick McKeown; et al. (April 2008). "OpenFlow: Enabling innovation in campus networks". ACM Communications Review. Retrieved 2009-11-02.

[3] Overview of Open Standards, https://fsfe.org/activities/os/def.en.html, [สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2559]

[4] N. Gude, T. Koponen, J. Pettit, B. Pfaff, M. Casado, N. McKeown, and S. Shenker. 2008. NOX: towards an operating system for networks. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 38, 3 (July 2008), 105-110.

[5] L.R. Prete, A.A. Shinoda, C. M. Schweitzer and R. L. S. de Oliveira, "Simulation in an SDN network scenario using the POX Controller," 2014 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing, Bogota, 2014, pp. 1-6.

[6] Project FloodLight, http://www.projectfloodlight.org/floodlight/, [สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2559]

[7] What is ryu controller, https://www.sdxcentral.com/sdn/definitions/sdn-controllers/, [สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2559]

[8] Openwrt, https://github.com/openwrt, [สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2559]

B. Pfaff, J. Pettit, T. Koponen, E.J. Jackson, A. Zhou, J. Rajahalme, J. Gross, A. Wang, J. Stringer, P. Shelar, K. Amidon, and M. Casado. 2015. The design and implementation of open vSwitch. In Proceedings of the 12th USENIX Conference on Networked Systems Design and Implementation (NSDI'15). USENIX Association, Berkeley, CA, USA, 117-130.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ออกแบบและประเมินผลโปรแกรมควบคุมกล้องบน Raspberry Pi เพื่อผู้พิการที่มีสายตาเลือนราง

Design and assessment of camera-controller program on raspberry pi for low vision users

ยุพดี หัตถสิน[1] ณัชชนม์ คำจุมพล[2] ปพน เทพสาร[3] ขวัญชัย เอื้อวิริยานุกูล[4] อรรถพล วิเวก[5] ณัฐชาสิทธิ์ ชูเกียรติขจร[6] ปณต พุกกะพันธุ์[7] และ ปิยพล ยืนยงสถาวร[8]

[1,2,3,4,5,6,7,8]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ 085-1647683 E-mail: UHT@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบนกล้องวงจรปิด เพื่อช่วยในการขยายภาพและตัวหนังสือ แก่ผู้พิการทางสายตาประเภทที่มีสายตาเลือนรางให้มองเห็นได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น โดยมุ่งเน้นที่จะใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้า ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง การดำเนินงานวิจัยนี้ต้องอาศัยมอนิเตอร์ทัชสกรีน มีการใช้ Raspberry Pi เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีโมดูลกล้องประกอบร่วมด้วย และใช้แขนจับจอคอมพิวเตอร์ที่เป็นขาตั้งจอของ LED LCD มีการอาศัยคอมไพล์เลอร์ชื่อไพธอนในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ และสร้าง 3 โปรแกรมช่วยคือ โปรแกรมกล้อง โปรแกรมอ่านไฟล์ PDF และโปรแกรมอ่านไฟล์ E-Book สำหรับใช้เป็น User Interface ที่สามารถเลือกโหมดสีได้ 4 แบบ คือ สี RGB, พื้นหลังขาว/ตัวหนังสือดำ, พื้นหลังดำ/ตัวหนังสือขาว, และพื้นหลังน้ำเงิน/ตัวหนังสือเหลือง โดยสามารถขยายภาพได้ 1-10 เท่า ผลทดลองได้จากการประเมินของผู้ใช้งานที่มีสายตาปกติและผู้มีสายตาเลือนราง โดยมีประเด็นด้านการออกแบบขนาดกล่องควบคุมอุปกรณ์ ด้านขนาดของหน้าจอ ด้านความใช้งานง่าย มีโหมดกล้อง โหมดอ่านไฟล์ PDF และโหมดอ่านไฟล์ E-Book ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก และมีด้านราคาต้นทุนผลิตที่ประหยัดได้มากกว่า 4 ถึง 5 เท่า

คำสำคัญ: เครื่องขยายภาพและตัวอักษร, ทัชสกรีน, ราสเบอร์รี่พาย, ผู้มีสายตาเลือนราง

Abstract

This research has designed and developed a program on CCTV to help in expanding the image and the text for low vision users to see more clearly and accurately. This research focuses to use the resources that are available in Thailand to reduce the cost of imported devices. The research relies on a touch screen monitor and a Raspberry Pi microcontroller with the camera module assembly. It needs a computer monitor arm with the LED LCD monitor stand. It is programmed to control the system based on the Python compiler. Three source code programs of this research are created to accommodate on the user interface of the reading on a camera reading, a PDF file, and an E-Book file. Those programs can respond on the monitor as the user Interface. Then the users can select the four color modes of the RGB, White background/Black letters, Black background/White letters, and Blue background/Yellow letters. The letters and images can enlarge and be 1-10 times magnification based on adjustments. Research examinations are obtained from the evaluation of the normal vision people and those with low vision. The evaluations consist of the design of the control-device-box dimension, the size of the screen its intuitive mode, the ease-of-use, the working in program modes of camera, PDF file, and E-Book, respectively. Overall results remained very good. This takes the pricing and cost savings over 4-5 times.

Keywords: CCTV magnification, touch screen, raspberry pi, low vision users

1. บทนำ

จากการสำรวจสถิติผู้พิการทางด้านการมองเห็นของกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ พบว่าปัจจุบันมีผู้พิการทางด้านการมองเห็นในประเทศไทย เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี[1] ซึ่งเมื่อเทียบกับผู้พิการทั้งหมดแล้ว ผู้พิการทางด้านการมองเห็น มีจำนวนมากถึง 12%[2] แต่ทว่าสื่อและอุปกรณ์ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ที่เกี่ยวข้องกับผู้พิการดังกล่าวนั้นมีน้อย อีกทั้งยังมีราคาที่สูง เนื่องด้วยอุปกรณ์ส่วนใหญ่ต้องนำสินค้าเข้ามาจากต่างประเทศ เพราะในประเทศไทย ยังไม่มีนักพัฒนาเทคโนโลยีให้ความสนใจทางด้านเทคโนโลยีช่วยเหลือเกี่ยวกับผู้พิการดังกล่าวมากเท่าที่ควร การพัฒนาโปรแกรมควบคุมกล้องด้วยการใช้ Raspberry Pi บนเครื่องขยายภาพและตัวอักษร (CCTV) สำหรับผู้พิการสายตาเลือนราง ยังเป็นสิ่งที่ขาดแคลน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาสูง และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการพัฒนาคุณสมบัติของเครื่องเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ในประเทศไทยนั้น พบว่าส่วนใหญ่ยังใช้ CCTV รุ่นเก่า ซึ่งใช้มานาน ทำได้

เพียงขยายภาพเท่านั้น ไม่มีคุณสมบัติอื่นเพิ่มมากนัก ซึ่งราคาที่ซื้อมานั้นอยู่ในหลักแสนบาท และปัจจุบันก็ยังคงมีราคาที่หลักแสนเช่นเดิม ดังนั้นเป้าหลักในการการพัฒนางานวิจัยนี้จึงมุ่งไปที่การเพิ่มเติมความสามารถและแนวทางลดต้นทุนในการผลิตลง เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดในเรื่องค่าใช้จ่าย เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาเลือนรางให้มีโอกาสในการศึกษาเรียนรู้ และการอ่านเพิ่มมากขึ้นจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi[3] คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงานแบบ Spreadsheet Word Processing เพื่อท่องอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งอีเมล หรือเพื่อเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้

2.2 เทคโนโลยีของ Touchscreen (ทัชสกรีน)

เทคโนโลยีของทัชสกรีน[4] เป็นโครงสร้างแบบ Capacitive จะประกอบด้วยแผ่นแก้วเคลือบผิวด้วยอ็อกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เวลาใช้งานจะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้า ที่มุมทั้งสี่ของ Touch screen เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่น ผู้ใช้จะต้องใช้นิ้วมือเปล่าๆ สัมผัสที่จอ เพื่อดึงกระแสจากแต่ละมุมที่ให้แรงดันตกลง แล้วแผงวงจรควบคุมก็จะคำนวณเป็นตำแหน่งที่สัมผัสได้ จุดแข็งของเทคโนโลยีนี้คือ หน้าจอมีความคมชัด เพราะแสงจากหน้าจอสามารถผ่านออกมาได้ และสามารถหาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด

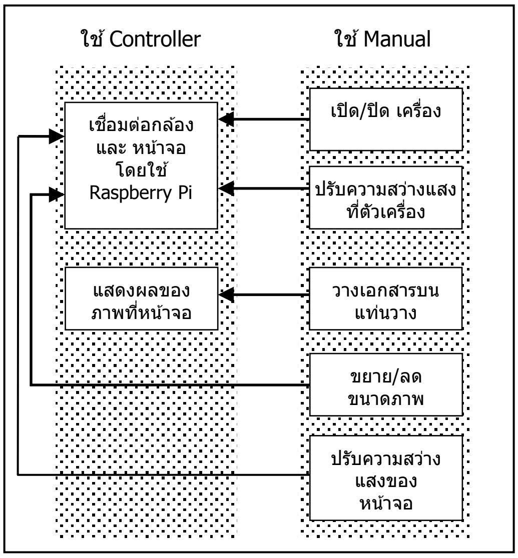
2.3 ประเภทของผู้ที่มีสายตาเลือนราง

ในขณะที่ผู้มีสายตาเลือนรางถูกแบ่งเป็นหลายประเภทของการมองเห็น ในบางคนเห็นชัดมาก ในบางคนเห็นชัดน้อย หรือกระทั่งมองเห็นสีที่ถนัดแตกต่างกันออกไป จากการสอบถาม อาจารย์วัชชิระ หาญกล้า[5] ครูสอนเด็กสายตาเลือนราง พบว่า ลักษณะการมองเห็นของนักเรียนที่มีสายตาเลือนรางในโรงเรียนสอนคนตาบอดฯ จะมีความแตกต่างกันไป บางคนสามารถอ่านตัวหนังสือที่มีขนาดกลางได้ แต่บางคนก็ไม่สามารถอ่านได้ ในการมองเห็นที่แย่ที่สุดของนักเรียนในโรงเรียน คือ จะมองเห็นและอ่านได้ในตัวหนังสือขนาด 8 นิ้ว ซึ่งถือว่าเป็นตัวหนังสือที่มีขนาดใหญ่มาก อีกทั้งการมีความถนัดในการอ่านก็ต่างกัน บางคนถนัดในการอ่านหนังสือตัวหนังสือสีดำ/พื้นหลังสีขาว บางคนถนัดในการอ่านตัวหนังสือสีขาว/พื้นหลังสีดำ บางคนถนัดในการอ่านตัวหนังสือสีเหลือง/พื้นหลังสีน้ำเงิน หรือในบางคนจะถนัดอ่านในสีปกติทั่วไป

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 การออกแบบกรอบแนวคิดและการทำงานระบบ

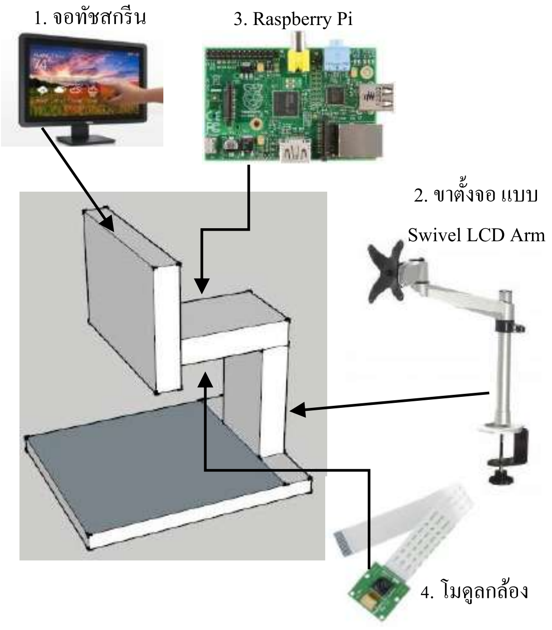
การออกแบบกรอบความคิดแสดงได้ดังรูปที่ 1 อันประกอบด้วยบล็อกแรเงาสองส่วนคือ ส่วนทางซ้ายมือเป็นการใช้ Controller ซึ่งเชื่อมต่อกับตัวของกล้องและหน้าจอ โดยมีการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Raspberry Pi พร้อมทั้งมีหน้าจอที่ใช้แสดงผล



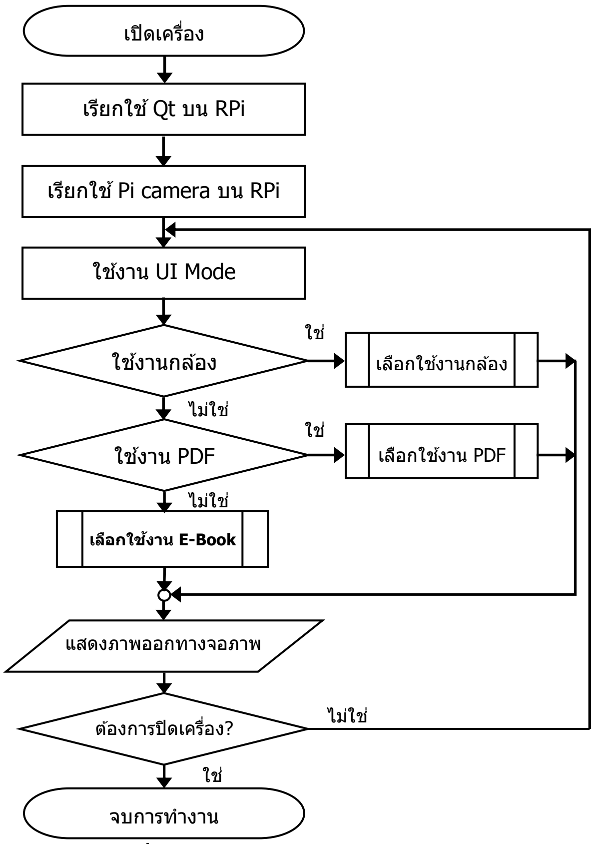
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดด้านทำงานของเครื่อง CCTV

ส่วนแรเงาทางขวามือเป็นการใช้ Manual หรือส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User interface) มี 5 บล็อกคือ 1) สวิตซ์เปิด-ปิดการทำงานของเครื่อง 2) สวิตซ์แบบหมุนเพื่อเลือกปรับแสงสว่างที่ตัวเครื่องให้ฉายลงที่เอกสาร 3) แท่นวางเอกสารสำหรับให้กล้องถ่ายภาพ 4) ฟังก์ชันให้เลือกขยายขนาดหรือเลือกลดขนาดของภาพบนหน้าจอแสดงผล และ 5) ฟังก์ชันให้ปรับแสงสว่างของหน้าจอแสดงผล

หลักการทำงานของระบบคือ เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้งาน จะต้องเปิดสวิตซ์เครื่อง แล้วตัวกล้องและหน้าจอแสดงผลก็จะเริ่มทำงาน โดยตัวกล้องจะส่งภาพแสดงผลออกทางหน้าจอแสดงผล จากนั้นผู้ใช้จะนำเอกสารที่มีรูปภาพหรือตัวอักษรที่ต้องการขยายเพื่อการมองเห็นที่ชัดเจนขึ้น มาวางไว้ตรงแท่นวางที่อยู่ในบริเวณตำแหน่งที่เลนส์กล้องส่องอยู่ จะทำให้ภาพเอกสารดังกล่าวปรากฏบนหน้าจอแสดงผล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับแสงสว่างและสามารถย่อ/ขยายภาพให้มองชัดเจนขึ้นได้ตามต้องการ โดยการย่อ/ขยายนั้น เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคโนโลยีหน้าจอทัชสกรีน ผู้ใช้จึงสามารถใช้เทคโนโลยีมอนิเตอร์แบบมัลติทัช ของ Dell 20 Touch Monitor รุ่น E2014T เพื่อสามารถย่อ/ขยายภาพที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผลได้อย่างง่ายสะดวก



รูปที่ 2 ออกแบบกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์เพื่อใช้งาน



รูปที่ 3 ผังการทำงานของระบบที่นำเสนอ

3.2 การออกแบบส่วนประกอบด้านฮาร์ดแวร์

การออกแบบและประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์แสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2 โดยแรกสุดจะทำการประกอบจอทัชสกรีน(จุดที่ 1) กับขาตั้งจอ (จุดที่ 2) เข้าด้วยกัน จากนั้นยึดขาตั้งจอ (LED LCD รุ่น EM32136 - swivel arm) เข้ากับโต๊ะ และเมื่อกดสวิตช์เปิดเครื่อง จะทำให้มีไฟจ่ายเข้าระบบ ส่งผลให้จุดที่ 1 และจุดที่ 3 เริ่มทำงาน เมื่อจุดที่ 3 ซึ่งเป็น Raspberry Pi เริ่มทำงาน ทำให้มีไฟจ่ายเข้าจุดที่ 4 และส่งผลให้จุดที่ 4 ซึ่งเป็นโมดูลกล้องเริ่มทำงาน โดยตัวกล้องจะรับภาพจากแท่นรองเอกสารแล้วแสดงผลภาพออกทางจุดที่ 1 ซึ่งเป็นจอมอนิเตอร์เอาท์พุตสำหรับผู้มีสายตาเลือนรางให้สามารถปรับย่อ/ขยายภาพได้

3.3 การออกแบบส่วนประกอบด้านซอฟต์แวร์

ระบบการทำงานเมื่อเขียนเป็นโปรแกรมควบคุมในลักษณะแผนผังงานแสดงได้ดังในรูปที่ 3 มีการดาวน์โหลดไฟล์ Open-Source มาประยุกต์โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมไพล์เลอร์ชื่อไพธอน [6-7] ในการเขียนโปรแกรม จะทำการตรวจสอบเมื่อมีการกดสวิตช์เปิดเครื่อง ระบบจะเรียกใช้ Qt บน Raspberry Pi (RPi) เพื่อรับคำสั่งผ่านการเรียกใช้ไลบรารี่ Pi camera เพื่อให้ใช้งานใน UI Mode (User Interface) หลังจากนั้น ตัวผู้ใช้งานต้องเป็นผู้เลือกโหมดการทำงานของเครื่อง โดยมีให้เลือก 3 โหมด คือ Camera, PDF, และ E-Book เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกโหมดใช้งานเสร็จแล้ว ระบบก็จะทำการเปิดโปรแกรมตามผู้ใช้งานเลือกและจะแสดงผลออกทางหน้าจอมอนิเตอร์ตามการเลือกดังกล่าว

รูปที่ 4 ติดตั้งเครื่องขยายภาพและตัวอักษรพร้อมใช้งาน

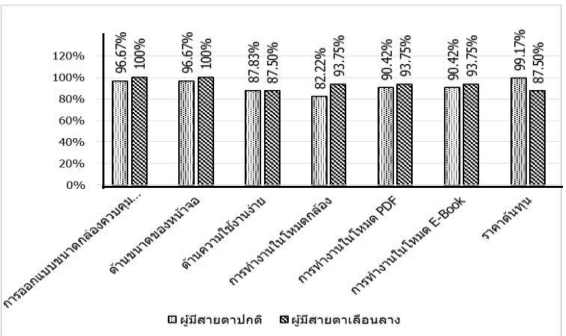
4. ผลทดลองงานวิจัยและวิจารณ์ผล

รูปที่ 4 เป็นผลงานเมื่อประกอบเสร็จพร้อมใช้งาน ผลทดลองได้จากการใช้งานจริงและมีการกรอกแบบประเมินเพื่อสะท้อนให้ผู้สร้างระบบทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ อีกทั้งยังช่วยให้ทราบถึงปัญหาอื่นๆ ที่จำเป็นต้องมีการแก้ไขและทดสอบซ้ำ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งได้สร้างแบบประเมินใน 7 ประเด็นคือ 1) การออกแบบขนาดกล่องควบคุมอุปกรณ์ 2) ด้านขนาดของหน้าจอ 3) ด้านความใช้งานง่าย 4) การทำงานในโหมดกล้อง 5) การทำงานในโหมด PDF 6) การทำงานในโหมด E-Book และ 7) ราคาต้นทุน โดยทั้ง 7 ประเด็นของแบบสอบถามดังกล่าว ได้มีการทดสอบใช้งานจริงจากอาสาสมัครผู้ที่มีสายตาปกติจำนวน 30 คน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ และจากอาสาสมัครผู้ที่มีสายตาเลือนราง

จำนวน 4 คน ณ โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งลักษณะบรรยากาศการทดสอบดังได้แสดงในรูปที่ 5

เมื่อนำมาผลลัพธ์การประเมินที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม มาทำการรวมผลแล้วหาค่าเฉลี่ย จนได้ผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยในแต่ละประเด็นดังกล่าว จากนั้นจึงได้ปรับผลลัพธ์อยู่ในรูปแบบอัตราร้อยละ แล้วนำผลลัพธ์ดังกล่าวมาพล็อตเป็นกราฟแสดงผลเปรียบเทียบได้ดังในรูปที่ 6 ส่วนตารางที่ 1 เป็นการนำพารามิเตอร์ของชิ้นงานที่บทความนี้นำเสนอ มาทำการเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ของชิ้นงานอื่นที่มีอยู่ในเชิงพาณิชย์ แสดงให้เห็นได้ว่า ชิ้นงานของงานวิจัยนี้สามารถช่วยให้ลดราคาค่าใช้จ่ายถูกลงถึงกว่า 4-5 เท่า

รูปที่ 5 ผู้ทดสอบที่มีสายตาปกติ (ด้านซ้าย) และผู้ทดสอบที่มีสายตาเลือนราง (ด้านขวา) ขณะกำลังทดลองใช้งานระบบ



รูปที่ 6 ผลเปรียบเทียบการประเมินภาพรวมจากผู้ทดสอบทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์เชิงพาณิชย์

รายการลักษณะ	Magnisight Explorer 19"HD[8]	Acrobat LCD [9]	Merlin Ultra HD[10]	งานวิจัยที่นำเสนอนี้
ขนาดของหน้าจอ	19 นิ้ว	19 นิ้ว	22 นิ้ว	19.5 นิ้ว
ความคมชัดของหน้าจอ	HD 720 p	ไม่ระบุ	1680x1050	1600x900
ระยะการขยายภาพ	2-60 เท่า	2.5-40 เท่า	3.2-64.7 เท่า	ดิจิตอลซูม 3-10 เท่า
การปรับโหมดสีภาพ 4 โหมด	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี
ราคา	*2,595$ หรือ **85,635฿	*2,095$ หรือ **69,135฿	*2,995$ หรือ **98,835฿	10,200฿

หมายเหตุ *อัตราแลกเปลี่ยนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระหว่างธนาคาร= 33.00 บาทต่อ 1 ดอลลาร์

**ราคานี้ยังไม่รวมภาษีการนำเข้าและค่าขนส่ง

5. สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มความสามารถให้เครื่อง CCTV โดยมีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมควบคุมกล้องบน Raspberry Pi และใช้เทคโนโลยีทางด้านจอภาพทัชสกรีนเข้ามาช่วย และมุ่งเน้นการทำให้ตัวเครื่องมีขนาดที่เล็กลง รวมไปถึงการลดต้นทุนในการผลิตเพื่อให้ประหยัดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด และเพื่อให้ผู้บกพร่องทางการเห็นได้มีโอกาสได้ใช้เครื่อง CCTV ที่ทันสมัยมากขึ้น ผลประเมินการใช้งานของงานวิจัยนี้จากทั้งผู้มีสายตาปกติและผู้มีสายตาเลือนรางอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์วัชชิระ หาญกล้าและคณะ จากโรง เรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ไทยรัฐฉบับพิมพ์. (2556, มีนาคม 23). ตาเลือนรางรุมเร้า โรคฮิตใหม่คนไทย. สืบค้นเมื่อ 4 เม.ย. 2559, จาก http://www.thairath.co.th/content/334075

[2] ปรัชญนันท์ นิลสุข, “เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับคนตาบอด” *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา* ปีที่ 15 ฉบับที่ 47 ก.ค.-ก.ย. 2546 หน้า 58-62.

[3] ThaiEasyElec, “บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt”, สืบค้นเมื่อ12 เม.ย. 2559, จาก http://www.Thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/บทความการพัฒนาโปรแกรมบน-raspberry-pi-ด้วย-qt.html

[4] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, “เทคโนโลยีของ Touchscreen”, สืบค้นเมื่อ 4 เม.ย. 2559, จาก http://www.rmutphysics.com/CHARUD/specialnews/6/Touch-screen/index.htm

[5] วัชชิระ หาญกล้า, และคณะ, โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ เชียงใหม่, สืบค้นเมื่อ 8 เม.ย. 2559, จาก http://www.cmblind.org/

[6] โชติพันธุ์ หล่อเลิศสุนทร, “คู่มือเรียน เขียนโปรแกรม Python (ภาคปฏิบัติ)”, 2554, นนทบุรี: สำนักพิมพ์ CORE FUNCTION, 328 หน้า.

[7] Simon Monk, “Programming the Raspberry Pi Getting Started with Python”, 2013, New York: TAB Books Inc., 169 Pages.

[8] Magnisight Explorer HD 19", the visually impaired and hard of hearing. สืบค้นเมื่อ 4 เม.ย. 2559, จาก http://www.lssproducts.com/product/magnisight-explorer-19-inch-hd/MagniSight-Desktop

[9] Acrobat LCD, The Visual-Tech Connection. สืบค้นเมื่อ 8 เม.ย. 2559, จาก http://www.visual-techconnection.com/abat_lcd.htm

[10] Merlin Ultra, The Visual-Tech Connection. สืบค้นเมื่อ 8 เม.ย. 2559, จาก ttp://www.visualtechconnection.com/merlinhd.htm

ระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์

Control the Camera Base System via Web browser

กิติศักดิ์ มีสิงห์[1] ซาบรี แวอูมา[2] ศุภชัย มะเด็อ[3]
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย
414 ม.14 ตำบลท่าชะม่วง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180 โทรศัพท์ 074-584241-4 โทรสาร 074-584240
E-mail: supermos199@hotmail.com[1], usa_gta@hotmail.com[2], suppachai.m@rmutsv.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยจะสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้เก็บไว้ในบอร์ด Raspberry Pi สำหรับเป็นฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมฐานกล้องโดยใช้บอร์ด Arduino เป็นตัวประมวลผลในฝั่งไคลเอนต์ โดยมีการออกแบบโปรโตคอลสำหรับใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์และฝั่งไคลเอนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมฐานกล้อง เพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน การควบคุมการทำงานของระบบได้นำเอาเทคโนโลยีวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ มาผสมผสานกับเทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อสร้างชุดควบคุมฐานกล้องวงจรปิด ซึ่งจากผลของการดำเนินงานสรุปได้ว่า สามารถควบคุมการสั่งการฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ในระยะไกลได้ โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi เป็นตัวเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรโตคอลที่ออกแบบไว้ให้สามารถส่งค่าไปยังบอร์ด Arduino ที่เป็นฝั่งไคลเอนต์ได้ และสามารถประยุกต์ใช้ในงานด้านระบบควบคุมฐานกล้องผ่านเทคโนโลยีเว็บในระดับสูงขึ้น

คำสำคัญ : ฐานกล้องวงจรปิด,ระบบควบคุม, ราสเบอร์รี่พาย,อาดุยโน่

Abstract

This research t is a study of Control the Camera base system via a web browser. Creates a web server to be stored on board Raspberry Pi for the server side. In order to control the camera using the control board Arduino is processed on the client side. The protocols are designed for use in communications between the server side and client-side. This project aims to enhance the control of the camera. Add convenience to users. The control system incorporates circuit technology - electronics. Combined with web application technologies available. To control the camera. The results of the implementation period. To control the camera via the web browser on a remote server using a Raspberry Pi board. The protocol is intended to be sent to the Arduino board as a client. And applications, control the camera via the web at a higher level

Keywords: Camera base, Control System, Raspberry Pi, Arduino

1. บทนำ

ในปัจจุบันกล้องวงจรปิดมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในระบบรักษาความปลอดภัย การที่กล้องวงจรปิดโดนติดตั้งอยู่กับที่จะทำให้ได้ภาพเพียงแค่มุมมองเดียวซึ่งจะไม่ครอบคลุมในการสังเกตพฤติกรรมต่างๆ ของผู้ไม่ประสงค์ดี ดังนั้นกล้องวงจรปิดที่สามารถปรับหมุนได้จึงมีความสำคัญและจำเป็น กล้องวงจรปิดที่สามารถปรับหมุนได้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือแบบแรกจะเป็นกล้องแบบสปีดโดมซึ่งเป็นกล้องสำเร็จรูปที่มีชุดควบคุมการปรับหมุนอยู่ในตัว และอีกแบบคือการสร้างชุดระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดแยกส่วนกับตัวกล้อง ซึ่งเราสามารถนำกล้องวงจรปิดทั่วๆไป ไปติดตั้งบนฐานได้ โดยในงานวิจัยนี้จะเป็นการสร้างชุดควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ ซึ่งจะมีข้อดีตรงที่ตัวระบบสามารถควบคุมฐานกล้องวงจรปิดได้จากระยะไกล และสามารถควบคุมฐานกล้องวงจรปิดได้ไม่จำกัดจำนวน ซึ่งต่างกับชุดควบคุมกล้องวงจรปิดโดยทั่วไปที่สามารถควบคุมฐานกล้องได้จำนวนจำกัด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ภาษาซี[1]

ภาษาซี [1] (C Programming Language) คือ ภาษาคอม พิวเตอร์ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมทั่วไป ถูกพัฒนาครั้งแรกเพื่อใช้เป็นภาษาสำหรับพัฒนาระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (Unix Opearating System) แทนภาษาแอสเซมบลีซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำที่สามารถกระทำในระบบฮาร์ดแวร์ได้ด้วยความรวดเร็ว

2.1.2 บอร์ด Arduino[2]

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทร เลอร์ตระกูลAVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware, Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงได้ง่าย

2.1.3 บอร์ด Raspberry Pi[3]

เป็นบอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วโดยความสามารถของมันก็คือจะมีคุณสมบัติพื้นฐานที่เหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป ไม่ว่า

จะมีหน่วยประมวลผลกลาง CPU หน่วยความจำชั่วคราว RAM หน่วยความจำถาวร microSD ตลอดจน Input/Output port อย่าง Video out / Audio Out ความสามารถทางด้านการสื่อสารผ่าน เน็ตเวิร์ค LAN

2.1.4 บอร์ด H-Bridge L298N[4]

เป็นโมดูลที่ใช้ในการควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรเจคอื่นได้อีกด้วย เช่น ปรับทิศทางของกล้องวงจรปิดได้ และเป็นวงจรที่สามารถใช้ควบคุมกระแสและแรงดันของมอเตอร์ DC ได้ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ สามารถขับมอเตอร์ได้ 2 ตัวแบบแยกอิสระ

2.1.5 มอเตอร์กระแสตรง[5]

เป็นมอเตอร์ที่หมุนได้ทันทีเมื่อมีการป้อนแรงดัน ที่เหมาะสมทิศทางการหมุนจะขึ้นอยู่กับขั้วแรงดันที่ป้อน หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็เพียงแค่กับขั้วของแหล่งจ่าย เท่านั้น มอเตอร์ก็จะเปลี่ยนทิศทางทันที มอเตอร์ชนิดนี้ทำงานเพียง 3 แบบ คือหมุนตามเข็มนาฬิกา หมุนทวนเข็มนาฬิกา และหยุดหมุน ซึ่งอัตราความเร็วที่หมุนขึ้นอยู่กับกระแสและแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ถ้าหากแรงบิดไม่เพียงพอสามารถทดรอบของการหมุนได้

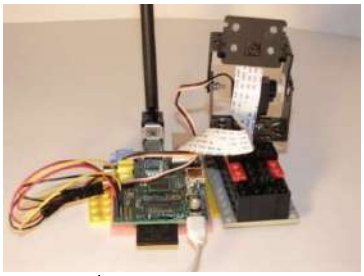
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเรื่องการพัฒนากล้องวงจรปิดไร้สายควบคุมแกน X และแกน Y ย่านความถี่ UHF โดย วุฒิไกร ปิยะราช นายสุจินต์ นัดดา นายชัชวาล ต้นยะสิทธิ์ (พ.ศ.2556)

การพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดไร้สายที่สามารถควบคุมได้ในแนวแกน x และแกน y โดยรับ-ส่งสัญญาณในย่านความถี่ UHF ประกอบด้วยส่วนควบคุมออกแบบ โดยได้นำไมโครคอนโทรเลอร์ มาใช้รับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องในด้านแกน x และ แกน y ด้วยความถี่วิทยุ 2.4 GHz และส่วนของสัญญาณภาพ ได้ใช้โมดูลสำเร็จรูป จากการทดสอบหาระยะในการควบคุม การเคลื่อนที่ของกล้องในแนวตั้ง ผลปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 6 ชั้นภายนอกอาคารสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการควบคุมในแนวนอน ภายนอกอาคารได้ระยะไกลสุด 80 เมตร และการทดสอบการรับส่งสัญญาณภาพในแนวตั้งผลปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 7 ชั้นภายนอกอาคารได้ระยะสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการรับ-ส่งสัญญาณภาพในแนวนอกภายนอกอาคารได้ระยะไกลสุด 80 เมตร

2.2.2 งานวิจัยเรื่องควบคุมกล้องผ่าน Wireless ไร้สาย โดย Ben Miller (พ.ศ.2555)

สามารถควบคุมกล้องผ่าน Wireless ไร้สาย เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ กล้องสามารถหมุนเคลื่อนได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการดูได้ทั่วถึงมากขึ้น ส่วนการสร้างฐานจะใช้เลโก้ในการทำ เพราะสามารถนำมาใช้เพื่อให้เป็นฐานที่ง่ายและรวดเร็ว ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การสร้างฐานจากเลโก้

3. ออกแบบและพัฒนาระบบ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยการติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ไว้บนบอร์ด Raspberry Pi และตัวเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ในการส่งคำสั่งไปยังฝั่งไคลเอนต์ ให้ทำงานในการควบคุมฐานกล้อง แล้วสร้างเว็บเพื่อเข้าใช้งานในระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใช้งาน สะดวกแก่ผู้ใช้งาน และยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบอีกด้วย

3.1 ออกแบบภาพรวมของระบบ

รูปที่ 2 การทำงานของระบบ

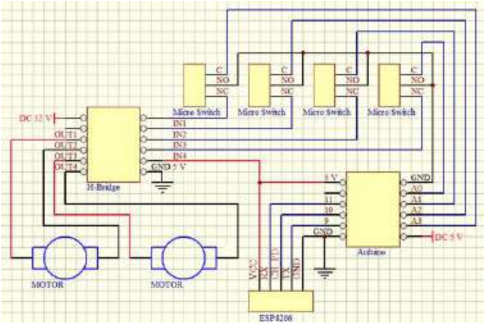
เริ่มต้นจากหน้าเว็บบราวเซอร์ ให้ผู้ใช้ได้ควบคุมสั่งการผ่านทางระยะไกล โดยการกดปุ่มบนหน้าเว็บ ซึ่ง***เซิร์ฟเวอร์***ได้ถูกติดตั้งเก็บไว้ในบอร์ด Raspberry Pi ในส่วนของบอร์ด Raspberry Pi จะเชื่อมต่อกับตัวส่งเพื่อส่งสัญญาณไปยังตัวรับที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino หลังจากนั้นบอร์ด Arduino ก็จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับและเอาค่าที่ได้ส่งไปยังบอร์ด H-Bridge เพื่อทำการขับมอเตอร์ให้ไปควบคุมในส่วนของฐานกล้อง ซึ่งในระบบนี้ผู้ใช้สามารถเพิ่มจำนวนฐานกล้องได้ไม่จำกัดจำนวน ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีที่ต้องการควบคุมฐานกล้องจำนวนหลายตัวในพื้นที่ใกล้เคียงกัน

3.2 การออกแบบเว็บบราวเซอร์

การออกแบบระบบการแสดงผลการเชื่อมต่อของระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ และผู้ใช้งาน นั้นจะใช้ภาษา PHP ใน

การออกแบบ และเขียนหน้าเว็บบราวเซอร์ซึ่งจะช่วยให้เว็บบราวเซอร์ทำงานได้ดีขึ้น

3.4 การออกแบบวงจรควบคุม (ฝั่งไคลเอนต์)

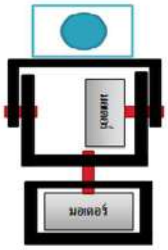


รูปที่ 3 วงจรควบคุม (ฝั่งไคลเอนต์)

จากรูปที่ 5 วงจรควบคุมฐานกล้องวงจรปิด ผู้จัดทำโครงการสามารถอธิบายการเชื่อมและการควบคุมอุปกรณ์ออกเป็น 3 ส่วน ในการควบคุมฐานกล้องวงจรปิดคือ 1) การควบคุมโดยรับคำสั่งจาก โมดูล WiFi ESP8266 ไปยังบอร์ด Arduino 2) จากบอร์ด Arduino ไปยังบอร์ด H-Bridge 3) จากบอร์ด H-Bridge ไปยังมอเตอร์เพื่อไปควบคุมฐานกล้องซึ่งบอร์ด H-Bridge นั้นจะใช้ไฟในการเลี้ยงจากอแดปเตอร์ 12 V

3.5 การออกแบบฐานกล้อง

จะเห็นได้ว่าการออกแบบในส่วนฐานจะมีลักษณะเป็นรูปตัวยูคว่ำหงาย เพื่อให้มีความสามารถในการหมุนซ้ายขวา ขึ้นลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้มอเตอร์ 2 ตัว ตัวด้านล่างจะเป็นส่วนที่ควบการหมุนซ้าย ขวา มอเตอร์ตัวด้านบนจะเป็นส่วนการบังคับ ก้มเงย



รูปที่ 4 ออกแบบฐานกล้อง

4. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

4.1 ผลของการออกแบบเว็บบราวเซอร์

4.1.1 ส่วนของหน้าต่าง Login

หน้าเว็บสำหรับ Login เข้าสู่ระบบ โดยในส่วนของหน้าต่าง Login ประกอบไปด้วย ตรา มหาวิทยาลัยตัววิ่งชื่อโครงงาน และช่องสำหรับ Login เพื่อเข้าสู่ระบบในช่องสำหรับ Login

รูปที่ 5 หน้าต่าง Login เข้าสู่ระบบ

4.1.2 ส่วนของหน้าต่าง Home

หน้าแรกเว็บบราวเซอร์สำหรับควบคุมการทำงานของฐานกล้อง เมื่อทำการ Login เข้าสู่ระบบได้สำเร็จจะเข้าสู่หน้าต่าง Home โดยในส่วนนี้จะหน้าหลักในการควบคุมสั่งการ

รูปที่ 6 หน้าต่าง Home

4.2 ผลการออกแบบฐานกล้อง

จากออกแบบฐานกล้อง จะมีการทำงานอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนของของการหมุนซ้าย-ขวาซึ่งกำหนดให้สามารถหมุนได้ประมาณ 330 องศา โดยใช้ลิมิตสวิทซ์เป็นตัวควบคุมการหมุนเพื่อเป็นการป้องการไม่ให้สายหมุนพันกัน และส่วนของการหมุนขึ้น-ลงของฐานกล้องกำหนดให้สามารถหมุนได้ 180 องศา

รูปที่ 7 ฐานกล้องที่สำเร็จแล้ว

4.3 ผลทดสอบการส่งคำสั่งจากเว็บบราวเซอร์ไปยังฝั่งไคลเอนต์

เป็นการทดลองเพื่อทดสอบการส่งคำสั่งของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อที่จะดูว่าฝั่งเซิร์ฟเวอร์สามารถทำการส่งคำสั่งตามโปรโตคอลที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ โดยทดสอบกับอุปกรณ์จริง

รูปที่ 8 ทดสอบการควบคุมกับอุปกรณ์จริง

5. สรุปและอภิปลายผล

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา ระบบควบคุมฐานกล้องวงจรปิดผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยการสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ในบอร์ด Raspberry Pi เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใช้งาน และยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบมากขึ้นโดยการสร้างระบบ Login โดยมีหน้าสำหรับกรอก Username และ Password ให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวก สามารถควบคุมผ่านหน้าเว็บโดยการกดปุ่มเพื่อปรับทิศทางของฐานกล้องระยะในการควบคุมและระยะห่างระหว่างตัวเซิร์ฟเวอร์และตัวไคลเอนต์ที่สามารถสั่งการได้ระยะไกลสุดอยู่ที่ประมาณ 12 เมตร แต่ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางจะสั่งการได้ระยะไกลสุดอยู่ที่ประมาณ 6 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมระยะห่างระหว่างตัวเซิร์ฟเวอร์และตัวไคลเอนต์ให้สามารถสั่งการได้ไกลขึ้นโดยการเปลี่ยนตัวบอร์ด Raspberry Pi มาเป็นรุ่นที่มีไฟไวในตัว จะทำให้คุณภาพของสัญญาณไฟไวดีขึ้น และสามารถสั่งการได้ในระยะที่ไกลขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] อรทัย สมพร้อม. 2557. ภาษาซี [ออนไลน์] เข้าถึงจาก : http://guru.sanook.com/6394/ (วันที่ค้นหาข้อมูล : 1 กุมภาพันธ์ 2560)

[2] วิศรุต พลสิทธิ. 2559. บทความ Arduino คืออะไร? [ออนไลน์] เข้าถึงจาก http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/arduino.html (วันที่ค้นหาข้อมูล: 1 กุมภาพันธ์ 2560)

[3] จักรกฤษณ์ แสงแก้ว. 2556. บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt [ออนไลน์] เข้าถึงจาก : http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded- electronics-application/บทความการพัฒนาโปรแกรมบน-raspberry-pi-ด้วย-qt.html (วันที่ค้นหาข้อมูล: 22 มีนาคม 2559)

[4] ฉายแสง ไผ่แก้ว. 2558. การใช้งาน L298N motor driver [ออนไลน์] เข้าถึงจาก: http://www.arduinothai.com/article/arduino (วันที่ค้นหาข้อมูล: 5 มีนาคม 2559)

[5] มงคล ศิริธนานุกูลวงศ์. 2552. มอเตอร์ไฟฟ้า [ออนไลน์] เข้าถึงวันที่ : http://www.t4rbm.ac.th/~electronichunsa/motor%20ชนิดต่างๆ.html (วันที่ค้นหาข้อมูล : 5 มีนาคม 2559)

[6] วุฒิไกร ปิยะราช, สุจินต์ นัดดาและชัชวาล ตันยะสิทธิ์. กล้องวงจรปิดไร้สายควบคุมแกน X และแกน Y ย่านความถี่ UHF. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

[7] Ben Miller. ควบคุมกล้องผ่าน Wireless ไร้สาย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://computers.tutsplus.com/tutorials/how-to-build-a-wireless-pi-camera-pan-and-tilt-platform--mac-57052 (วันที่ค้นหาข้อมูล : 22 มีนาคม 2559)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แพลตฟอร์มการจัดรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ ของเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรน

Platform for Automatic Wireless Network Topology Management Using Drone

พชร พึ่งทองหล่อ[1] ชัยพร ใจแก้ว[1] อภิรักษ์ จันทร์สร้าง[1] ไชยวัฒน์ กล่ำพล[2] และ อนันต์ ผลเพิ่ม[1*]

[1]ห้องปฏิบัติการวิจัย เครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: potchara.ph@ku.th, {chaiporn.j, aphirak.j, fengcwp, anan.p *}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้โดรนเป็นตัวกลางในสร้างเครือข่ายการรับส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติเพื่อเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากหรือสถานีแบบตายตัวที่มีความถี่ในการเก็บข้อมูลต่ำ สามารถทำได้ง่ายขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาให้โดรนสามารถจัดเรียงตัวเพื่อสร้างเครือข่ายแบบอัตโนมัติตามเงื่อนไขของผู้ใช้ตามหลักการของ bi-connected graph และสามารถทราบสถานะของโดรนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชันทำให้การเชื่อมต่อของเครือข่ายมีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือและรองรับการปรับเปลี่ยนเส้นทางใหม่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นในกรณีที่การเชื่อมต่อมีปัญหาจากการทดสอบระบบที่ใช้โดรนจำนวน 3 ตัวซึ่งระยะระหว่างตัวประมาณ 60 เมตร พบว่าเมื่อเส้นทางเดิมไม่สามารถส่งข้อมูลได้การปรับเปลี่ยนเส้นทางใหม่ให้สามารถกลับมาส่งข้อมูลได้ใช้เวลาไม่เกิน 6 วินาที และสามารถแสดงผลสถานะของโดรนผ่านทางโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟนได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: โดรน เครือข่ายโดรน เครือข่ายแลนไร้สาย

Abstract

The network of drones can be easily deployed for connecting the difficult to access or low data acquisition rate areas. In this research, the platform for automatic wireless network topology management using drone with bi-connected graph concept has been proposed. The goal is for creating the efficient and reliable network. The network status can be monitored and be used for path recovery process. From the experiment, 3 drones with 60 meters apart, the new data connection path can be recovered within 6 seconds after the failure occurs and can display status of drones via mobile application.

Keywords: UAV, OLSR, Ad-hoc, Topology Control, Mesh Network

1. บทนำ

ปัจจุบันการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายนั้นถูกใช้งานอย่างแพร่หลายโดยการส่งข้อมูลแบบไร้สายจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ตัวกลางเอาไว้ล่วงหน้าโดยจะมีตำแหน่งตายตัวไม่สามารถที่จะทำการเคลื่อนย้ายได้โดยบางครั้งต้องทำการติดตั้งหรือซ่อมแซมสถานีแบบตายตัวในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึงเช่น ภูเขา ป่าไม้ เป็นต้น ในกรณีฉุกเฉินเช่น การเกิดภัยพิบัติต่างๆเช่น น้ำท่วม ทำให้การเข้าไปเก็บข้อมูลทำได้ยาก หรือในกรณีที่ต้องการเก็บข้อมูลที่เก็บแล้วเว้นช่วงเวลายาวนานก่อนทำการเก็บครั้งต่อไปการสร้างสถานีแบบตายตัวจะไม่คุ้มค่าเนื่องจากต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงรวมไปถึงการเข้าไปซ่อมแซมและปรับปรุงทำได้ยาก

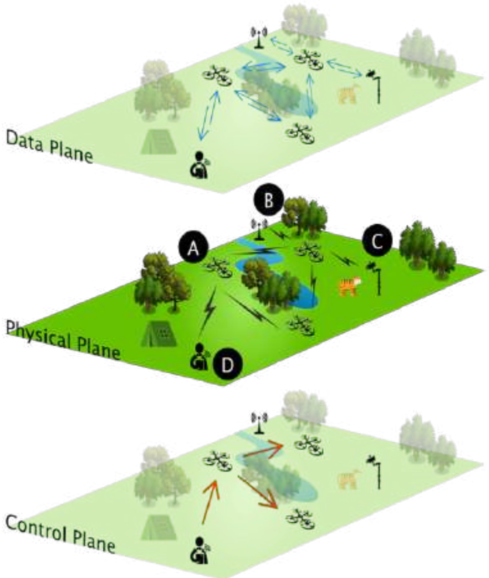
ดังนั้นจึงได้คิดพัฒนาโดรนต่อยอดจากงานวิจัย [1], [2] โดยที่ผู้ใช้สามารถสั่งให้การจัดเรียงตัวของเครือข่ายโดรนเป็นไปตามเงื่อนไขของผู้ใช้งานเช่นจัดเรียงตัวให้การส่งข้อมูลต่อเนื่องมากที่สุดเป็นต้นโดยหากมีโดรนที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้จะทำการค้นหาเส้นทางใหม่ผ่านโดรนตัวที่ทำหน้าที่เป็นตัว redundant รวมไปถึงสามารถแสดงผลสถานะต่างๆของโดรนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน เช่น ตำแหน่งและการเชื่อมต่อของเครือข่ายระหว่างต้นทาง โดรนและปลายทางช่วยให้ผู้ใช้งานรับรู้ถึงสถานะของโดรนหรือปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้การใช้โดรนเข้ามาเป็นตัวกลางสามารถที่จะเพิ่มความยืดหยุ่นของการรับส่งข้อมูลได้

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครือข่ายที่สร้างโดยโดรนซึ่งใช้การติดต่อกันด้วยเทคโนโลยี IEEE 802.11 [3] ย่านความถี่ 2.4 GHz และใช้การเชื่อมต่อแบบ Ad-hoc [4] ที่เหมาะกับการสร้างเครือข่ายแบบไม่ตายตัวเนื่องจากไม่มีการจัดการศูนย์กลาง

เครือข่ายเน็ตเวิร์คถูกสร้างขึ้นโดย UAV [5] หรือเทคโนโลยีการบินไร้คนขับ (drone) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาและนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันโพรโทคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางคือ OLSR [6] ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนตารางข้อมูลของเส้นทางระหว่างโดรน เหมาะกับเครือข่าย Ad-hoc เนื่องจากมีความเสถียรและสามารถค้นหาเส้นทางใหม่เมื่อเกิดเหตุขัดข้องได้อย่างรวดเร็ว

งานวิจัยนี้ถูกพัฒนามาจากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีการบินไร้คนขับขนาดเล็กหรือโดรนเข้ามาช่วยเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อสร้างเป็นระบบเครือข่ายไร้สายโดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องของ”ระบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรน” [1]โดยส่วนที่พัฒนาไปแล้วได้แก่การควบคุมโดรนผ่านคอนโทรลเลอร์รวมไปถึงการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายแต่งานวิจัยดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องใช้การควบคุมโดรนไปยังตำแหน่งที่ต้องการจึงจะสามารถส่งข้อมูลได้โดยยังไม่สามารถทำได้อย่างอัตโนมัติต่อมางานวิจัยนี้ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็น ”ระบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรนอัตโนมัติ” [2] โดยส่วนที่ถูกพัฒนาได้แก่การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายโดยที่ควบคุมโดรนผ่านคอนโทรลเลอร์แบบอัตโนมัติแต่งานวิจัยดังกล่าวยังไม่สามารถที่จะทำการจัดเรียงตัวของโดรนตามเงื่อนไขของผู้ใช้รวมไปถึงการแทนที่โดรนที่ไม่สามารถรับส่งข้อมูลจะทำโดยการให้โดรนตัวใหม่ไปแทนที่โดรนตัวที่เสียหายและไม่มีการแสดงผลสถานะของโดรนที่บินอยู่ เนื่องจากแนวคิดของ FANETs [8] ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างเครือข่ายโดยเทคโนโลยีการบินไร้คนขับโดยมีการนำเอาระบบ GPS [8] มาใช้ในการบอกตำแหน่งโดยอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนโดรนและใช้โดรน4ใบพัดในการสร้างเครือข่าย ระหว่างต้นทางถึงปลายทางเนื่องจากสามารถบินได้อย่างยืดหยุ่นตามเงื่อนไขของผู้ใช้



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

3. รายละเอียดการพัฒนา

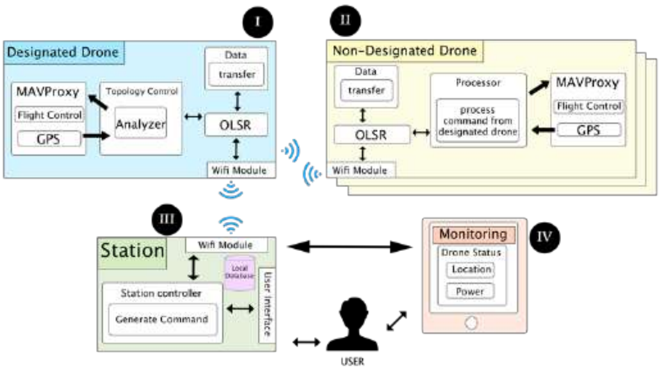
ทำการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุมทางสถานีซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ส่วนของการสร้างเครือข่ายของโดรนและส่วนแสดงผลสถานะต่างๆของโดรนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 โดยระบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรน (A) เพื่อที่จะสามารถรับส่งข้อมูลผ่านโดรนจากสถานีปลายทาง (B) หรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้อง (C) มายังผู้ใช้ผ่านโดรนที่จัดเรียงตัวเพื่อสร้างเป็นเครือข่ายเพื่อรับส่งข้อมูลแบบอย่างอัตโนมัติและกำหนดเงื่อนไขในการจัดเรียงตัวได้รวมถึงการแสดงผลสถานะต่างๆของโดรน (D) จะช่วยให้ทราบค่าต่างๆ เช่น ตำแหน่งและเส้นทางการรับส่งข้อมูล เป็นต้น

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

แบ่งการพัฒนาระบบออกเป็น 4 ส่วนหลักได้แก่ (I) ส่วนของหัวหน้าโดรน (II) ส่วนของโดรนตัวอื่นๆ (III) ส่วนของการควบคุมทางสถานีและ (IV) ส่วน Mobile application Monitoring โดยสามารถแสดงองค์ประกอบของระบบ ดัง รูปที่ 2



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบ

3.2.1 Quadrotor drone

โดรนแบบ 4 ใบพัดที่ออกแบบและพัฒนาโดยภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทำการการติดตั้ง Banana Pi M1+ และมีตัวอ่านค่า GPS โดยสามารถขอค่าพิกัดได้จากตัว autopilot ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 Quadrotor drone

3.2.1.1 Designated Drone (A)

ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งาน เช่น ตำแหน่งของสถานีต้นทางและปลายทางที่จะทำการเชื่อมต่อเพื่อรับส่งข้อมูลและทำการประมวลผลการสร้างเครือข่ายระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทางให้กับโดรนทั้งหมดโดยอัลกอริทึมที่สำคัญที่เอามาเพื่อใช้ในการคำนึงถึงการจัดเรียงตัวของโดรนคือการประยุกต์ biconnected graph ซึ่งเป็น graph ที่หากมีการนำเส้นในกราฟออกไปจะยังคงสามารถไปถึงทุกโหนดได้เมื่อนำมาใช้กับการจัดเรียงตัวของโดรนในกรณีที่มีโดรน 3 ตัวจะให้โดรนจัดเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยมเพื่อให้เกิดความ redundant ในกรณีที่มีโดรนที่ไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้จะสามารถเลือกใช้อีกเส้นทางได้ตามโพรโทคอล OLSR

3.2.1.2 Non-Designated Drone (B)

ทำหน้าที่รับคำสั่งจากโดรนหัวหน้าและสื่อสารกับโดรนตัวอื่นๆเพื่อจัดรูปแบบของการสร้างเครือข่าย

3.2.2 Station Control (C)

ในส่วนนี้ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1) Interface ที่ใช้ในการกำหนดตั้งค่าเริ่มต้นต่างๆให้กับโดรนเช่นตำแหน่งของจุดเริ่มต้นกับปลายทางการจัดเรียงตัวตามเงื่อนไขของผู้ใช้ 2) ส่วนรับส่งข้อมูลไปยังโดรนเพื่อส่งคำสั่งจากผู้ใช้งานไปยังโดรนรวมถึงรับข้อมูลสถานะต่างๆของโดรน

3.2.3 Mobile Application Monitoring (D)

ทำหน้าที่ในการแสดงผลสถานะของโดรน เช่น ตำแหน่งของโดรน เส้นทางในการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีต้นทางเครือข่ายของโดรนและสถานีปลายทางผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบปฏิบัติการที่ใช้ต้องเป็น Linux และระยะระหว่างต้นทางกับปลายทางต้องไม่เกินระยะที่กำหนดประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นรวมไปถึงในการใช้งานต้องมีการควบคุมจากรีโมทเพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมขัดข้อง

รูปที่ 4 การสร้างเครือข่ายของโดรน

4. การทดสอบการใช้งาน

ใช้โดรนเพื่อสร้างเครือข่ายระหว่างต้นทางกับปลายทางโดยให้มีการจัดเรียงตัวตามเงื่อนไขของผู้ใช้งานคือต้องการให้ความต่อเนื่องในการส่งข้อมูลสูงที่สุด (redundant) ทดสอบเวลาที่ใช้ในสร้างเส้นทางที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลใหม่เมื่อมีโดรนที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้และทดสอบการแสดงผลสถานะของโดรนผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

4. สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

4.1.1 ทำการทดสอบเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางการรับส่งข้อมูลใหม่เมื่อมีโดรนที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้

ทำการทดสอบโดยใช้โดรนขนาด 4 ใบพัดทั้งหมด 3 ตัว และทำการทดสอบที่สนามอินทรีจันทรสถิตย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ซึ่งเหมาะสมกับการทดลองเนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งระยะทางจากต้นทางจุด(สีแดง) ไปถึงปลายทาง(จุดสีเขียว)คือ 106.14 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างโดรนแต่ละตัวคือ 60 เมตรใช้เทคโนโลยี IEEE 802.11 โพรโทคอล OLSR และใช้ iperf3 [10] ในการทดสอบการส่งข้อมูลแบบ UDP ให้โดรนตัวที่ 1 ขาดจากการเชื่อมต่อแล้ววัดเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางรับส่งข้อมูลใหม่รวมไปถึงอัตราการรับส่งข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวโดยโดรนทั้ง 3 ตัวสร้างเครือข่ายดังแสดงรูปที่ 4

4.1.2 ทำการทดสอบการแสดงสถานะของโดรนบนโมบายแอปพลิเคชัน

ทำการทดลองโดยกำหนดข้อมูลพื้นฐานแบบข้อที่ 4.1.1 แต่ใช้เพื่อการทดสอบการแสดงผลสถานะของโดรนผ่านโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS โดยให้จุดเริ่มต้นและปลายทางคือจุดเดียวกับที่ทดลองสร้างเครือข่ายดังรูปที่ 4 แล้วทดลองให้โดรนสร้างเครือข่ายโดยจัดเรียงตัวแบบเส้นตรงและแบบ redundant

4.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบพบว่าเมื่อโดรนตัวที่ 1 ขาดจากการเชื่อมต่อระยะเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางการรับส่งข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 5.33 วินาที อัตราการส่งข้อมูลเฉลี่ยอยู่ที่ 125.57-1086.67 Kbit/s ซึ่งถือว่าสามารถกู้คืนการรับส่งข้อมูลกลับมาในสภาวะปกติได้รวดเร็วกว่าการรอให้โดรนบินมาแทนตำแหน่งที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ดังรูปที่ 7 และการเลือกเส้นทางที่ถูก active โดยดูจาก routing table ของโพรโทคอล OLSR เส้นทางแรกคือ source->1->3->destination และเส้นทางหลังจากโดรนตัวที่ 1 ขาดการเชื่อมต่อจากเครือข่ายคือ source->2->3->destination ซึ่งจากการทดลองพบว่าการหาเส้นทางใหม่หลังจากขาดการเชื่อมต่อทำได้รวดเร็วซึ่งหากโดรนมีการจัดเรียงตัวสร้างเครือข่ายที่ใหญ่ขึ้นโดยใช้หลักของ bi-connected graph จะสามารถทำได้รวดเร็วเช่นกัน ดังรูปที่ 8 D1, D2, D3 แทนโดรนตัวที่ 1

โดรนตัวที่ 2 และโดรนตัวที่ 3 ตามลำดับเส้นประแสดงถึงสภาวะที่โดรนกำลังคำนวนหาเส้นทางใหม่เหนือเส้นประหมายถึงในขณะนั้นมีการเชื่อมต่อผ่านโดรนนั้นในขณะที่ใต้เส้นประนั้นหมายถึงในขณะนั้นไม่มีการเชื่อมต่อที่โดรนนั้นและการแสดงสถานะของโดรนผ่านโมบายแอปพลิเคชันแบบเส้นตรงเป็นไปดังรูปที่ 5 และแบบมีเส้นทางสำรองเป็นไปดังรูปที่ 6

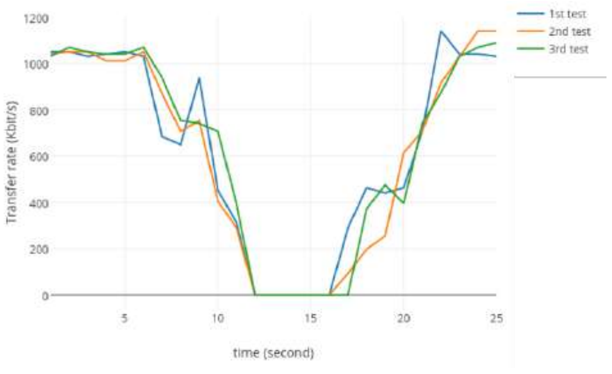
รูปที่ 5 MobileApp : straight line

รูปที่ 6 MobileApp : redundant

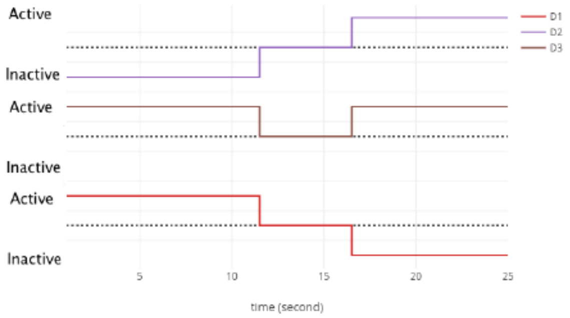
5. บทสรุป

แพลตฟอร์มการจัดรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติของเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรนสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการสร้างสถานีแบบตายตัวและสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับการใช้งานโดยผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขการสร้างโครงข่ายและทราบสถานะของโดรนผ่านทางโมบายแอปพลิเคชันได้

จากการทดลองพบว่าในกรณีที่ต้องการให้การรับส่งนั้นมีระยะเวลาในการกู้คืนการเชื่อมต่อกลับมาให้เร็วที่สุดสามารถทำได้ดีกว่าการนำโดรนไปแทนที่เมื่อมีโดรนที่ไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ทำให้การรับส่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องมากขึ้นแต่จะต้องใช้จำนวนโดรนที่มากกว่าการสร้างเครือข่ายแบบเป็นเส้นตรงรวมไปถึงประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลขึ้นกับสภาวะของสภาพแวดล้อมในขณะนั้นเป็นอย่างยิ่งและการใช้งานของโดรนยังไม่สามารถใช้งานได้นานนัก



รูปที่ 7 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของอัตราการรับส่งข้อมูลและเวลา



รูปที่ 8 สถานะการเชื่อมต่อของโดรนเพื่อใช้เป็นเส้นทางและเวลา

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐวุฒิ เอื้อศักดิ์สุภา, ชัยพร ใจแก้ว, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, อนันต์ ผลเพิ่ม*, ไชยวัฒน์ กล่ำพล, “ระบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรน (Drone Wireless Mesh Network)”, In 7th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2015), Trang, Thailand, July 8-10, 2015, หน้า 59-62

[2] ปริญญา เปียพนม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว, อนันต์ ผลเพิ่ม*, ไชยวัฒน์ กล่ำพล, “ระบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้โดรนอัตโนมัติ (Automatic Drone Wireless Mesh Network)”, In 8th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2016), Hua Hin, Thailand July 27-29, 2016. หน้า 459-462

[3] 802.11 IEEE wireless LAN standards. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://www.webopedia.com/TERM/8/802_11.html (วันที่สืบค้น 27 กันยายน 2559)

[4] Ad Hoc NetWork : โครงข่ายไร้สายเฉพาะกิจ. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://suntos.wordpress.com/2009/12/27/ad-hoc-network-โครงข่ายไร้สายเฉพาะ วันที่สืบค้น 27 กันยายน 2559

[5] อากาศยานไร้คนขับ.[ออนไลน์].สืบค้นจาก:http://th.wikipedia.org/wiki/อากาศยานไร้คนขับ (วันที่สืบค้น 28 กันยายน 2559)

[6] Optimized Link State Routing Protocol for Ad Hoc Networks. [ออนไลน์].สืบค้นจาก:https://www.cs.jhu.edu/~dholmer/600.647/papers/OLSR.pdf (วันที่สืบค้น 17 กันยายน 2559)

[7] İlker Bekmezci, Ozgur Koray Sahingoz, Şamil Temel, Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A survey, Ad Hoc Networks, Volume 11, Issue 3, May 2013, Pages 1254-1270

[8] ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก.[ออนไลน์].สืบค้นจาก:http://th.wikipedia.org/wiki/ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (วันที่สืบค้น 28 กันยายน 2559)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การวัดประสิทธิภาพของชุดการเข้ารหัสเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL บนเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet

A Performance Evaluation of Web SSL Cipher Suites on a 10 Virtual Gigabit Ethernet Network

กฤษณ์วรา รัตนโอภาส[1] สุรีรัตน์ แก้วคีรี[2] และ สุภาวดี มากอ้น[3]

[1] โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

160 ถ.กาญจนวนิช ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933 E-mail: kritwara.ra@skru.ac.th

[2] โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

160 ถ.กาญจนวนิช ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933 E-mail: sureerat@skru.ac.th

[3]หลักสูตรเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขาอุตสาหกรรม คณะวิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180 E-mail: supawadee.m@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

ความปลอดภัยของข้อมูลแบบ HTTPS ผ่านโพรโตคอล SSL/TLS ถูกพัฒนาและมีการใช้งานสูงถึง 50.1% ผ่านเว็บไซต์ ด้วยชุดเข้ารหัสต่าง ๆ สำหรับศูนย์ข้อมูลคลาวด์ ถือเป็นความท้าทายในการให้บริการการชุดเข้ารหัสที่ซับซ้อนอย่าง SHA256 (384 บิต) ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอผลกระทบของชุดเข้ารหัสกับเครื่องแม่ข่ายแบบเครื่องใหญ่และแบบกระจายบนเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet โดยพบว่าผลการทดสอบให้ผลประสิทธิภาพของชุดเข้ารหัส SHA128 สูงกว่าที่ 22% บนเครือข่าย 10 Gigabit Ethernet และ 18% ที่ 1 Gigabit Ethernet ของ SHA256 ซึ่งค่าแบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าเพียง 5% เท่านั้น

คำสำคัญ: ความปลอดภัยเครือข่าย, SSL/TLS, 10 Gigabit Ethernet, เวอร์ชวลไลเซชั่น

Abstract

Nowadays, HTTPS with SSL/TLS protocol is essential for the information security. HTTPS connections with various chipper suites appear more than 50% on the Internet. In cloud data center, using a complex chipper suite, like SHA256 (384 bits), is a challenge to implement with web server. This research focuses on a comparison of chipper suite performances between a large single web server and two distributed web servers on a virtualized 10 Gigabit Ethernet network. The result shows that the performances of SHA128 on two distributed web servers are 22% higher than on a large single web server for a 10 Gigabit Ethernet and 18% higher for a 1 Gigabit Ethernet. For SHA256, the performance on 10 Gigabit Ethernet is only 5% higher than 1 Gigabit Ethernet. That means the higher bandwidth does not affect much for the overall performance of SHA256.

Keywords: Network security, SSL/TLS, 10 Gigabit Ethernet, Virtualization

1. บทนำ

ข้อมูลจากบริษัท Mozilla ผู้พัฒนา Firefox browser ณ วันที่ 30 มกราคม 2560 [1] ได้เผยสถิติการใช้งานของผู้ใช้งานเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2017 เรียกใช้งานเว็บไซต์ผ่าน HTTPS แล้วถึง 50.1% ตัวเลขนี้เพิ่มขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2016 ไม่ถึง 40% กระแสการหันมาใช้ HTTPS จากโครงการ Let's Encrypt ที่สนับสนุนโดยเหล่าผู้ผลิตหลากหลาย รวมถึง Mozilla และ Google เพื่อรักษาความลับของข้อมูล เพื่อให้การส่งข้อมูลมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยที่สืบเนื่องจากงานวิจัยของ พิรติ ไกรเทพและคณะ [2] เพื่อศึกษาและวัดประสิทธิภาพของชุดเข้ารหัส SSL ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ และนิอัฟฟาน บินนิโซะ และคณะ [3] ทดสอบเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำมาต่อยอดเพื่อสร้างเครื่องแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet เพื่อวัดประสิทธิภาพชุดการเข้ารหัสเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL ที่ได้รับความนิยมอย่าง SHA128 และ SHA256 (กรณีศึกษา SHA384) ที่เครือข่ายภายในเสมือนที่แตกต่างกันระหว่าง 10 Gigabit Ethernet และ 1 Gigabit Ethernet โดยออกแบบเครื่องแม่ข่ายแบบเครื่องเดียวและแบบแบ่งภาระงาน(DNS load balancing) กับชุดข้อมูลขนาด 16 – 4,096 กิโลไบต์ เพื่อวัดค่าการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพในหน่วยคำสั่งต่อวินาที (ops/sec) ด้วยโปรแกรม SSLswamp บนเครื่องเสมือนจริงลูกข่าย (Client) ซึ่งจุดเด่นของงานวิจัยนี้คือ การสร้างเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet บนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะที่มีคุณสมบัติ Intel® Core™ i7 หน่วยความจำหลัก 8 GB ที่ติดตั้งโปรแกรมจัดการเครื่องเสมือนจริง Kernel-based Virtual Machine (KVM) และผู้วิจัยทำการควบคุมค่าแบนด์วิดท์ของเครื่องเสมือนไว้ที่ 1 Gbps และ 10 Gbps ด้วยการกำหนดคุณสมบัติที่ชื่อว่า bandwidth และวัดค่าแบนด์วิดท์จริงด้วยโปรแกรม iPerf เพื่อทดสอบสมมติฐานของค่าแบนด์วิดท์ที่เพิ่มขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของชุดเข้ารหัสบนเครื่องแม่ข่ายเว็บ ซึ่งนำเสนอในงานวิจัยฉบับนี้

เนื้อหาและหัวข้อของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย และ สรุปและอภิปรายผลการวิจัย เพื่อให้ข้อมูลและเสนอการออกแบบสำหรับวัดประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

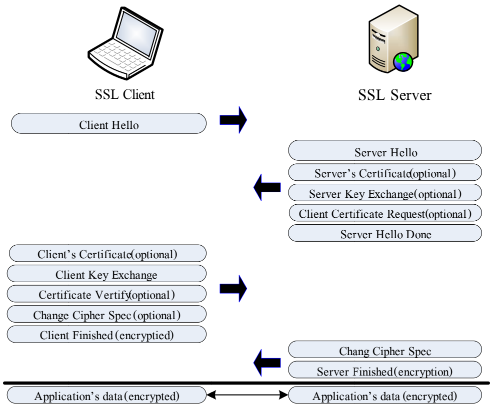
เนื้อหาส่วนนี้กล่าวถึงงานวิจัยสำคัญที่เป็นแรงบันดาลใจและแนวคิดของงานวิจัยนี้ พร้อมนำเสนอหลักการของชุดเข้ารหัสและโครงสร้างของโปรแกรมบริหารจัดการเครื่องเสมือนจริงอย่าง KVM

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาด้านความปลอดภัยที่ให้บริการบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตถูกนำมาทดสอบหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีงานในลักษณะเดียวกับงานวิจัยนี้โดย พิรติ ไกรเทพและคณะ[2] ที่เจาะจงไปที่ เครื่องแม่ข่ายบนศูนย์ข้อมูลคลาวด์ และนำเสนอประสิทธิภาพเชิงเวลาและค่า Throughput (ops/sec) ที่เครือข่าย Gigabit Ethernet เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Steffen Müller [4] ที่ใช้ภาระงาน Yahoo! Cloud Serving Benchmark (YCSB) บนระบบศูนย์ข้อมูลคลาวด์ และแนวคิดการสร้างเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet ของนิอัฟฟาน บินนิโซะ และคณะ [3] เพื่อวัดประสิทธิภาพบนเครือข่ายความเร็วสูง

2.2 หลักการ SSL/TLS

โพรโตคอล SSL/TLS ถูกนำมาใช้บริการนานกว่า 10 ปี เพื่อการเชื่อมต่อข้อมูลที่มีความปลอดภัยบนอินเตอร์เน็ต และถูกพัฒนาระดับความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง โดยมีหลักการพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารตามรูปที่ 1 ที่มีการนำเสนอไว้ใน [5] หรือที่นิยมเรียกว่าการติดต่อสื่อสารแบบของโพรโตคอล SSL/TLS

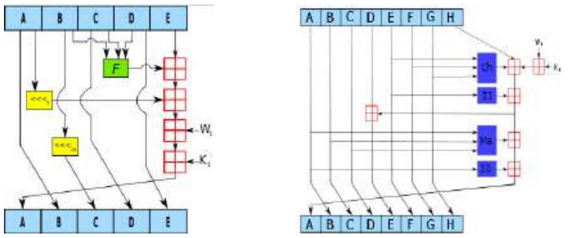


รูปที่ 1 โพรโตคอล SSL/TLS [5]

โดยรูปที่ 1 แสดงการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักนั้นคือส่วนที่ไม่สมมาตรในช่วงของการแลกกุญแจระหว่างเครื่องแม่ข่ายและลูกข่าย แต่เมื่อได้รับกุญแจแล้วการสื่อสารปรับเข้าสู่กระบวนการถอดรหัสแบบสมมาตรด้วยกุญแจเข้ารหัสแบบเดียวกันทั้ง 2 ฝั่ง เพื่อลดภาระของการเข้ารหัสที่มีผลกระทบโดยตรงกับการใช้ทรัพยากรของเครื่องแม่ข่ายเว็บ

2.3 หลักการเข้ารหัส SHA

การเข้ารหัสสำหรับ โพรโตคอล SSL/TLS ถูกพัฒนาให้มีความซับซ้อนด้วยแนวคิดใหม่หรือการผสานกระบวนการเพื่อให้มีความยากในการถูกถอดรหัส ที่นิยมในปัจจุบันได้แก่ SHA1 และ SHA256 มีความแตกต่างของจำนวนบิตในการเข้ารหัสคือ SHA1 มีขนาด 160 บิต และ SHA384 มีขนาด 384บิต แต่ทางด้านกระบวนการสำหรับ SHA1 ได้มีการเพิ่มการเลื่อนบิตเข้ามา โดยเพิ่มรอบการทำงานมากขึ้นใน SHA384 จึงกล่าวได้ ว่าพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนาเน้นไปที่การเพิ่มความซับซ้อนของขั้นตอน และจำนวนบิตหลังการเข้ารหัสมากขึ้น



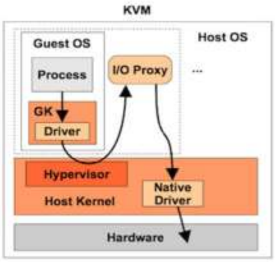
a. SHA128 b. SHA256

รูปที่ 2 รูปแบบการเข้ารหัส [6]

จากรูปแบบของการเข้ารหัสในรูปที่ 2 เห็นได้ว่าการเข้ารหัสมีความซับซ้อนและขั้นตอนที่มากขึ้น โดย SHA1 ตามรูปที่ 3-a ที่มีการเลือกบิต แต่การเข้ารหัส SHA256 (384 บิต) มีความแตกต่างทั้งฟังก์ชันและกระบวนการอย่างชัดเจนในรูปที่ 3-b โดยปรับปรุงตัวดำเนินการเพื่อความซับซ้อนที่สูงขึ้น

2.4 Kernel-based Virtual Machine (KVM)

Kernel-based Virtual Machine [7] ถือเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชั่นแบบ Full สำหรับลินุกซ์ ตั้งแต่รุ่น 2.6.20 ขึ้นไป แบบ 64 บิต ได้กล่าวถึงในวันที่ 22 กันยายน 2551 ในงาน 2011 Red Hat Forum ที่รองรับคุณสมบัติ Intel VT/AMD-V ออกแบบให้มีส่วนที่เรียกว่า Native Driver ที่เชื่อมต่อกับ I/O Proxy ที่สนับสนุนทรัพยากรให้กับเครื่องเสมือนจริงที่ให้บริการบนเครื่องหลัก (Host) โดยถูกพัฒนาไปพร้อมกับระบบปฏิบัติการในกลุ่มของ Red Hat และ CentOS สำหรับกลุ่มของเครื่องแม่ข่ายในศูนย์ข้อมูล



รูปที่ 3 โครงสร้าง KVM [7]

จากมีชื่อเรียกว่า "Kernel-based Virtual Machine" สามารถอธิบายได้ว่าการบริหารจัดการเครื่องเสมือนจริงทำงานในชั้นของ kernel ซึ่งรู้จักกันว่า QEMU I/O หรือ VirtIO โดยแตกต่างกันไปจากซอฟต์แวร์ในกลุ่มนี้อย่าง ESXi ของ VMware และ Hyper-V ของ Microsoft

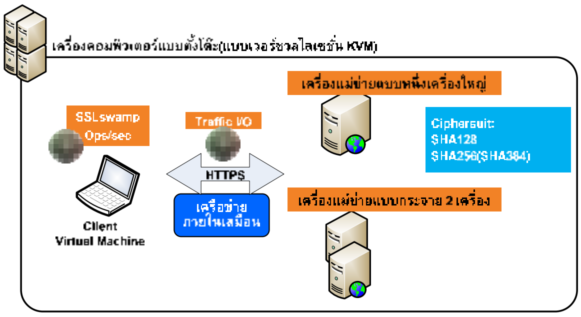
โดยการสร้างเครือข่ายภายในเสมือนของโปรแกรม KVM ทำการสร้างด้วยรูปแบบของการ์ด Bridge ที่ไม่ระบุหมายเลขเครือข่ายและไม่มีการ์ดเครือข่ายจริงเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถให้ค่าแบนด์วิดธ์มากกว่า 10 Gbps ซึ่งถือว่าเครือข่ายอยู่ในระดับ 10 Gigabit Ethernet

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้เสนอถึงแนวคิดของการทดสอบชุดเข้ารหัสของ SSL/TLS ได้แก่ SHA128 และ SHA256(384) บนระบบเครือข่ายภายในเสมือนที่แตกต่างกันระหว่าง 1 Gigabit Ethernet และ 10 Gigabit Ethernet โดยอ้างอิงตามรูปที่ 4 และภาระงานในการทดสอบ

3.1 โครงสร้างสำหรับการวิจัย

การวัดประสิทธิภาพทดสอบบนเครื่องหลักที่มีคุณสมบัติ Intel® Core™ i7 สนับสนุนเทคโนโลยี Intel-VT หน่วยความจำหลัก 8 GB โดยติดตั้งระบบปฏิบัติการ CentOS 7.2 แบบ 64 bits และโปรแกรมจัดการเครื่องเสมือนจริง(Hypervisor) KVM 1.5.3 เพื่อสร้างเครื่องแม่ข่ายตามรูปที่ 4 และเครื่องลูกข่ายสำหรับทดสอบ ที่เชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet



รูปที่ 4 โครงสร้างในการทดสอบชุดเข้ารหัส SSL/TLS

ทำการทดสอบกับเครื่องแม่ข่ายเสมือนจริงเว็บที่มีคุณสมบัติดังนี้

- เครื่องแม่ข่ายเสมือนจริงเว็บ 1 เครื่อง/แบบหนึ่งเครื่องใหญ่ประกอบด้วย 2 vCPU และ RAM 4 GBytes การ์ดเครือข่ายเสมือน VirtIO
- เครื่องแม่ข่ายเสมือนจริงเว็บ 2 เครื่อง/แบบกระจายภาระงานประกอบ ด้วย 1 vCPU และ RAM 2 GBytes การ์ดเครือข่ายเสมือน VirtIO

โดยเครื่องแม่ข่ายทั้งหมดทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ CentOS 7.2 แบบ 64 bits และ Apache 2.4.6 พร้อม mod_ssl โดยสร้างเครื่องลูกข่ายขนาด 1 vCPU และ RAM 2 GBytes เพื่อติดตั้งโปรแกรม SSLswamp สำหรับทดสอบบนเครือข่ายภายในเสมือนเดียวกัน

3.2 เครื่องมือวัดประสิทธิภาพ

มีเครื่องมือหลักในการวัดและทดสอบประสิทธิภาพได้แก่ iPerf3 สำหรับวัดค่าแบนด์วิดธ์และเลือกใช้ชุดเข้ารหัสกับข้อมูลที่ขนาดแตกต่างกันตามตารางที่ 1 บนเครื่องแม่ข่ายทั้ง 2 แบบ

ตารางที่ 1 ชุดการเข้ารหัสและชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ

การเข้ารหัส	ชื่อ Cipher suite	ขนาดข้อมูลในการทดสอบ (Kbytes)
SHA1	AES128-SHA	16/ 32/ 64/ 128/ 512/ 1,024/ 2,048/ 4,096
SHA384	AES256-GCM-SHA384	16/ 32/ 64/ 128/ 512/ 1,024/ 2,048/ 4,096

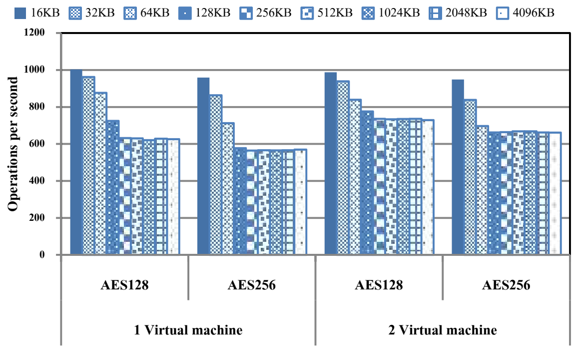
การทดสอบด้วยคำสั่งของ SSLswamp มีตัวอย่างดังนี้ *sslswamp -num 100 -time 60 -connect IP:192.168.10.11:443 -request "GET /indexpage01.html\r\n" -cipher "AES256-GCM-SHA384"* มีความหมายคือ ทำการเชื่อมต่อ 100 ผู้ใช้ ด้วยระยะเวลา 60 วินาที ที่มี Cipher suite ชื่อว่า SHA384 โดยนำผลการวัดประสิทธิภาพในหน่วย ops/sec และการใช้ทรัพยากรของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และ Throughput (MByte per sec)

4. ผลการวิจัย

จากรูปแบบการทดสอบผู้วิจัยขอเสนอผลด้วยค่าเฉลี่ย operations per second แยกตามระดับความเร็วเครือข่าย เปรียบเทียบระหว่างการเข้ารหัสแบบ SHA128 และ SHA256 บนเครื่องแม่ข่ายแต่ละแบบ

4.1 เครือข่ายภายในเสมือน 1 Gigabit Ethernet

จากกราฟในรูปที่ 5 เครื่องแม่ข่ายแบบกระจายให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าสูงขึ้นถึง 18% เครื่องแม่ข่ายเครื่องใหญ่ ที่ไฟล์ภาระงานตั้งแต่ 128 KB ขึ้นไปทั้งสองชุดการเข้ารหัส และการเข้ารหัส SHA128 มีประสิทธิภาพสูงกว่า SHA256 เฉลี่ยที่ 10%

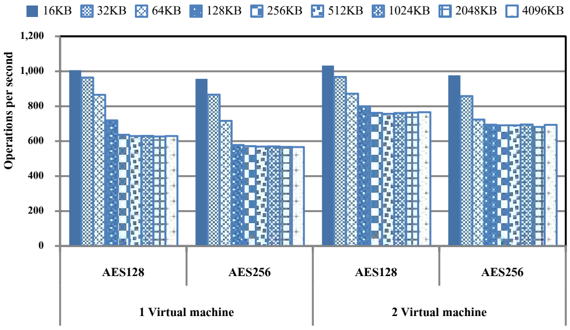


รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยการประมวลผลแยกตามชุดเข้ารหัสและขนาดไฟล์ ที่เครือข่ายภายในเสมือน 1 Gigabit Ethernet

ประสิทธิภาพสูงสุดที่ภาระงาน 16 – 64 KB ที่ประมาณ 1,000 ops/sec ซึ่งลดประสิทธิภาพและค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่ภาระงานไฟล์ขนาด 128 – 4096 KB สูงสุดที่ 736.37 ops/sec ด้วยชุดเข้ารหัส AES128 กับเครื่องแม่ข่ายแบบกระจาย

4.2 เครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet

จากกราฟในรูปที่ 6 เครื่องแม่ข่ายแบบกระจายให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าสูงขึ้นถึง 22% เครื่องแม่ข่ายเครื่องใหญ่ ที่ไฟล์ภาระงานตั้งแต่ 128 KB ขึ้นไปทั้งสองชุดการเข้ารหัส เช่นเดียวกับเครือข่าย 1 Gigabit Ethernet และการเข้ารหัส SHA128 มีประสิทธิภาพสูงกว่า SHA256 เฉลี่ยที่ 10% เช่นเดียวกับเครือข่าย 1 Gigabit แต่มีประสิทธิภาพโดยรวมสูงขึ้นเฉลี่ย 5%



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยการประมวลผลแยกตามชุดเข้ารหัสและขนาดไฟล์ ที่เครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet

ประสิทธิภาพสูงสุดที่ภาระงาน 16 – 64 KB ที่ประมาณ 1,000 ops/sec โดยมีค่าลดลงใกล้เคียงกันที่ภาระงานไฟล์ขนาด 128 – 4096 KB สูงสุดที่ 765.70 ops/sec ด้วยชุดเข้ารหัส AES128 กับเครื่องแม่ข่ายแบบกระจาย ซึ่งสูงกว่าเครือข่าย Gigabit Ethernet เพียงเล็กน้อย

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ขอสรุปจากงานวิจัยพบว่าเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL บนเวอร์ชวลไลเซชั่นของโปรแกรม KVM ที่มีทรัพยากรเท่ากันเครื่องแม่ข่ายแบบกระจาย 2 เครื่องมีประสิทธิภาพสูงกว่าถึง 22% แต่เครือข่ายที่มีความเร็วระดับ 10 Gigabit Ethernet สามารถเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นเพียง 5% ของบริการ HTTPS ด้วยค่าสูงสุดที่ 765.70 ops/sec เท่านั้น แต่การทดสอบดังกล่าวนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel® Core™ i7 ซึ่งหากทดสอบบนหน่วยประมวลผลกลาง Xeon Quad core สำหรับเครื่องแม่ข่ายอาจได้ผลที่แตกต่างและควรต่อยอดต่อไป เพื่อทดสอบการกระจายที่มากกว่า 2 เครื่องเสมือนจริงและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับศูนย์ข้อมูลคลาวด์(แบบเวอร์ชวลไลเซชั่น) พร้อมกับเทคโนโลยีใหม่ของโปรโตคอล HTTP/2 ในปัจจุบัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้โอกาส สนับสนุนเครื่องมือแก่ผู้วิจัยในการทำงานวิจัยและทุนในการนำเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] Phil Muncaster. (2017, Feb. 1). " Mozilla: HTTPS Traffic Now Over 50%" [Online]. Available: https://www.infosecurity-magazine.com/news/mozilla-https-traffic-now-over-50/

[2] พิรติ ไกรเทพ, สาคร หาญณรงค์, กฤษณ์วรา รัตนโอภาส และสุรีรัตน์ แก้วคีรี, "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดการเข้ารหัสเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL บน Cloud Computing," ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8 ,น. 477-480.

[3] นิอัฟฟาน บินนิโซะ, นูรอิน สะมะแอ, กฤษณ์วรา รัตนโอภาส และสารภี จุลแก้ว, "ระบบเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet บนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชั่น," ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 8*: 2559, น. 726-735.

[4] S. Müller, D. Bermbach, S. Tai, and F. Pallas, "Benchmarking the Performance Impact of Transport Layer Security in Cloud Database Systems," in *Cloud Engineering (IC2E) 2014 IEEE International Conference*, Boston, Massachusetts, 2014, pp. 27-36

[5] SecurityFocus, (2011, Jun. 23), "Apache 2 with SSL/TLS" [Online] Available: http://www.symantec.com/connect/articles/apache-2-ssltls-step-step-part-1.

[6] Wikipedia. (2016, Jan. 1). "Cipher suite" [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Cipher_suite

[7] Brendan's blog. (2014, January. 14). "Virtualization Performance: Zones, KVM, Xen" [Online] Available: http://dtrace.org/blogs/brendan/2013/01/11/virtualization-performance-zones-kvm-xen/

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

อินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขา สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส

Two-phase Two-leg Voltage Source Inverter for Two-phase Induction Motor Drives

อุดม เครือเทพ และสันติภาพ โคตทะเล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ต.ไม้งาม อ.เมือง จ.ตาก 63000 Email: Santipab@Yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วยอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขา โดยใช้เทคนิคการมอดูเลตชั่นแบบไซน์ด้วยหลักการควบคุมอัตราแรงดันต่อความถี่คงที่ในวงรอบเปิด ควบคุมการทำงานด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส การทดสอบการทำงานของระบบที่นำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานปกติของมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสขนาด 300 วัตต์ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ ที่ใช้ตัวเก็บประจุต่อร่วมในวงจร ผลการทดสอบพบว่าระบบที่นำเสนอมีแรงบิดที่สูงกว่าตลอดย่านโหลด และที่ค่าพิกัดโหลด มีแรงบิดสูงกว่า 13.48 เปอร์เซ็นต์ มีค่าประสิทธิภาพที่ดีกว่าตลอดย่านโหลด โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด สูงกว่า 5.11 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : อินเวอร์เตอร์สองเฟสสองขา มอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส การเทคนิคการมอดูเลตชั่นแบบไซน์

Abstract

This article presents an induction motor drives by two-phase two-leg voltage source inverter with the SPWM technique with open-loop V/f control. Controlled by a digital signal processor (DSP). The objective is to increase the performance of single-phase induction motor. To test the proposed system as compared to the normal use of two- phase induction motor with 300 watts, 220 volts, 50 H_z using the capacitors in the circuit. The test results showed that the proposed system has high torque over the entire load. And at the rated load torque higher than the 13. 48 percent. A better efficiency throughout the load. the maximum efficiency higher than 5.11 percent.

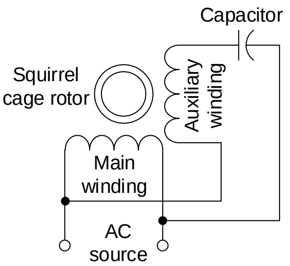
Keywords: Two-phase two-leg inverter, single-phase induction motor, SPWM technique.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนานำอินเวอร์เตอร์มาใช้งานขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในระบบทำความเย็น และปรับอากาศ ด้วยข้อได้เปรียบในหลายประการ เช่น การเริ่มเดินอย่างนุ่มนวล มีแรงบิดที่ดีตลอดย่านการใช้งาน เป็นต้น รวมทั้งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสองเฟส [1] สำหรับบ้านเรือนและภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ด้วยหลากหลายเทคนิคของการมอดูเลตความกว้างพัลส์ ทั้งอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันแบบสองเฟส สองขา (Two-phase two-leg VSI) แบบ สองเฟส สามขา (Two-phase three-leg VSI) และอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันแบบ สองเฟส สี่ขา (Two-phase four-leg VSI) [2] ในงานวิจัยนี้มีความสนใจที่จะพัฒนาอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันแบบสองเฟส สองขา ที่ใช้วงจรกำลังแบบครึ่งบริดจ์จำนวน 2 ชุด ทำการสร้างแรงดันทางออกแบบสองเฟสที่มีมุมต่างเฟสกันคงที่ 90 องศาทางไฟฟ้า เพื่อนำมาทดสอบขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองงเฟส ทำการหาสมรรถนะด้านแรงบิด และประสิทธิภาพ เปรียบเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสที่ใช้งานทั่วไปที่มีตัวเก็บประจุสร้างมุมต่างเฟสของกระแส สัญญาณควบคุมการทำงานแบบมอดูเลตความกว้างของพัลส์ของเครื่องต้นแบบจะถูกสร้างโดยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลเบอร์ ADMCF326BST ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าสมรรถนะด้านแรงบิด และหาค่าประสิทธิภาพของระบบ เพื่อการพัฒนาต่อยอดในการใช้งานจริงในอนาคต

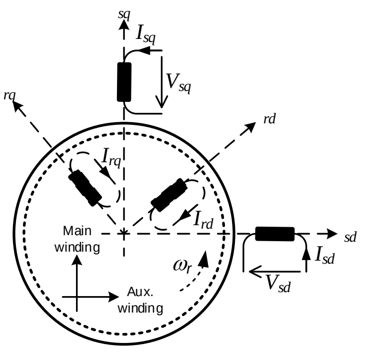
2. มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำสองเฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสจะประกอบไปด้วยขดลวด 2 ชุดคือ ขดลวดหลัก (Main winding) และขดลวดช่วย (Auxiliary winding) ดังรูปที่ 1 ในการใช้งานทั่วไปตัวเก็บประจุจะถูกต่อกับขดลวดช่วย ที่ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดทั้งสองมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศาทางไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแรงบิดขึ้นที่ส่วนหมุนที่เป็นแบบกรงกระรอก

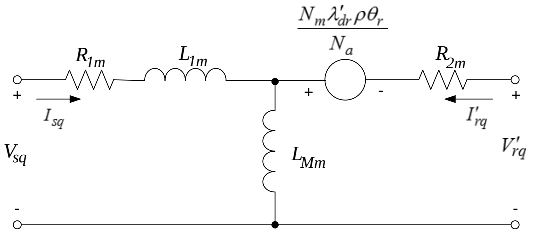


รูปที่ 1 วงจรไฟฟ้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส

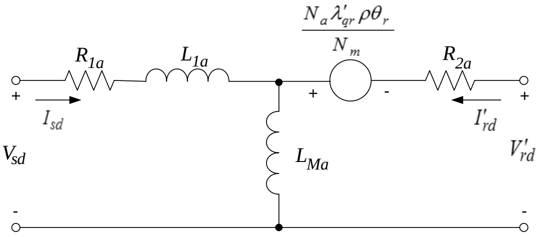
จากวงจรในรูปที่ 1 ถ้าทำการปลดตัวเก็บประจุออก และทำการพิจารณาให้เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสไม่สมดุลในระบบตั้งฉากสองเฟส dq บนแกนอ้างอิงหยุดนิ่ง (Stationary reference frame) ได้ดังรูปที่ 2 และแสดงวงจรสมมูลบนแกนอ้างอิงหยุดนิ่ง [3] ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 มอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสไม่สมดุลในระบบตั้งฉากสองเฟส



(ก) ขดลวดหลักบนแกนอ้างอิง q



(ข) ขดลวดช่วยบนแกนอ้างอิง d

รูปที่ 3 วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสบนแกนอ้างอิงอยู่กับที่

จากวงจรสมมูลในรูปที่ 2 สามารถนำมาเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์บนแกนอ้างอิงหยุดนิ่ง [4] ได้ดังนี้

$$\psi_{Mq} = X_{Mq}\left(I_{sq} + I_{rq}\right) \tag{1}$$

$$\psi_{Md} = X_{Md}\left(I_{sd} + I_{rd}\right) \tag{2}$$

$$\psi_{sq} = \frac{\omega_e}{\rho}\left[V_{sq} + \frac{R_{1m}}{X_{1m}}\left(\psi_{Mq} - \psi_{sq}\right)\right] \tag{3}$$

$$\psi_{sd} = \frac{\omega_e}{\rho}\left[V_{sd} + \frac{R_{1a}}{X_{1a}}\left(\psi_{Md} - \psi_{sd}\right)\right] \tag{4}$$

$$\psi'_{rq} = \frac{\omega_e}{\rho}\left[V_{rq} + \frac{N_m\omega_r}{N_a\omega_e}\left(\psi_{Ma} - \psi_{rq}\right)\right] \tag{5}$$

$$\psi'_{rd} = \frac{\omega_e}{\rho}\left[V_{rd} + \frac{N_a\omega_r}{N_m\omega_e}\left(\psi_{rq} - \psi_{rd}\right)\right] \tag{6}$$

$$I_{sq} = \frac{1}{X_{1m}}\left(\psi_{sq} - \psi_{Mq}\right) \tag{7}$$

$$I_{sd} = \frac{1}{X_{1a}}\left(\psi_{sd} - \psi_{Md}\right) \tag{8}$$

$$I'_{rq} = \frac{1}{X_{2m}}\left(\psi'_{rq} - \psi_{Mq}\right) \tag{9}$$

$$I'_{rd} = \frac{1}{X_{2a}}\left(\psi'_{rd} - \psi_{Md}\right) \tag{10}$$

$$T = \frac{P}{2}\frac{1}{\omega_e}\left(\frac{N_a}{N_m}\psi'_{rq}I'_{rd} - \frac{N_m}{N_a}\psi'_{rd}I'_{rq}\right) \tag{11}$$

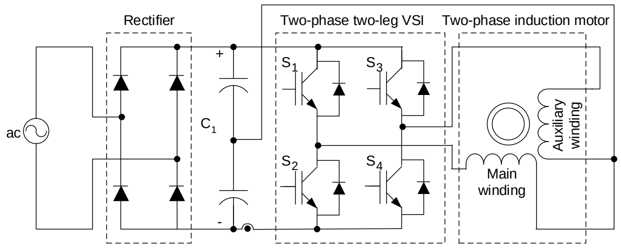
$$\omega_r = \frac{P}{2J}\int\left(T - T_L\right)dt \tag{12}$$

เมื่อ ψ_{Md}, ψ_{Mq} คือองค์ประกอบเส้นแรงแม่เหล็กจากการเหนี่ยวนำร่วม $\psi_{sd}, \psi_{sq}, \psi'_{rd}, \psi'_{rq}$ คือองค์ประกอบเส้นแรงแม่เหล็กสเตเตอร์และโรเตอร์ของขดลวดช่วยและขดลวดหลัก $v_{sd}, v_{sq}, v'_{rq}, v'_{rd}$ คือองค์ประกอบแรงดันสเตเตอร์และโรเตอร์ของขดลวดช่วยและขดลวดหลัก $i_{sd}, i_{sq}, i'_{rd}, i'_{rq}$ คือองค์ประกอบกระแสสเตเตอร์และโรเตอร์ของขดลวดช่วยและขดลวดหลัก $R_{1a}, R_{2a}, R_{1m}, R_{2m}$ คือความต้านทานสเตเตอร์และโรเตอร์ของขดลวดช่วยและขดลวดหลัก L_{1a}, L_{1m} คือความเหนี่ยวนำในตัวเองของขดลวดช่วยและขดลวดหลัก L_{Ma}, L_{Mm} คือความเหนี่ยวนำร่วมของขดลวดช่วยและขดลวดหลักตามลำดับ ω_r คือความเร็วเชิงมุมโรเตอร์ J คือโมเมนต์ความเฉื่อย และ $p = d/dt$ จากสมการที่ 11 จะเห็นว่าการกระเพื่อมของแรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะขึ้นอยู่กับคุณภาพความผิดเพี้ยนของกระแสมอเตอร์ และในสมการที่ 12 ความเร็วของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับผลรวมของค่าผลต่างระหว่างแรงบิดที่สร้างขึ้นกับแรงบิดโหลด

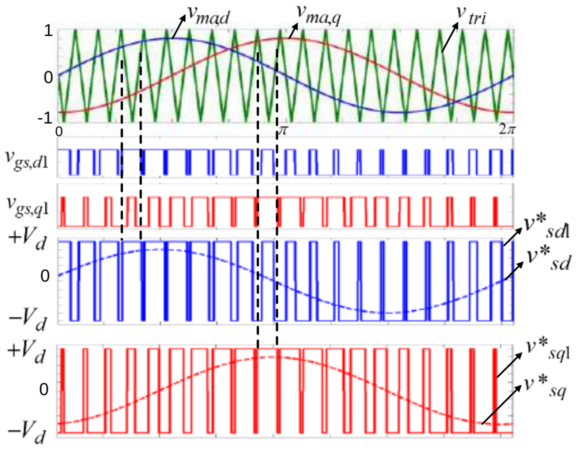
3. การจ่ายแรงดัน PWM ของอินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา

โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขาที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสที่มีวงจรกำลังแบบครึ่งบริดจ์ 2 ชุด แสดงได้ดังรูปที่ 4 ในการควบคุมการจ่ายแรงดันให้กับขดลวดหลักและขดลวดช่วย [5] ได้นำเสนอวิธีการจ่ายแรงดัน PWM 2 ระดับ ด้วยเทคนิคการมอดูเลตชั่นแบบไซน์ (SPWM) สำหรับจ่ายแรงดันสเตเตอร์ของขดลวดทั้งสองของมอเตอร์ที่ทำมุมต่างเฟสกัน 90 องศา จากรูปที่ 5 แสดงตัวอย่างคลื่นต่างๆ ของอินเวอร์เตอร์ เมื่อ $v_{ma,d}, v_{maq}$ คือคลื่นไซน์มอดูเลต v_{tri} คือคลื่นพาหะสามเหลี่ยม และ $v_{gs,d1}, v_{gs,q1}$ คือสัญญาณขับนำสำหรับสวิตช์ในกิ่งที่ 1 และ กิ่งที่ 2 ตามลำดับ $v^*_{sd1}, v^*_{sd}, v^*_{sq1}, v^*_{sq}$ คือ

แรงดันทางออก และแรงดันทางออกเฉลี่ยของอินเวอร์เตอร์สองเฟสในแต่ละแกน



รูปที่ 4 วงจรกำลังของอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขา สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส



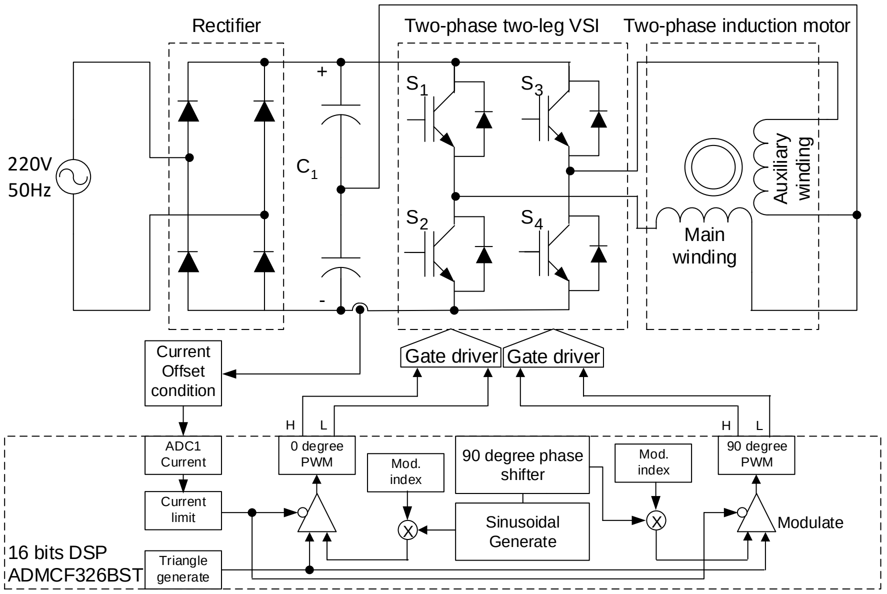
รูปที่ 5 การทำงานด้วยวิธีการจ่ายแรงดันพีดับบลิวเอ็ม 2 ระดับ

4. การออกแบบระบบควบคุม

อินเวอร์เตอร์แบบ สองเฟส สองขา ที่นำเสนอจะมีโครงสร้างดังรูปที่ 6 โดยมีวงจรกำลังเป็นแบบครึ่งบริดจ์จำนวน 2 ชุด สำหรับจ่ายแรงดันให้กับขดลวดหลัก และขดลวดช่วยที่มีจุดต่อร่วมเดียวกัน โดยใช้วงจรเรียงกระแสแบบเต็มบริดจ์ชุดเดียวกัน การสร้างสัญญาณควบคุมจะใช้ตัวประมวลสัญญาณดิจิตอลเบอร์ ADMCF326BST โดยใช้หลักการมอดูเลตความกว้างของพัลส์แบบไซน์สองระดับ แรงดันของขดลวดหลัก และขดลวดช่วยจะมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศาทางไฟฟ้าตลอดเวลา ด้วยการสังเคราะห์สัญญาณไซน์ขึ้นมา 1 ชุด และทำการเลื่อนเฟส (Phase shift) ออกไป 90 องศาทางไฟฟ้า นอกจากนี้จะทำการตรวจจับกระแสเพื่อป้องกันภาระโหลดเกินโดยใช้ไอซี HCPL788J ที่เป็นไอซีที่แยกภาคของส่วนตรวจจับ และส่วนประมวลผลออกจากกัน เพื่อสร้างสัญญาณตัดตอนเมื่อเกิดภาวะกระแสเกินผ่านช่องสัญญาณการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล ส่วนภาคขับนำเกตจะใช้ไอซีแบบเชื่อมโยงด้วยแสง (Opto-coupler) เบอร์ A3120 อุปกรณ์สวิตช์กำลังจะใช้ IGBT แบบดีสครีตเบอร์ IRFP40KD โดยใช้ความถี่ในการสวิตช์ 3 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟส

$P_o = 300W$	$V = 220V$	$f = 50H_z$
$R_{1m} = 2.44\Omega$	$L_{1m} = 7.2mH$	$L_{1a} = 7.2mH$
$R_{1a} = 2.88\Omega$	$R_{2a} = 2.64\Omega$	$L_{Mm} = 170mH$
$R_{2m} = 4.34\Omega$	$L_{Ma} = 174mH$	$J = 0.334\times10^{-3} kg-m^2$

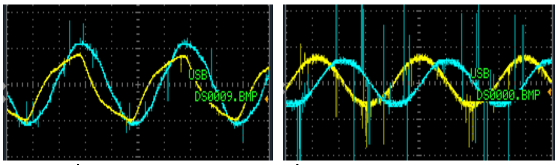


รูปที่ 6 โครงสร้างของการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสด้วยอินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา ที่นำเสนอ

5. การทดสอบการทำงาน

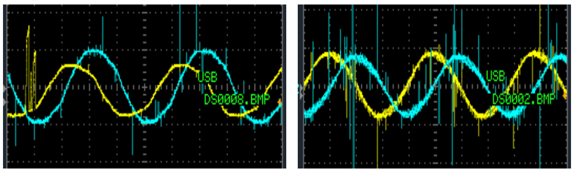
เครื่องต้นแบบของอินเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันสองเฟส สองขา ที่สร้างขึ้นจะแสดงได้ดังรูปที่ 7 ทำการทดสอบการทำงานเปรียบเทียบกับภาวะการใช้งานปกติของมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ใช้คาปาซิเตอร์ ที่ค่าโหลดต่างๆ มีผลการทดสอบที่แสดงด้วยสัญญาณกระแสไฟฟ้าของขดลวดทั้งสอง ดังรูปที่ 8 ถึง รูปที่ 10

รูปที่ 7 อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น



(ก) เมื่อใช้คาปาซิเตอร์ (ข) เมื่อใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา

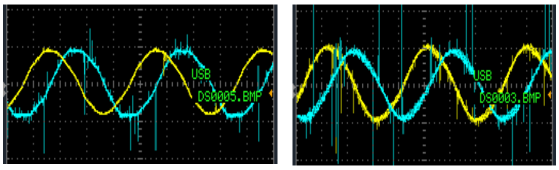
รูปที่ 8 กระแสมอเตอร์ที่ค่าโหลด 100 วัตต์ (Scale : 2A/div)



(ก) เมื่อใช้คาปาซิเตอร์ (ข) เมื่อใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา

รูปที่ 9 กระแสมอเตอร์ที่ค่าโหลด 200 วัตต์ (Scale : 2A/div)

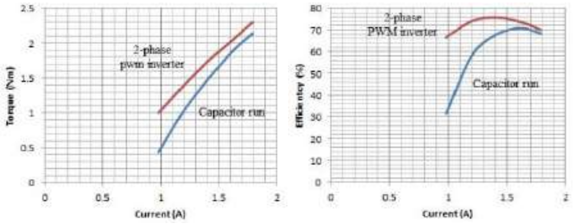
จากรูปที่ 8 และรูปที่ 9 ที่ค่าโหลด 100 วัตต์ และ 200 วัตต์ จะเห็นว่าเมื่อใช้คาปาซิเตอร์กระแสของขดลวดช่วยและขดลวดหลักจะมีค่าที่แตกต่างกัน และมีมุมต่างเฟสต่ำกว่า 90 องศาทางไฟฟ้า ส่วนกรณีที่ใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา กระแสทั้งสองขดลวดจะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศาทางไฟฟ้า



(ก) เมื่อใช้คาปาซิเตอร์ (ข) เมื่อใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา

รูปที่ 10 กระแสมอเตอร์ที่ค่าโหลด 300 วัตต์ (Scale : 2A/div)

จากรูปที่ 10 ที่ค่าโหลด 300 วัตต์ ซึ่งเป็นค่าพิกัดโหลด จะเห็นว่าทั้งในกรณีที่ใช้คาปาซิเตอร์และใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา กระแสทั้งสองขดลวดจะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีมุมต่างเฟสเข้าใกล้ 90 องศาทางไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นว่าในตลอดย่านของโหลดกรณีที่ใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา กระแสจะมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศาทางไฟฟ้า ส่วนค่าแรงบิดที่มอเตอร์เหนี่ยวนำสร้างขึ้นจะมีค่าดังกราฟในรูปที่ 11 ซึ่งจะเห็นว่าในกรณีที่ใช้อินเวอร์เตอร์สองเฟส สองขา จะมีค่าแรงบิดที่สูงกว่า 13.48 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด สูงกว่า 5.11 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 11 แรงบิด และประสิทธิภาพของมอเตอร์

6. สรุป

อินเวอร์เตอร์ สองเฟส สองขา ที่นำเสนอ จะมีโครงสร้างเป็นแบบครึ่งบริดจ์ 2 ชุด สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสองเฟส กระแสของขดลวดทั้งสองจะมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศาทางไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแรงบิดสูงสุดตลอดย่านโหลด ใช้หลักการมอดูเลตแบบไซน์พีดับบลิวเอ็มสองระดับ ควบคุมการทำงานด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล การทดสอบการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานทั่วไปของมอเตอร์เหนี่ยวนำสองเฟสที่ใช้คาปาซิเตอร์ต่อร่วมในวงจร พบว่ามีแรงบิดและประสิทธิภาพที่ดีกว่าตลอดย่าน โดยมีค่าแรงบิดที่พิกัดสูงกว่า 13.48 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด สูงกว่า 5.11 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

[1] F. Blaabjerg, F. Lungeanu, K. Skaug, M. Tonnes “Two-Phase Induction Motor Drives,” IEEE Ind. Appl. Magazine., July/Aug. 2004.

[2] M. Young, C. Liu, H.Liu, “New Inverter-Driven Design and Control Method for Two-Phase Induction Motor Drives,” IEE Proc.-Electr. Power Appl., vol. 143, No. 6, November 1996.

[3] Gullu, B., Sedat, S., and Omur, A. (2014). Modeling and Simulation of 1-phase to 2-phase Matrix Converter Motor Drive, Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC), 16th International, IEEE Conference Publications, pp. 845–850.

[4] Collins, E., Randolph, Jr., (1990) “Torque and Slip Behavior of Single Phase Induction Motors Driven from Variable Frequency Supplies”, Conference Record IAS Annual Meeting, pp.61-66.

[5] Subhadeep, B., Diego, M., Geza, J. and Gerry, M. (2015) “Reduced Switching Random PWM Technique for Two-Level Inverters”, IEEE Conference Publications, pp.695-702.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาและออกแบบชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วย Smart phone iOS

Development and design of simulation on-off the electrical system at home via the Internet with Smartphone iOS.

สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ[1] ธราธิป ภู่ระหงษ์[2]
[1,2]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม,
โทรศัพท์ 087-2258777 E-mail: sit.npu2@gmail.com, tharathip.ph@npu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการ Smart phone iOS มาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและลดระยะเวลาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยได้ใช้โปรแกรม Eclipse และ Android SDK สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน และใช้สมาร์ทโฟนในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับบอร์ด Wi-Fi Module ESP8266 เพื่อควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อช่วยในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยพบว่าจากการทดลองในการควบคุมจากระยะทางระหว่างสมาร์ทโฟนกับบอร์ด Wi-Fi Module ESP8266 ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำการทดลอง ระบบสามารถควบคุมสั่งการทำงานได้จากภายในและภายนอกอาคารได้ที่ระยะ 0-20 เมตร และมีเวลาในการสั่งการควบคุมที่ 1-2 วินาที ซึ่งเพียงพอสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และช่วยเพิ่มความสะดวกสบายและลดระยะเวลาในการใช้งานให้กับผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า, เครือข่ายไร้สาย

Abstract

This article is aimed to develop application program on Android to control the home electrical instruments and to increase the convenient and reduce the time to control the electricity. The program was develop on Eclipse with Android SDK and using smart phone to connect the application with Wi-Fi Module ESP8266 board for controlling relay which worked as electrical on-off switch. The results found that the working distance between smart phone and Wi-Fi Module ESP8266 board could be 0 – 20 m and the controlling command time was 1 – 2 sec which was enough to controlling electricity in home and increase the convenient of the user.

Keywords: Electrical Devices Control System, Wireless Network

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามาให้เราได้เรียนรู้และพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ให้เราได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันอยู่มาเรื่อยๆ โดยเฉพาะแอปพลิเคชั่นในระบบ Smart Phone อย่างเช่น ระบบปฏิบัติการ iOS หรือระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งมีแอปพลิเคชั่นที่นักวิจัยและพัฒนาโปรแกรม iOS นั้นเป็นระบบปฏิบัติ Open source ที่กำลังได้รับความนิยมเพราะสามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยใช้ Smart Phone เคลื่อนที่ไปที่ไหนก็ได้ ซึ่งปัจจุบันนี้เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่มีใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย และยังมีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีใช้กันทั่วประเทศ จึงคิดประยุกต์ใช้โดยนำโมดูล Wi-Fi มาต่อเข้ากับบอร์ด Arduino แล้วมันจะนำข้อมูลที่ถูกส่งมาไปประมวลผลข้อมูลและสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามที่ต้องการ โดยใช้ Smart Phone เป็นตัวควบคุมและแจ้งการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้ใช้งานได้ทราบ ทำให้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผู้จัดทำได้นำระบบอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อแสดงการทำงานของระบบควบคุมที่ออกแบบไว้ เป็นการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าไร้สายโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต Wi-Fi ซึ่งในกรณีบางครั้งสวิตซ์หรืออุปกรณ์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอาจเข้าถึงได้ยากหรืออยู่ไกลมือของผู้ใช้งานอาจทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า

เหล่านั้น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต Wi-Fi จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน ประหยัดเวลารวมทั้งประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ต่อไป ดังนั้นผู้จัดทำจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญและได้คิดค้นประดิษฐ์ชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเทอร์เน็ตด้วย Smart Phone iOS เพื่อพัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้กับระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารทางด้านข้อมูลและข่าวสารได้มีการพัฒนากันอย่างรวดเร็ว โทรศัพท์เคลื่อนที่มีความสามารถเพิ่มมากขึ้นจนเกือบจะเทียบเท่าคอมพิวเตอร์ และระบบปฏิบัติการที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่มีสัดส่วนการใช้งานดังนี้ คือ ระบบแอนดรอยด์ 33 % ระบบไอโอเอส 16% ระบบบริม 14% ระบบซิมเบี้ยน 31% ระบบวินโดวส์โมบาย 3% และระบบอื่นๆอีก 3% เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคา รวมทั้งสามารถทางานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ[1]

2) แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก และอุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามต้องการ และหากมองในมุมนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้วนั้น การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้ Android SDK เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนา [4] โดยสถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์นั้นถูกแบ่งออกเป็นลำดับชั้น หรือจะเรียกว่า Layer โดยแต่ละชั้นจะเรียกใช้บริการจากระดับชั้นที่อยู่ด้านล่างลงไป ซึ่งสามารถเป็นออกได้เป็น 4 ชั้นหลัก คือ ชั้นลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel), ชั้นไลบรารี (Libraries), ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework) และชั้นแอปพลิเคชัน (Application) [7]

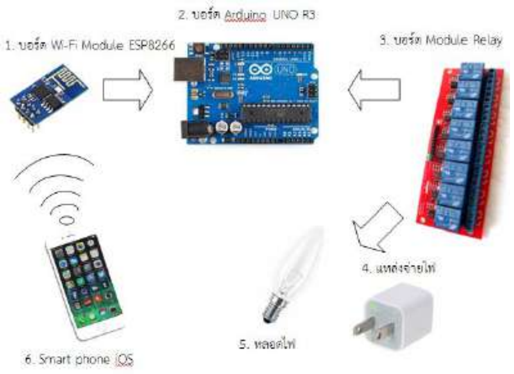
3) การพัฒนาแอปพลิเคชัน ด้วย Android SDK (Android Software Development Kit) เป็นชุดโปรแกรมที่ทาง Google พัฒนาออกมาเพื่อแจกจ่ายให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือผู้สนใจทั่วไปนำไปใช้งานกันได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ ซึ่งก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์นั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในชุด SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ อย่างเช่น Emulator ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถสร้างแอปพลิเคชัน และนำมาทดลองใช้งานบนอีมูเลเตอร์ก่อน โดยมีสภาวะแวดล้อมเหมือนกับการนำไปใช้งานโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จริงๆ [3] ส่วนโปรแกรม Eclipse และ Android SDK โปรแกรม Eclipse เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก จากผู้ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา จาวา โดยมีคุณสมบัติคือ ติดตั้งง่าย สามารถใช้กับ J2SDK ได้ทุกเวอร์ชั่น มี Plug-in ที่ใช้สำหรับเสริมประสิทธิภาพของโปรแกรม สำหรับแนวโน้มในอนาคตของการใช้ภาษาจาวาที่ควบคู่กับการออกแบบเชิงวัตถุจะมีมากขึ้น ซึ่งสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้เปิดการเรียนการสอนภาษาจาวามากขึ้นเป็นเหตุให้ตัว Eclipse เองจำเป็นต้องมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น

4) ระบบปฏิบัติการ iOS ระบบปฏิบัติการสำหรับสมาร์ทโฟนของบริษัทแอปเปิล โดยเริ่มต้นพัฒนาสำหรับใช้ในโทรศัพท์สมาร์ตโฟนยี่ห้อไอโฟน และได้พัฒนาต่อใช้สำหรับ เครื่องเล่นไอพอดทัช และไอแพด โดยระบบปฏิบัติการนี้สามารถเชื่อมต่อไปยังแอ็ปสตอร์ สำหรับเข้าถึงแอพพลิเคชั่น มากกว่า 300,000 ตัว ซึ่งมีการดาวน์โหลดไปมากกว่าห้าพันล้านครั้ง ระบบปฏิบัติการ iOS จาก Apple นั้นกลายเป็นระบบที่มีส่วนแบ่งทางด้านการใช้งาน ทางอินเตอร์เน็ตมากที่สุด มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายดายแต่แฝงไปด้วยลูกเล่นของระบบมัลติทัช สามารถสัมผัสหน้าจอเพื่อสั่งการได้มากกว่า 2 จุด มีระบบ Multitask สามารถเปิดแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้งานพร้อมกันได้หลาย ๆ นอกจากนั้นยังรองรับการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบเรียลไทม์ ทำให้ สามารถใช้บริการอินเทอร์เน็ตเช็คอีเมลล์ หรือเข้าสู่เครือข่ายสังคมออนไลน์ [2]

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 แนวคิดในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สายบนระบบปฏิบัติการ Smart Phone iOS จะเน้นไปที่การพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและลดระยะเวลาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น หลอดไฟ โดยสามารถใช้สมาร์ทโฟนในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อช่วยในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้หลอดไฟแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวคิดของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สายบนระบบปฏิบัติการ Smart Phone

3.2 การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สายบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีการออกแบบ ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่และขั้นตอนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ดสามารถควบคุมด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่และตรวจสอบสถานการทำงานของระบบบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ควบคุมหรือใช้งานในระบบสัญญาณการควบคุมจะถูกส่งออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโมดูล ESP8266 และจะมีการรับสัญญากลับมาจากโมดูล ESP8266 ซึ่งการทำงานนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการเขียนโปรแกรมลงในข้อมูล และมีการติดตั้งบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมีหน้าที่ในการสร้างสัญญาณควบคุมดังกล่าวและประมวลสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อเป็นการตรวจสอบสถานการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และแจ้งผลที่หน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้ผู้ใช้งานทราบ ดังนั้นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้นั้นต้องเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีระบบปฏิบัติการ iOS

4. การติดตั้ง และทดสอบการทำงาน

4.1 ผลการออกแบบโครงสร้างชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วยSmart phone iOS

จากการออกแบบโครงสร้างชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วยSmartphone iOS ทำให้สามารถแบ่งส่วนประกอบทั้งหมดออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

4.1.1 ผลการสร้างชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วย Smartphone iOS นำรีเลย์มาต่อเข้ากับพอร์ตอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ที่ต้องการ

4.1.2 โปรแกรมสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน หน้าต่างก่อนล็อกอินเข้าใช้งานโปรแกรมในโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแอปพลิเคชัน Arduino Ethernet Controller PRO

4.2 ผลการทดสอบชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วย Smart phone iOS

จากการทดสอบชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วย Smart phone iOS ทำให้สามารถแบ่งส่วนประกอบการทดสอบทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.2.1 การทดสอบส่วนของชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตด้วยSmart phone iOS ผลการทดสอบการทำงานของระบบแสดงด้วยระบบต้นแบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ หลอดไฟฟ้าภายนอกและภายในบ้านจำลองจำนวน 17 หลอด

4.3 ผลการทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi

ตารางที่ 4-1 ตารางการทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่โล่งแจ้ง

จำนวนครั้ง	การทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่โล่งแจ้ง					
	ระยะ 10 เมตร		ระยะ 15 เมตร		ระยะ 20 เมตร	
	สัญญาณ	ผลลัพธ์	สัญญาณ	ผลลัพธ์	สัญญาณ	ผลลัพธ์
1	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ปกติ
2	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ปกติ
3	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ปกติ
4	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ปกติ
5	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ปกติ

จากตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่โล่งแจ้ง พบว่าระยะห่างระหว่าง Smart phone IOS กับโมเด็ม Wi-Fi ห่างกัน 10 เมตร สัญญาณ ปกติ Wi-Fi ยังคงเหลือ 4 ขีด Wi-Fi ห่างกัน 20 เมตร สัญญาณ Wi-Fi ลดลงเหลือ 2 ขีด สั่งการใช้งานเริ่มค่อนข้างยากขึ้น

ตารางที่ 4-2 ตารางการทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่มีสิ่งกีดกลั้น

จำนวนครั้ง	การทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่มีสิ่งกีดกลั้น					
	ระยะ 10 เมตร		ระยะ 15 เมตร		ระยะ 20 เมตร	
	สัญญาณ	ผลลัพธ์	สัญญาณ	ผลลัพธ์	สัญญาณ	ผลลัพธ์
1	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ไม่ปกติ
2	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ไม่ปกติ
3	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ไม่ปกติ
4	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ไม่ปกติ
5	4 ขีด	ปกติ	3 ขีด	ปกติ	2 ขีด	ไม่ปกติ

จากตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่มีสิ่งกีดกลั้น พบว่าระยะห่างระหว่าง Smart phone iOS กับโมเด็ม Wi-Fi ห่างกัน 10 เมตร ปกติ Wi-Fi ห่างกัน 20 เมตร สัญญาณ Wi-Fi ลดลงเหลือ 2 ขีด จะเริ่มสั่งการใช้งานค่อนข้างยากขึ้น

5. สรุปผล

จากการทดสอบระยะห่างของสัญญาณ Wi-Fi ในชุดจำลองเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าภายในบ้านอาศัยผ่านอินเทอร์เน็ตด้วย Smart phone iOS ระยะห่างระหว่าง Smart phone iOS กับโมเด็ม Wi-Fi ห่างกัน 10 เมตร สัญญาณ Wi-Fi ยังคงเหลือ 4 ขีด สั่งการเปิด-ปิดไฟภายในบ้านจำลองได้ปกติ ระยะห่างระหว่าง Smart phone iOS กับโมเด็ม Wi-Fi ห่างกัน 15 เมตร สัญญาณ Wi-Fi ลดลงเหลือ 3 ขีด สั่งการเปิด-ปิดไฟภายในบ้านจำลองได้ปกติ ระยะห่างระหว่าง Smart phone iOS กับโมเด็ม Wi-Fi ห่างกัน 20 เมตร สัญญาณ Wi-Fi ลดลงเหลือ 2 ขีด สั่งการใช้งานเริ่มค่อนข้างยากขึ้น การทดสอบระยะห่างของสัญญา Wi-Fi ในแต่ระยะห่างพบว่ามีการลดลงในส่วนของสัญญาณ Wi-Fi ที่ Smart Phone iOS ห่างจากโมเด็ม Wi-Fi ในระยะห่างที่ 10 เมตร ถึง 20 เมตร จะพบว่าในระยะห่างเท่านี้จะสั่งการเปิด-ปิดระบบไฟภายนอกและภายในบ้านจำลองได้ตามที่ต้องการ แต่ถ้า Smart Phone iOS ห่างจากโมเด็ม Wi-Fi มากกว่านั้น พบว่าในระยะห่างเท่านี้จะสั่งการเปิด-ปิดระบบไฟภายนอกและภายในบ้านจำลองไม่ได้ตามที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

[1] จุไรรัตน์จินดา อรรคนิตย์และคณะ.(2558). ระบบควบคุมไฟถนนแบบหลอดแอลอีดีโดยใช้สมาร์ทโฟน.รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8 วันที่ 4-6 พฤศจิกายน 2558

[2] ระพีพัฒน์ ธนะพัฒน์ และคณะ “ระบบปฏิบัติการ iOS” (ออนไลน์), จาก : https://sites.google.com/a/bumail.net/smartphones-lifestyle/kar-leuxk-chi-ngan-rabb-ptibati-kar-bn-sma-rth-fon

[3] วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. “การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์”. (ออนไลน์), จาก : http://wiwatmee.blogspot.com/2012/08/developer-android-sdk-sdk-android.html, ตุลาคม 2558.

[4] ศุภกิจ ทองดี. “บทที่ 1 รู้จักกับแอนดรอยด์”. (ออนไลน์), จาก : http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71, ตุลาคม 2558.

[5] Abou El-Ela, M.; Alkanhel, M. “Bluetooth based telemetry / PLC system”, AEIC’2007 Al-Azhar Engineering Ninth International Conference. Nasr City, Cairo, Egypt, April, 2007.

[6] Khusvinder Gill, Shuang-Hua Yang, Fang Yao, and Xin Lu, “A zigbee-based home automation system” IEEE Transactions on, Vol.55(2), pp. 422-430, 2009.

[7] MEDIATHAILAND. “เทคโนโลยี Bluetooth”. (ออนไลน์), จาก : http://mediath2.blogspot.com/2012/06/bluetooth.html, ธันวาคม 2558.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ออกแบบและพัฒนาระบบขับไฟแอลอีดีส่องถนน 80 วัตต์ สำหรับระบบแหล่งจ่ายไฟแบบผสมผสาน

Design and Improvement Drive LED Street light 80 W for Hybrid Voltage Source System

อำนาจ เพชรคนชม นิกร ศรีพนมวัน และ ธวัชชัย ทองเหลี่ยม

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-109300 ต่อ 3012 E-mail: thawatchait@npru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและปรับปรุงระบบไฟส่องถนนแอลอีดี 80 W ให้ทำงานแบบผสมผสานโดยใช้วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขับแอลอีดีทำงานสลับกับวงจรขับของบริษัทผู้ผลิต กรณีช่วงเวลากลางคืน แอลดีอาร์จะสั่งให้วงจรทำการเปิด-ปิดวงจรขับ กรณีแรงดันแบตเตอรี่ (V_B) น้อยกว่า 9 V วงจรสวิตช์แหล่งจ่ายทำหน้าสลับจากวงจรคอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรขับชองบริษัท วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอทำการขยายแรงดันแบตเตอรี่ 12 V ให้มีค่าเท่ากับ 30 V จากผลการทดลองพบว่าวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์สามารถขับชุดหลอดไฟแอลอีดีส่องถนนมีความสว่างเท่ากับ 9,684 Lux ขณะที่ไม่มีแสงสว่าง ระบบสามารถให้ความสว่างด้วยแอลอีดีได้ กรณี V_B < 9 V ระบบไฟส่องถนนสามารถสวิตช์แหล่งจ่ายไฟไปใช้แรงดันไฟ 220 Vac เพื่อให้วงจรของบริษัทผู้ผลิตทำการขับไฟแอลอีดีได้

คำสำคัญ: แอลดีอาร์, ไฟแอลอีดีส่องถนน, วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์

Abstract

This paper presents the design and improvement drive LED street light 80 W for hybrid system by using the flyback-boost converter, which is switched to the commercial driver circuit. In case of night day, LDR sensor commander circuit by open-close driver circuit. In case of battery voltage lower than 9 V, the switch supply voltage circuit is switched form the converter to the commercial circuit. The proposed converter circuit is amplifying battery voltage 12 V to output voltage 30 V. The experimental result show the flyback-boost converter can be diving LED street light with brightness is 9,684 lux. In case of dark, the LED street light system can be operation. In case of V_B < 9 V, the street light system can be switched the supply voltage equal to 220 Vac in order to the commercial circuit is dive LED lighting.

Keywords: LDR, LED street light, flyback-boost converter

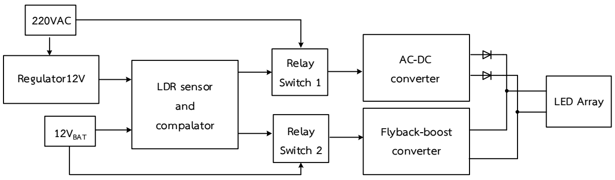
1. บทนำ

ปัจจุบันไฟถนน (Street light) ที่ใช้หลอดแอลอีดีกำลังสูงถูกผลิตมาจำหน่าย และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีทั้งแบบใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า และใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าร่วมกับพลังจากแผงโซล่าเซลล์ การวิจัย และพัฒนาสินค้าในส่วนของชุดหลอดไฟแอลอีดี วงจรขับหลอดแอลอีดี และระบบไฟแอลอีดีส่องถนนในประเทศไทยจึงมีความสำคัญอย่างมาก งานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ทำการออกแบบวงจรขับแอลอีดีส่องถนนที่ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแหล่งจ่ายแรงดันแบตเตอรี่ งานวิจัย [1] ออกแบบระบบไฟส่องให้สามารถใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและแรงดันจากแบตเตอรี่ ซึ่งใช้ถูกชาร์ตจากโซล่าเซลล์ งานวิจัย [2-5] นำเสนอระบบการชาร์ตแบตเตอรี่จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้รีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์สลับการใช้แหล่งจ่ายไฟสำหรับขับแอลอีดีและสวิตช์การชาร์ตแบตเตอรี่จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ วิธีการดังกล่าวมีประสิทธิผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าน้อย งานวิจัย [6] นำเสนอระบบไฟส่องสว่างให้ใช้แรงดันเอซีแหล่งจ่ายไฟสำหรับขับแอลอีดี ช่วงเวลากลางวันระบบจะใช้โซล่าเซลล์เป็นแหล่งจ่ายให้วงจรอินเวอร์เตอร์แปลงเป็นแรงดันเอซีเพื่อจ่ายเข้าระบบส่งจ่าย ส่งผลให้ระบบสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบส่งจ่ายได้ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวมีซับซ้อนในส่วนของวงจรอินเวอร์เตอร์

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบ และพัฒนาระบบไฟแอลอีดีสองถนนขนาด 80 W ด้วยการปรับปรุงระบบไฟแอลอีดีส่องถนนของบริษัทผู้ผลิตให้สามารถใช้แรงดันไฟฟ้า 220 Vac และใช้แหล่งจ่ายแรงดันแบตเตอรี่ (V_B) วงจรเปรียบเทียบแหล่งจ่ายแรงดันเพื่อทำหน้าที่สลับแหล่งจ่าย งานวิจัยนี้ออกแบบและสร้างวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์สำหรับขับชุดหลอดไฟแอลอีดี (LED) ซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ และใช้ไอซี TL494 ทำหน้าควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ การเปิดและปิดระบบไฟส่องสว่างจะใช้แอลดีอาร์เป็นตัวเซ็นเซอร์ของวงจรสวิตซ์แสง ให้ระบบทำงานในช่วงเวลากลางคืนแบบอัตโนมัติ

2. ระบบไฟแอลอีดีส่องถนนที่นำเสนอ

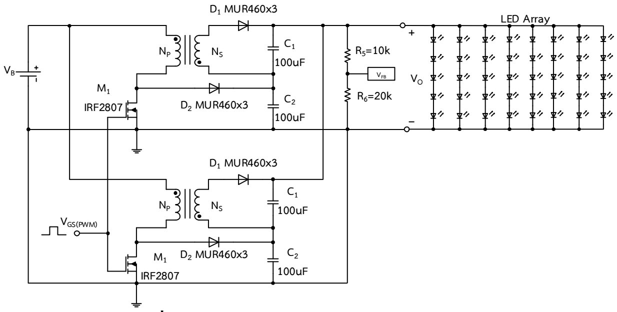
รูปที่ 1 แสดงระบบไฟแอลอีดีส่องถนนแบบผสมผสานที่นำเสนอประกอบด้วย วงจรรักษาระดับแรงดัน วงจรตัดต่อด้วยเซ็นเซอร์แสง วงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ รีเลย์ วงจรแปลงแรงดันเอซีเป็นแรงดันดีซีสำหรับขับชุดหลอดไฟแอลอีดีของบริษัทผู้ผลิต วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอ และชุดหลอดไฟแอลอีดี 80 W



รูปที่ 1 ระบบไฟแอลอีดีส่องถนน

2.1 วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์

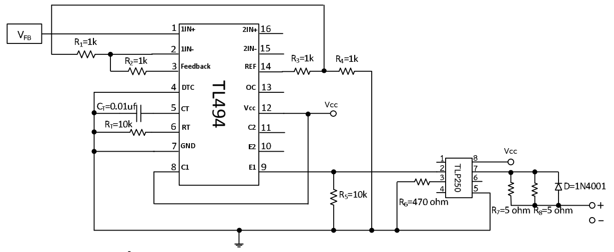
รูปที่ 2 แสดงวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ขยายแรงดันแบตเตอรี่ 12 V ให้มีแรงดันเอาต์พุตเท่ากับ 30 V กระแสเอาต์พุตเท่ากับ 2.66 A สำหรับขับชุดหลอดไฟแอลอีดี 80 W จำนวน 2 วงจร



รูปที่ 2 วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์

2.2 วงจรควบคุมคอนเวอร์เตอร์

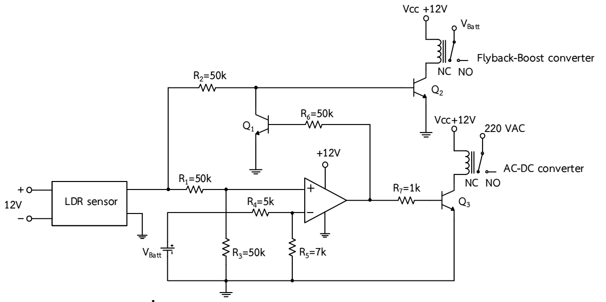
รูปที่ 3 แสดงวงจรควบคุมวงจรขับหลอดด้วยไอซี TL494 ซึ่งถูกออกแบบให้กำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ความถี่ 20 kHz วงจรทำหน้าที่สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนให้กลับวงจรขับนำสวิตช์มอสเฟตในวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ และทำหน้าที่ควบคุมแรงดันเอาต์พุตของวงจร



รูปที่ 3 วงจรควบคุมคอนเวอร์เตอร์ด้วยไอซี TL494

2.3 เซ็นเซอร์แสงและวงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ

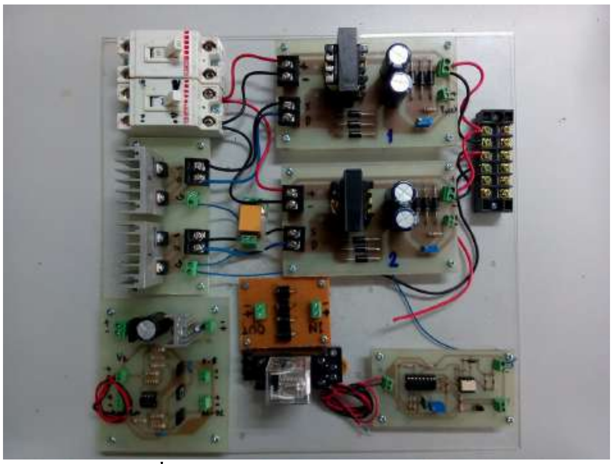
รูปที่ 4 แสดงเซ็นเซอร์แสง (LDR sensor) และวงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ กรณีแรงดัน $V_B \geq 9$ V แรงดันเอาต์พุตของออปแอมป์เท่ากับศูนย์ ส่งผลทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_3 ไม่นำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q_2 ถูกไบอัสให้นำกระแสทำให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำการสวิตช์ให้แบตเตอรี่จ่ายแรงดันให้กับวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขับชุดหลอดไฟแอลอีดี กรณีแรงดัน $V_B < 9$ V แรงดันเอาต์พุตของออปแอมป์เท่ากับ 12 V ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_3 นำกระแส ส่งผลให้รีเลย์ตัวที่ 2 ทำการสวิตช์ให้แหล่งจ่ายไฟ 220 Vac จ่ายให้กับวงจรขับชุดหลอดไฟแอลอีดีจากบริษัทผู้ผลิต ขณะเดียวกันทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่นำกระแสจึงทำให้รีเลย์ตัวที่หนึ่งไม่ทำงานหน้าสัมผัสถูกดึงกลับมาอยู่ที่ตำแหน่ง NC วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์จะไม่ทำงาน



รูปที่ 4 เซ็นเซอร์แสงและสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ

3. การทดลอง และผลการทดลอง

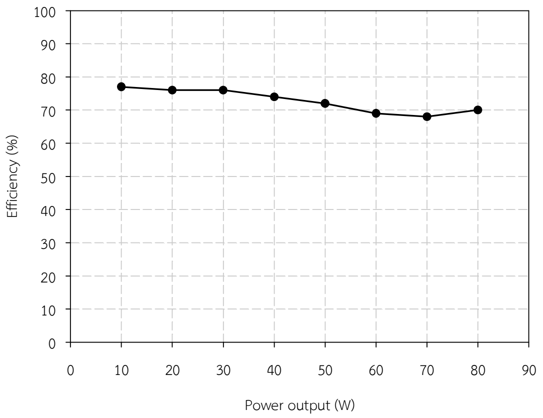
งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองระบบไฟส่องถนนด้วยการทดลองวงจรขับฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ ทดลองเซ็นเวอร์แสงและวงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ สุดท้ายได้ทำงานการทดลองระบบไฟส่องถนนดังที่เสนอ รูปที่ 5 แสดงวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์



รูปที่ 5 วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์

3.1 วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์

เพื่อหาประสิทธิภาพของวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์งานวิจัยนี้ทำการทดลองต่อโหลดตัวต้านทานเท่ากับ 89.7 Ω 44.2 Ω 30.3 Ω 22.2 Ω 17.7 Ω 15.6 Ω 12.6 Ω และ 10.2 Ω แล้วทำการวัดค่าแรงดันอินพุต แรงดันเอาต์พุต กระแสอินพุต และกระแสเอาต์พุต จากนั้นได้นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของวงจร จากผลการทดลองพบว่าวงจรมีประสิทธิภาพเท่ากับ 68 % - 77 % รูปที่ 6 แสดงกราฟประสิทธิภาพของวงจรคอนเวอร์เตอร์ขณะต่อโหลด 10 W ถึง 80 W จากกราฟแสดงให้เห็นว่าวงจรมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 72.25 %



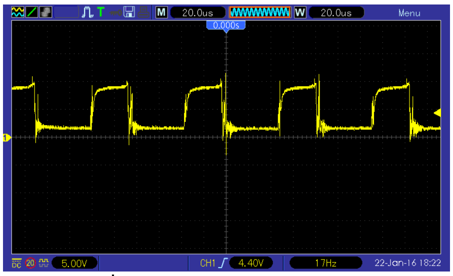
รูปที่ 6 กราฟประสิทธิภาพ

ทำการทดลองวัดความเข้มแสงของแอลอีดี 80 W ที่ใช้วงจรขับที่นำเสนอเทียบกับแอลอีดีที่ใช้วงจรขับของบริษัทผู้ผลิต ตารางที่ 1 แสดงผลการผลการทดลองวัดความเข้มแสงของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรขับของบริษัทผู้ผลิต จากผลการทดลองพบว่าแอลอีดีที่ใช้วงจรคอนเวอร์เตอร์ขับมีค่าความเข้มแสงน้อยกว่าแอลอีดีที่ใช้วงจรขับของบริษัทผู้ผลิต

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดความเข้มแสง

ตำแหน่ง	ความเข้มแสง	
	วงจรที่นำเสนอ (Lm)	วงจรของบริษัทผู้ผลิต (Lm)
1	9,684	10,760
2	9,684	10,760
3	9,684	12,912
4	8,608	10,760
5	9,684	12,912
6	9,684	10,760
7	8,608	11,836
8	9,684	12,912
9	9,684	12,912

รูปที่ 7 แสดงผลการทดลองวัดสัญญาณพัลส์ขณะขับมอสเฟตของวงจรคอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอขณะขับชุดหลอดไฟแอลอีดีส่องถนน จากผลการทดลองพบว่าสัญญาณพัลส์มีแรงดันเท่ากับ 8 V และมีค่าดิวตีไซเคิลเท่ากับ 40%



รูปที่ 7 สัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชัน

3.2 เซ็นเซอร์แสงและวงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองวงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์ด้วยการป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน 12 V ให้กับวงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์ แล้วทำการเปิดแอลดีอาร์เซ็นเซอร์เพื่อรับแสง ซึ่งเสมือนระบบไฟส่องถนนติดตั้งอยู่ในช่วงเวลากลางวัน วงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์จะไม่ทำงาน ทำการทดลองวงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์ให้เสมือนช่วงเวลากลางคืนด้วยการปิดแอลดีอาร์ไม่มีแสงตกกระทบเซ็นเซอร์ รูปที่ 8 แสดงผลการทดลองวงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์ ขณะไม่มีแสงตกกระทบเซ็นเซอร์ วงจรทำการจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง 12 V ให้กับวงจรสลับแหล่งจ่าย กรณีแรงดัน ≥ 9 V ไฟแอลอีดีสีฟ้าสว่าง ซึ่งแสดงสถานะไฟ 12 V ทำงานดังแสดงในรูปที่ 8(ก) รูปที่ 8(ข) แสดงผลการทดลองกรณีแรงดัน $V_B < 9$ V ไฟแอลอีดีสีเหลืองสว่าง ซึ่งแสดงสถานะไฟ 220 Vac ทำงาน

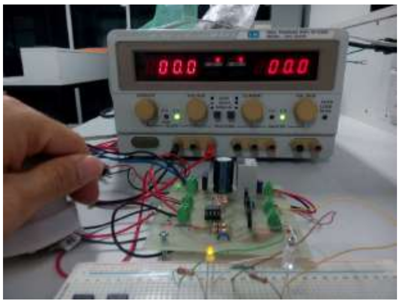
3.3 ระบบไฟส่องถนน

รูปที่ 9 แสดงผลการทดลองวงจรสวิตช์แหล่งจ่าย รูปที่ 9(ก) แสดงผลการทดลองกรณีแรงดัน $V_B \geq 9$ V วงจรทำการสวิตช์แหล่งจ่ายไฟแบตเตอรี่ให้กับวงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขับชุดหลอดไฟแอลอีดี รูปที่ 9(ข) แสดงผลการทดลองในกรณีแรงดัน $V_B < 9$ V วงจรจะทำการสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ 220 Vac ซึ่งใช้แอลอีดีแสดงสถานะของวงจรขับชุดหลอดไฟแอลอีดีของบริษัทผู้ผลิตขณะทำงาน

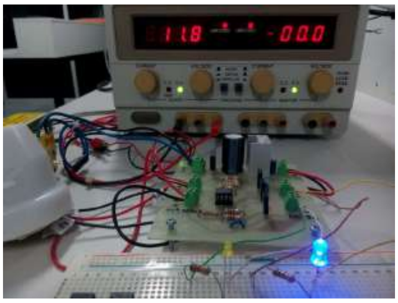
4. สรุปงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบไฟแอลอีดีส่องถนน 80 W แบบแหล่งจ่ายไฟผสมผสาน วงจรฟลายแบค-บูสต์คอนเวอร์เตอร์ทำหน้าที่ขับชุดหลอด ซึ่งถูกควบคุมแรงดันเอาต์พุตด้วยไอซี TL494 จากผลการทดลองวงจรคอนเวอร์เตอร์ขับชุดหลอดไฟแอลอีดีส่องถนนพบว่าแรงดันเอาต์พุตของวงจรมีค่าเท่ากับ 31.45 V กระแสเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 2.25 A ชุดหลอดไฟแอลอีดีส่องถนนมีความ

สว่างเท่ากับ 9,684 Lux และจากผลการทดลองเซ็นเซอร์แสงและวงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟพบว่าวงจรสามารถเปิด-ปิดระบบไฟส่องถนนได้ดี และขณะที่ $V_B < 9$ V วงจรสามารถสวิตช์ไปให้วงจรขับของบริษัทผู้ผลิตทำงานได้



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 วงจรแอลดีอาร์เซ็นเซอร์และวงจรสลับแหล่งจ่ายขณะไม่มีแสง (ก) $V_B < 9$ V และ (ข) $V_B \geq 9$ V

(ก)

(ข)

รูปที่ 8 วงจรสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ (ก) $V_B \geq 9$ V และ (ข) $V_B < 9$ V

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สนับสนุนทุนวิจัยโครงการทุนวิจัยอาจารย์ร่วมนักศึกษาปริญญาตรีประจำปีการศึกษา 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] Zh. Jianping, Zh. Yingping, and Y. Ning, “ Research on Driving Circuits of PV Hybrid LED Street Lighting System,” 2011 Inter.l Conf. Com. Dist. Cont. Intel. Envi. Moni. (CDCIEM), vol. 2, pp. 257-260, 19-20 February 2011.

[2] R. A. Pinto, M. R. Cosetin, J. G. Roncalio, M. Melo, T. B. Marchesan, M. A. D. Costa and R. N. do Prado, “ Street lighting system based on integrated buck-flyback converter to supply LEDs without energy consumption during the peak load time,” 2011 Brazilian Power Elec. Conf. (COBEP), pp. 892-897, 11-15 September 2011.

[3] R. A. Pinto, M. R. Cosetin, J. G. Roncalio, M. Melo, T. B. Marchesan, J. M. Alonso, M. A. D. Costa and R. N. do Prado, “High-power-factor street lighting system to supply LEDs without energy consumption during the peak load time,” 37th Annu. Conf. IEEE Indus. Elec. Soci. (IECON 2011), pp. 4515-4520, 7-11 November 2011.

[4] R. A. Pinto, J. G. Roncalio, and R. N. do Prado, “Street Lighting System using Light Emitting Diode (LEDs) supplied by the Mains and by Batteries,” 2013 Inter. Conf. New Conc. Smart Cities: Fost. Publ. Priv. Allia. (SmartMILE), pp. 1-4, 11-13 December 2013.

[5] R. A. Pinto, P. E. Bolzan and R. N. do Prado, “A Single-Stage High Power-Factor Converter for Street Lighting System Based on LEDs Supplied by Mains/Battery,” 38th Annu. Conf. IEEE Indus. Elec. Soci. (IECON 2012), pp. 4515-4520, 25-28 October 2012.

[6] M. F. de Melo, W. D. Vizzotto, P. J. Quintana, A. L. Kirsten, M. A. D. Costa, and J. Garcia, “ Bidirectional Grid-Tie Flyback Converter Applied to Distributed Power Generation and Street Lighting Integrated System,” IEEE Transl. Indus. Appli, vol. 51, No. 6, pp. 4709-4717, December 2015.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์

Solar Battery Charger

สมพงษ์ แก้วหวัง[1] กระวี อนนตรี[2] ฐาปนิค ตีระพันธ์[3]

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เลขที่ 2/1 ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

โทรศัพท์ 0-7431-7100 โทรสาร 0-7431-7123

[1]E-mail: spong2524@hotmail.com

[2]E-mail: kravee@hotmail.com

[3]E-mail: thapaniczzzs@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเรื่องของพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลกและมีผลกระทบรุนแรงมากขึ้น พลังงานจากแสงอาทิตย์จึงจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์บ[1] เพื่อศึกษาและสร้างไฟสำรองในสถานการณ์ต่างๆเพื่อทดสอบการหาแหล่งจ่ายไฟทุกที่ที่มีแสงสว่างเพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในตัวเครื่องผลการวิจัยพบว่า จากการเปรียบเทียบการทดลองของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ [2] พลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่ขนาดความจุของแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน พบว่า แบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 1430 มิลลิแอมป์สามารถทำการชาร์ตแบตเตอรี่ได้จำนวน 5 รอบ ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งมากกว่าแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 7000 มิลลิแอมป์สามารถชาร์ตแบตเตอรี่ได้เพียงจำนวน 1 รอบ ต่อ 1 เครื่อง เนื่องจากขนาดความจุแบตเตอรี่สมาร์ทโฟน มีความต้องการใช้งานที่มากขึ้นจำนวนรอบในการชาร์ตก็จะยิ่งลดลงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำไปทดสอบการใช้งานข้อที่มีจำนวนค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.76 และระดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด คือ สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ มีค่าเฉลี่ย 4.08 ความพึงพอใจในภาพรวมระดับค่าเฉลี่ย 4.44 มีความพึงพอใจมาก รวมทั้งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำไปทดสอบการใช้งานข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 5 และระดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด คือ สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ มีค่าเฉลี่ย 3.33 โดยความพึงพอใจในภาพรวมระดับค่าเฉลี่ย 4.13 มีความพึงพอใจมาก

คำสำคัญ: เครื่องชาร์ต, แบตเตอรี่, พลังงาน, แสงอาทิตย์

Abstract

Nowadays the subject of energy is a big issue in the world and affects more serious power, the solar energy is the most important. The solar cell is an invention of electronic. Which is used to produce electrical energy. The objective of this research. To study and build a fire emergency situations. To test a power supply wherever there is light. To transform solar energy into electrical energy stored in the machine.The results of Solar Battery Charger The capacity of the battery and the smartphone each model has a different combination of the battery life of a smartphone with a capacity of 1430 mAh can recharge at 5 cycles per one machine over. the battery life of a smart phone with a capacity of 7000 mAh batteries can be only one round on one of the machines, because the battery capacity of smart phones. There is a demand for more jobs. The number of charts will also greatly reduced. The satisfaction of users with access to Solar Battery Charger When put to the test with the use of the most comfortable to use. With an average of 4.76, and the highest level of satisfaction at least the location is appropriate to provide an average overall satisfaction level of 4.08, average 4.44 are very satisfied. Including the satisfaction of experts on Solar Battery Charger When put to the test applications with an average maximum comfort for the user. 5 and has the highest average satisfaction level at least location is appropriate to provide an average of 3.33 with an overall satisfaction level of 4.13, with an average satisfaction.

Keywords: Chargers, Battery ,Energy, Sunshine

1. บทนำ

การดำเนินชีวิตประจำวันของคนเราทุกวันนี้ หลีกหนีไม่ได้กับการอาศัยสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหลาย เพื่อทำให้ชีวิตความเป็นอยู่สะดวกสบายขึ้น และหนึ่งในสิ่งเอื้อประโยชน์นั้นก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้า อันเป็นเครื่องมือ-เครื่องใช้ที่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเราทุกคนสรรหามาใช้กันอย่างถ้วนหน้า ไม่ว่าจะใช้สำหรับอำนวยความสะดวกภายในบ้านพักอาศัย สถานที่ทำงาน โรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงอาคารสถานที่ต่างๆ เมื่อเราเห็นว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้มีความสำคัญ ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าย่อมมีความสำคัญยิ่งกว่า ด้วยเหตุผลที่ว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าจะสามารถทำงานได้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น

ซึ่งในส่วนของแบตเตอรี่ถือเป็นพลังงานสำคัญที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิสามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่า ชาร์เจอร์ หรือ รีชาร์เจอร์ [4] และในส่วนของการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่รี่มากนั้นเป็นปัจจัยหลักๆ ที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานแบตเตอรี่รี่มากน้อยของการใช้งานแต่ละคนขนาดหน้าจอและความละเอียด เป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่รี่มากที่สุดเลย ความสว่างของหน้าจอ ยิ่งสว่างมากใช้พลังงานมากรับสัญญาณ 3G หรือ WiFi ถ้ากำลังรับสัญญาณ 3G จะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่รี่มากกว่าใช้ WiFi ดังนั้นการใช้งานแบตเตอรี่เป็นจำนวนมากทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปแบบของแบตเตอรี่และการชาร์จแบตเตอรี่ในแต่ละครั้งก็จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า

ทั้งนี้ในปัจจุบันเรื่องของพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลกและนับวันจะมีผลกระทบรุนแรงมากขึ้นทุกที พลังงานจากดวงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆอันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า [3]

ดังนั้นจากหลักการและเหตุผลข้างต้นกลุ่มจึงขอนำเสนอโครงงานเรื่องเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาและสร้างไฟสำรองฉุกเฉินในสถานการณ์ต่างๆ

2.2 เพื่อทดสอบการหาแหล่งจ่ายไฟ ทุกที่ที่มีแสงสว่าง

2.3 เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในตัวเครื่อง

3. ผลการวิเคราะห์

3.1สามารถชาร์ตสมาร์ทโฟนได้ 3 เครื่อง

สูตร การคำนวณความจุกับรอบการชาร์ตแบตเตอรี่สมาร์ทโฟน

$$\frac{\text{ค่าความจุของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ X ค่า conversion loss}}{\text{ค่าความจุของแบตรี่สมาร์ทโฟน}} = \text{จำนวนรอบที่ชาร์ตได้}$$

$$\frac{12{,}000\text{mA X } 70\,\%}{1{,}430\text{ mA}} = 5.8 \text{ รอบต่อ 1 เครื่อง}$$

ค่าความจุของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ = 12,000 มิลลิแอมป์
ค่าConversion Loss = 70 เปอร์เซ็นต์
ค่าความจุของแบตเตอรี่สมาร์ทโฟน = 1,430 มิลลิแอมป์
จำนวนรอบที่ชาร์ตได้ = 5.8 รอบต่อ 1 เครื่อง

ค่า conversion loss คือ การแปลงพลังงานไฟฟ้าในส่วนของการ input เป็นพลังงานทางเคมี และเมื่อมีการคลายพลังงานออก output ก็จะต้องเสียค่าในการแปลงพลังงาน โดยปกติค่า loss เฉลี่ยอยู่ราวๆ 30%

จำนวนรอบในการชาร์ต กรณีที่ชาร์ตสมาร์ทโฟนพร้อมกัน 2 เครื่อง นำค่าของจำนวนรอบที่ชาร์ตได้หารกับจำนวนของเครื่องสมาร์ทโฟน [4]

ช่องเสียบสายชาร์ตแบตเตอรี่ (USB) ในการใช้งานเพื่อชาร์ตแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนนี้ สามารถชาร์ตแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนได้จำนวน 3 เครื่องพร้อมกัน โดยที่ขนาดความจุของแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน และในขณะชาร์ตแบตเตอรี่หากมีการใช้งานสมาร์ทโฟนไปด้วยจะทำให้การคำนวณผิดพลาดได้ ซึ่งมีพลังงานสูญเสียเพิ่มไปด้วยขณะใช้งาน จึงทำให้จำนวนรอบที่สามารถชาร์ตแบตเตอรี่ได้แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนรอบการชาร์ตแบตเตอรี่ ของสมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่น

รุ่นของอุปกรณ์	ความจุแบตเตอรี่ (mAh)	จำนวนเครื่อง (ต่อรอบ)		
		1 เครื่อง	2 เครื่อง	3 เครื่อง
iPhone 4/4s	1430	5.8	2.9	1.9
iPhone 5	1440	5.8	2.9	1.9
iPhone 5s/5c	1560	5.3	2.6	1.7
iPhone 6	1810	4.6	2.3	1.5

iPad mini	4490	1.8	0.9	0.6
Samsung S3	2100	4	2	1.3
Samsung S4	2600	3.2	1.6	1
Galaxy Note 2	2600	3.2	1.6	1
Galaxy Note 3	3200	2.6	1.3	0.8
Galaxy Note 8	4600	1.82	0.9	0.6
Galaxy Note 10.1	7000	1.2	0.6	0.4
Galaxy Tab 8.9	6000	1.4	0.7	0.4
Sony Xperia Z	2330	3.6	1.8	1.2
Oppo R7	2320	3.6	1.8	1.2
ASUS Zenfone 2	3000	2.8	1.4	0.9
Huawei	1700	4.9	2.4	1.6

ในตารางที่ 1 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ จากการเปรียบเทียบการทดลองของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่ขนาดความจุของแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน พบว่า แบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 1430 mAh สามารถทำการชาร์ตแบตเตอรี่ได้จำนวน 5 รอบ ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งมากกว่าแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 7000 mAh สามารถชาร์ตแบตเตอรี่ได้เพียงจำนวน 1 รอบ ต่อ 1 เครื่องเนื่องจากขนาดความจุแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนมีความต้องการใช้งานที่มากขึ้น จำนวนรอบในการชาร์ตก็จะยิ่งลดลง

การทดสอบการใช้งาน ทดสอบโดยการนำเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งใช้งานจริงให้กับนักศึกษา ได้ทดสอบชิ้นงานและประเมินผลโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ และนำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งระดับคะแนนดังนี้

คะแนนระดับ 4.5 – 5 มีความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนระดับ 3.5 – 4.4 มีความพึงพอใจมาก

คะแนนระดับ 2.5 – 3.4 มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนระดับ 1.5 – 2.4 มีความพึงพอใจน้อย

คะแนนระดับ 1 – 1.4 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

1) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การทดสอบความพึงพอใจ โดยการนำเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์ให้ผู้ใช้งาน จำนวน 20 คน โดยใช้เวลาในการทดสอบเป็นเวลา 2 วัน ได้ทดสอบใช้และการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจมีระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจจากการทดสอบใช้เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1.ความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.76	มากที่สุด
2.จำนวนความจุของแบตเตอรี่เพียงพอต่อการใช้งาน	4.44	มาก
3.ช่องเสียบยูเอชบีในการชาร์ตแบตเตอรี่ มีความเพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.48	มาก
4.การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน	4.44	มาก
5.สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ	4.08	มาก
รวมเฉลี่ย	4.44	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำไปทดสอบการใช้งานโดยแบบประเมินข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.76 และระดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด คือ สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ มีค่าเฉลี่ย 4.08 โดยความพึงพอใจในภาพรวมระดับค่าเฉลี่ย 4.44 มีความพึงพอใจมาก

5.1 ผลการวิจัย

ปัจจุบันเรื่องของพลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลกและมีผลกระทบรุนแรงมากขึ้น พลังงานจาก
แสงอาทิตย์จึงจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและสร้างไฟสำรองฉุกเฉินในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบการหาแหล่งจ่ายไฟทุกที่ที่มีแสงสว่าง เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในตัวเครื่อง

ผลการวิจัยพบว่า จากการเปรียบเทียบการทดลองของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่ขนาดความจุของแบตเตอรี่สมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน พบว่า แบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 1430 มิลลิแอมป์ สามารถทำการชาร์ตแบตเตอรี่ได้

จำนวน 5 รอบ ต่อ 1 เครื่อง ซึ่งมากกว่าแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีความจุ 7000 มิลลิแอมป์ สามารถชาร์ตแบตเตอรี่ได้เพียงจำนวน 1 รอบ ต่อ 1 เครื่อง เนื่องจากขนาดความจุแบตเตอรี่สมาร์ทโฟน มีความต้องการใช้งานที่มากขึ้น จำนวนรอบในการชาร์ตก็จะยิ่งลดลง ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำไปทดสอบการใช้งานข้อที่มีจำนวนค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.76 และระดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด คือ สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ มีค่าเฉลี่ย 4.08 ความพึงพอใจในภาพรวมระดับค่าเฉลี่ย 4.44 มีความพึงพอใจมาก รวมทั้งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อนำไปทดสอบการใช้งานข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 5 และระดับความพึงพอใจที่น้อยที่สุด คือ สถานที่ตั้งมีความเหมาะสมต่อการให้บริการ มีค่าเฉลี่ย 3.33 โดยความพึงพอใจในภาพรวมระดับค่าเฉลี่ย 4.13 มีความพึงพอใจมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

การชาร์ตแบตเตอรี่สมาร์ทโฟน พร้อมกันทั้ง 3 เครื่อง ควรเพิ่มขนาดความจุของแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มการกักเก็บพลังงานมากยิ่งขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยนี้สามารถต่อยอดได้โดยการให้อุปกรณ์แผ่นโซล่าเซลล์ สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางการรับแสงได้แบบอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

[1] ศ.ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว *โซลาร์เซลล์และนาโนอิเล็กทรอนิกส์กับสุดยอดนักวิจัย*: **ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**(ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก: http://www.student.chula.ac.th/~54373369/NanoEng.html (10มกราคม2559).

[2] **กองพัฒนาพลังงานทดแทน ฝ่ายแผนงานพัฒนาโรงไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย** *เทคโนโลยีเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm(10มกราคม2559).

[3] เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/เซลล์แสงอาทิตย์(10มกราคม2559).

[4] แบตเตอรี่ (Battery) (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://signal.rta.mi.th/Interest/Magazine/training.html (10มกราคม2559).

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การศึกษาหาความเหมาะสมของระบบจัดการและควบคุมพลังงานแบบอัตโนมัติภายในบ้าน โดยคำนึงถึงพฤติกรรมผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า

A Study on Suitable Automatic Home Energy Control and Management System in Consideration of Energy User's Behavior

วนัสนันท์ ฟุ้งสิริรัตน์[1] และ วาทิต เบญจพลกุล[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 061-824-2711 E-mail: fsrr.wnsn@hotmail.com
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 02-218-6902 E-mail: watit.b@chula.ac.th

บทคัดย่อ

เมื่อพิจารณาถึงระบบจัดการและควบคุมพลังงานแบบอัตโนมัติภายในบ้านที่ไม่มีระบบพลังงานทางเลือก การใช้พลังงานในขณะนั้นที่เกินขีดจำกัด จะส่งผลให้ระบบสั่งปิดอุปกรณ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน การติดตั้งระบบสะสมพลังงานและเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับบ้านอยู่อาศัย เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และรองรับการใช้พลังงานส่วนเกิน ซึ่งสามารถลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อผู้ใช้พลังงาน และสามารถเพิ่มความสะดวกสบายของผู้ใช้พลังงานมากยิ่งขึ้น โดยศึกษาหาขนาดของระบบสะสมพลังงานและเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม สำหรับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนเฉลี่ยประมาณ 1,000 -1,500 บาท และพิจารณาขีดจำกัดการใช้พลังงานจากค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนที่ผู้ใช้คาดหวัง พบว่าถ้าพิจารณาถึงผลกระทบของผู้ใช้เป็นสำคัญ การติดตั้งระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 0.6 กิโลวัตต์พร้อมกับระบบสะสมพลังงานขนาด 3 กิโลวัตต์ ทำให้มีการผลิตของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ส่วนเกินน้อยที่สุด และสัดส่วนผลกระทบที่ผู้ใช้พลังงานจะได้รับเทียบกับค่าใช้บริการไฟฟ้ารายเดือนมีค่าที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: พลังงานไฟฟ้า, การทำให้เรียบแบบเอกโพแนนเซียล, ระบบสะสมพลังงาน, เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

Considering a home energy management and control system that without an existing alternative energy system, the excessive power consumption at the time brings about shutting down one or more appliances immediately. This also affects the user's convenience. Therefore, the installation of energy storage and solar cell systems in a residential home with the suitable sizing can reduce the PEA power consumption and also support those excess power consumptions in order that reducing the impact on user's energy consumption behavior and enhancing the user's convenience. This paper presents finding the proper size of energy storage and solar cells system for electricity consumption behavior with a monthly electrical bill of about 1,000-1,500 bath. Moreover, this paper also considers the limit power consumption that respects from the monthly electrical bill. The most suitable sizing of the energy storage and solar cell systems was chosen by considering the impact of user, as the main factor. Consequently, the installation solar-call system 0.6 kW and energy storage system 3 kW was the cause of the lowest excess solar-call generation and the best proportion of the impact on the user and the monthly electricity bill.

Keywords: Electric Energy, Exponential smoothing, Energy Storage System, Solar-cell

1. บทนำ

ในปี 2558 ประเทศไทยมีปริมาณความต้องการไฟฟ้ามากขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2557 ถึงร้อยละ 1.50 หรือคิดเป็น 403.7 เมกะวัตต์ [1] อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในปีต่อๆไปส่งผลให้คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เล็งเห็นว่าในอนาคตปัญหาเรื่องราคาพลังงาน การแย่งชิงทรัพยากรพลังงานระหว่างประเทศ ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อการผลิต การใช้พลังงาน จึงได้กำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ โดยตั้งเป้าลดความเข้มของการใช้พลังงาน [2] อีกทั้งยังรณรงค์ให้เกิดวินัยและสร้างจิตสำนึกในการประหยัด

พลังงาน และสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีมาตรการสนับสนุนให้ครัวเรือนลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุด อีกทั้งยังมีการรณรงค์ส่งเสริมให้มีการจัดซื้อ และติดตั้งระบบสะสมพลังงาน (Battery) และเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar-cell) เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด รวมถึงเป็นการลดภาระค่าใช้บริการไฟฟ้ารายเดือนมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยฉบับนี้จึงศึกษาหาขนาดของระบบสะสมพลังงานและเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม เพื่อทดแทนการใช้พลังงานที่เกินขีดจำกัด ซึ่งผู้ใช้คาดหวังจากการลดลงของค่าใช้บริการไฟฟ้ารายเดือน ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ใช้มากเกินไป โดยมีขอบเขตการศึกษาจากพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนเฉลี่ยประมาณ 1,000 -1,500 บาท [3] ซึ่งเป็นสถิติค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนของบ้านพักอาศัยในภาคกลางเมื่อปี 2558 ที่สำนักงานสถิติแห่งชาติได้จัดทำขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา โดยศึกษาลักษณะชุดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยประเภทที่ 2 (ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วย/เดือน) ที่มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าในช่วงเวลากลางวันเป็นหลัก (Workday) [4] สำหรับผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับระบบจัดการและควบคุมพลังงานแบบอัตโนมัติภายในบ้าน บนพื้นฐานพฤติกรรมของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพยากรณ์

การพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) ในรูปแบบ Holt–Winters' trend and seasonality method ซึ่งเป็นเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มของข้อมูล และอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonality) เข้ามาเกี่ยวข้อง จึงเหมาะสำหรับการพยากรณ์ชุดข้อมูลที่มีระยะสั้นและระยะปานกลาง สำหรับการเปรียบเทียบการพยากรณ์ เพื่อหาค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ α, β และ γ ที่เหมาะสม (Fitting) สำหรับชุดข้อมูลในการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ อาศัยการพิจารณาค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) ที่ให้ค่าน้อยที่สุด [5]

2.2 ระบบสะสมพลังงานและระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ควรพิจารณาถึง เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตอยู่ในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC power) จึงส่งผลให้การนำพลังงานไฟฟ้าเหล่านั้นมาใช้จริงต้องมีการแปลงรูปแบบของพลังงานก่อน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากการแปลงที่ผ่านอุปกรณ์การแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ โดยจากการทดสอบของ Tom Murphy มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย พบว่าหากเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ชนิด Maximum Power Point Tracking หรือ MPPT และมีการคำนึงถึงการสูญเสียพลังงานภายในกระบวนการจัดส่งของสายส่ง รวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ลงสู่ระบบสะสมพลังงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ยโดยประมาณเท่ากับ 96 เปอร์เซ็นต์ [6]

3. ขั้นตอนและกระบวนการ

3.1 การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

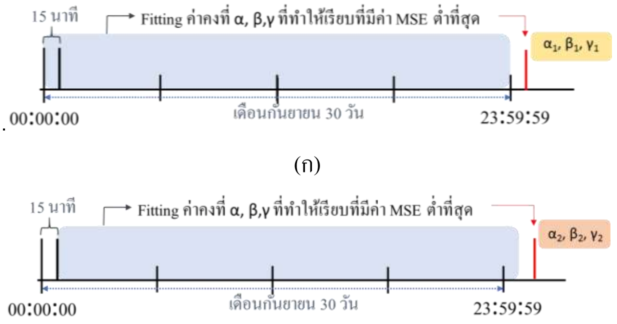
สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ใช้วิธีการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านทั้งหมด 60 วันโดยเลือกใช้เครื่องมือตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งสามารถตรวจวัดค่าพลังงานที่ใช้งานอยู่ได้ทุก ๆ 15 วินาที พร้อมส่งค่าไปยัง Smart Gateway ซึ่งเซิร์ฟเวอร์ที่ได้ติดตั้ง LAMP (Linux, Apache, MySQL, Python) จะสามารถอ่านค่าและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริงผ่านทางเว็บไซต์ อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บค่าพลังงานลงในฐานข้อมูล MySQL โดยจัดเก็บทุก 15 วินาทีให้สอดคล้องกับการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตรวจวัด

สำหรับชุดข้อมูลพลังงานในฐานข้อมูล MySQL ทั้ง 60 วันถูกจัดเก็บตลอดเดือนกันยายน-ตุลาคม 2559 และได้แบ่งชุดข้อมูลออกเป็นข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนของเดือนกันยายน ซึ่งจะใช้เป็นชุดข้อมูลในการพยากรณ์และเดือนตุลาคม จะถูกใช้เป็นข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ดังรูปที่ 1

3.2 การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

สำหรับการพยากรณ์โดยอาศัย Exponential Smoothing methods ค่าคงที่ α, β และ γ ส่งผลต่อความแม่นยำของข้อมูลการพยากรณ์ งานวิจัยฉบับนี้จึงมีการหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม (Fitting) โดยอาศัยขนาดของชุดข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง 4 สัปดาห์ (Moving Window) มาพยากรณ์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า 15 นาทีข้างหน้า (1 ข้อมูล) โดยการเปลี่ยนค่า α, β และ γ ครั้งละ 0.1 ซึ่งค่าตัวแปรเหล่านี้มีขอบเขตอยู่ที่ $0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$ ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ชุดข้อมูลพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าใน 15 นาทีข้างหน้าแตกต่างกัน 11^3 เหตุการณ์ ดังนั้นเหตุการณ์ใดที่เปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจริง และให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย ต่ำที่สุดตัวแปร α, β และ γ ของเหตุการณ์นั้นจะถูกนำมาเลือกใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลใน 15 นาทีถัดไป และคำนวณใหม่ทุก ๆ 15 นาทีดังรูปที่ 2 (ก) - (ข)

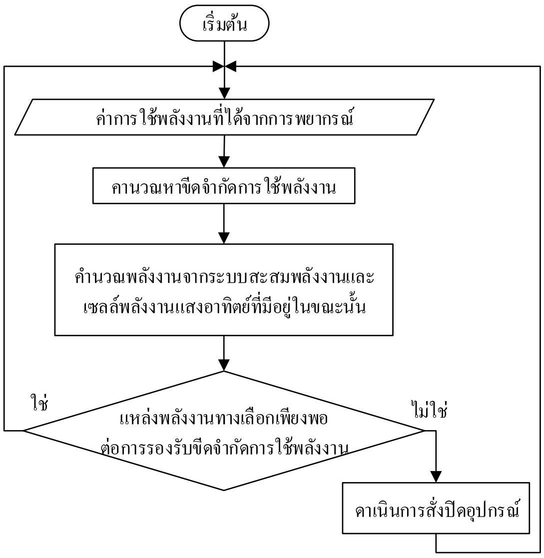
รูปที่ 1 การจัดแบ่งชุดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า



(ก)

(ข)

รูปที่ 2 วิธีการพยากรณ์



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเลือกใช้แหล่งพลังงาน

3.3 การกำหนดขีดจำกัดการใช้พลังงาน

สำหรับงานวิจัยนี้พิจารณาจากค่าใช้บริการไฟฟ้ารายเดือนของเดือนกันยายน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 1,537 บาท หรือคิดเป็น 370 กิโลวัตต์ ซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น [4] สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่ในภาคกลางมีค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1,000 -1,500 บาท ดังนั้นกระบวนการจัดการและควบคุมการใช้พลังงานจึงพิจารณาการลดการใช้พลังงานลงที่ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็น 295 กิโลวัตต์ ซึ่งถูกกำหนดเป็นขีดจำกัดการใช้พลังงานในเดือนต่อไป โดยคำนวณจากค่าการใช้พลังงานที่ได้จากการพยากรณ์

3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบจัดการพลังงาน

ในงานวิจัยนี้พิจารณาการเลือกใช้แหล่งพลังงานได้ทั้งหมด 3 แหล่ง คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต การใช้พลังงานจากระบบสะสมพลังงาน และการใช้พลังงานจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ส่งผลให้เกิดกระบวนการทำงานของระบบจัดการและควบคุมพลังงานแบบอัตโนมัติภายในบ้านดังรูปที่ 3

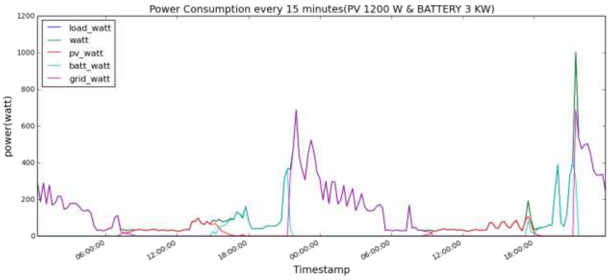
4. ผลการทดสอบ

จากการศึกษาหาขนาดของระบบสะสมพลังงานและเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม จากตัวอย่างของการใช้พลังงานเมื่อภายในบ้านมีระบบสะสมพลังงานดังรูปที่ 4 พบว่าผู้ใช้มีการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงการใช้พลังงานที่เกินขีดจำกัด มีระบบแหล่งพลังงานทางเลือกรองรับการใช้พลังงานส่วนเกินดังกล่าว ส่งผลให้ระบบไม่สั่งปิดอุปกรณ์ที่เปิดอยู่ขณะนั้น

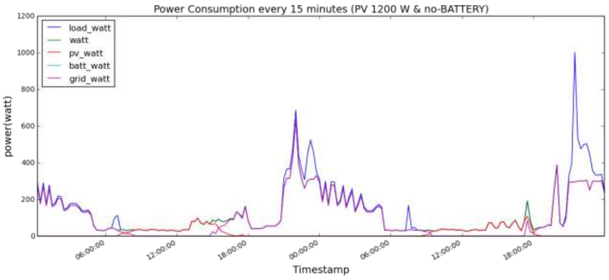
สำหรับการใช้พลังงานเมื่อภายในบ้านที่ไม่มีระบบสะสมพลังงานดังรูปที่ 5 กล่าวคือ ช่วงการใช้พลังงานที่เกินขีดจำกัดที่ไม่มีระบบสะสมพลังงานรองรับ มีเพียงระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตพลังงานรองรับได้ในช่วงกลางวันเท่านั้น ส่งผลให้ระบบการจัดการพลังงานแบบอัตโนมัติภายในบ้านสั่งปิดอุปกรณ์ที่เปิดอยู่ เมื่อการใช้พลังงานเกินขีดจำกัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อการพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ใช้ที่สูงมาก ผู้ใช้ขาดความสะดวกสบาย นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงกลางวันที่ค่อนข้างน้อย ซึ่งเป็นช่วงที่มีการผลิตพลังงานจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างมาก เมื่อไม่มีระบบสะสมพลังงานมารองรับการผลิตพลังงาน และการใช้พลังงานในขณะนั้นน้อยกว่ากำลังการผลิตของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ จะทำให้ระบบทิ้งพลังงานส่วนเกินจากการผลิตของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ที่อาจนำมาใช้งานได้ในช่วงกลางคืน ถ้ามีการเพิ่มระบบสะสมพลังงานเข้ามา หรืออาจจำเป็นต้องมีการลดขนาดของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ให้เพียงพอต่อการใช้งานพลังงานช่วงตอนกลางวันเท่านั้น แต่การลดขนาดของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ย่อมส่งผลต่อความสะดวกสบายของผู้ใช้ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1

5. สรุป

จากการศึกษาภายในงานวิจัยนี้ พบว่าการติดตั้งระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 0.6 kW และระบบสะสมพลังงานที่ 3 kW ให้อัตราส่วนผลกระทบต่อผู้ใช้เทียบกับค่าใช้บริการไฟฟ้ารายเดือนมากที่สุด และเมื่อพิจารณาร่วมกับพลังงานส่วนเกินที่เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตออกมา พร้อมกับผลกระทบที่ผู้ใช้จะได้รับ มีความเหมาะสมมากกว่า



รูปที่ 4 กราฟการใช้กำลังงานเมื่อภายในบ้านมีระบบสะสมพลังงาน



รูปที่ 5 กราฟการใช้กำลังงานเมื่อภายในบ้านไม่มีระบบสะสมพลังงาน

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานแต่ละรูปแบบ

รูปแบบ	PV 1.2 kW BATTERY 3 W	PV 0.6 kW BATTERY 3 W	PV 0.3 kW BATTERY 3 W	NO-PV 0 NO-BATTERY	PV 0.3 kW NO-BATTERY	PV 0.6 kW NO-BATTERY	PV 1.2 kW NO-BATTERY
กำลังงานที่ใช้จากการไฟฟ้า (kW)	287.72	288.21	302.20	308.57	290.22	284.07	280.24
กำลังงานที่ใช้จากพลังงานทางเลือก (kW)	79.45	45.37	23.84	0.00	18.41	25.29	30.62
กำลังงานส่วนเกินจาก Solar-cell (kW)	8.96	0.00	0.00	0.00	3.12	17.76	55.47
ค่าบริการไฟฟ้ารายเดือน (บาท)	1169.62	1171.78	1234.28	1262.75	1180.78	1153.38	1120.22
การปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (ครั้ง/เดือน)	0	53	110	137	122	119	114
สัดส่วนของผลกระทบต่อผู้ใช้กับค่าบริการไฟฟ้า	0.00	22.11	11.22	9.22	9.68	9.69	9.83

เพราะว่าพลังงานทางเลือกที่มีสามารถรองรับความต้องการใช้พลังงานในช่วงที่มีค่าเกินขีดจำกัด ระบบจะไม่สั่งปิดอุปกรณ์ ทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายเพิ่มมากขึ้น

หากพิจารณาเกณฑ์ค่าบริการไฟฟ้ารายเดือนที่ดีที่สุด และอายุการใช้งานของระบบสะสมพลังงาน การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1.2 kW เพียงอย่างเดียว มีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากความสามารถในการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์ ในช่วงเวลากลางวันรองรับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ได้ทั้งหมด แต่ในทางกลับกัน ถ้าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่ากำลังการผลิตของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ จะทำให้เกิดการทิ้งพลังงานที่เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตออกมามากเกินความต้องการ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนหัวเหว่ย (CU-Huawei SCHOLARSHIP) และทุนโครงการจุฬาศตวรรษที่ 2 (Chulalongkorn Academic Advancement into Its 2nd Century Project) สำหรับการสนับสนุนด้านทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “ข้อมูลและสถิติ”. รายงานประจำปี 2558. หน้า 118-120.

[2] กระทรวงพลังงาน. “แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Power Development Plan) พ.ศ. 2558 – 2579”. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 30 มิถุนายน 2558, หน้า 5-2.

[3] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2559 “การศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้า”. [ออนไลน์]. สืบค้นที่ : http://peaoc.pea.co.th/

[4] M. Young, The Technical Writer’s Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

[5] Tom Murphy. Blow-by-Blow PV System Efficiency: A Case Study for Storage [Online]. [cited 2016, 8 May]; Available from: http://physics.ucsd.edu/

[6] James W. Taylor. “A Comparison of Univariate Methods for Forecasting Electricity Demand Up to a Day Ahead”, International Journal of Forecasting Volume 22, Issue 1, January–March 2006, Pages 1–16

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดการใช้พลังงาน

Wireless sensor network for energy measurement

สมพร เตียเจริญ[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
199/19 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-222959 E-mail: tiacharoen@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายเกี่ยวกับประยุกต์ใช้เซนเซอร์ตัวตรวจจับสำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าขนาด 1 เฟส โดยโนดที่ทำการวัดจะส่งข้อมูลไปยังโนดหลักเพื่อส่งข้อมูลแสดงผลบนอินเตอร์เน็ต เพื่อช่วยให้เกิดความแน่นอนในการวัดสำหรับโรงงานควบคุม ผลการวิจัยสามารถพัฒนาและนำไปใช้งานจริงในเครือข่ายตัวเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

คำสำคัญ: เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, วัดการใช้พลังงาน, ESP8266

Abstract

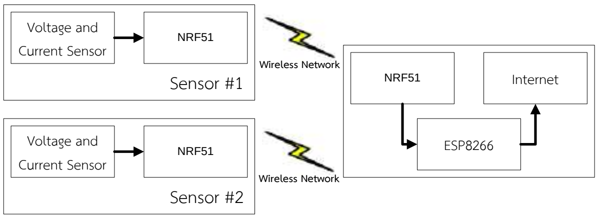
This project describes a apply WLAN for measurement 1 phase voltage and current. Measurement nodes send data to master node for internet display. This data support energy management in industrials. The results show that this method can use for energy measurement.

Keywords: Wireless sensor network, energy measurement, ESP8266

1. บทนำ

โรงงานควบคุมตามที่กำหนดในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 ปีพ.ศ. 2550 จะต้องมีการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงาน ต้องมีการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในปีปัจจุบันและทำรายงานการจัดการพลังงาน ส่งรายงานผลการตรวจสอบให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เป็นประจำทุกปี คุณภาพของข้อมูลจากรายงานการจัดการพลังงานอาจส่งผลต่อความถูกต้องต่อการนำไปใช้อ้างอิง ข้อมูลที่ได้เพื่อสนับสนุนคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานในการคำนวณวิเคราะห์ทางวิศวกรรม จัดการข้อมูลและกระบวนการจัดการพลังงาน เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ลดเวลาและลดทรัพยากรที่ใช้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

โครงการวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เซนเซอร์ตัวตรวจจับสำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าขนาด 1 เฟส เพื่อช่วยให้เกิดความแน่นอนในการวัดสำหรับโรงงานควบคุม สิ่งที่ต้องการวัดในโครงการวิจัย ได้แก่ ขนาดของแรงดัน ขนาดของกระแส มุมเฟสชั่วขณะและกราฟบันทึกผลข้อมูล ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มาจากชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าซึ่งถูกติดตั้งภายในจุดที่กำหนดของโรงงานควบคุม จากกระบวนการที่กล่าวนั้น รูปที่ 1 แสดง Block Diagram ของเครือข่ายการวัดการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า และชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า จะติดตั้งเซนเซอร์ไว้ตามจุดต่างๆภายในโรงงานควบคุม จากนั้นจะมีการกำหนดช่วงเวลาในการวัดอ่านค่าข้อมูล โดยเซนเซอร์จะทำการวัดขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้าและมุมเฟส ซึ่งข้อมูลนี้ถูกส่งแบบไร้สายไปยังชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล หลังจากนั้นชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูลจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์เพื่อแสดงขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้าและมุมเฟส ณ ขณะนั้น และทำการประมวลผลของข้อมูลจากเซนเซอร์เพื่อแสดงกราฟซึ่งสามารถดูค่าได้ทางอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 1 Block Diagram สำหรับเครือข่ายการวัดการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม

2 ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า

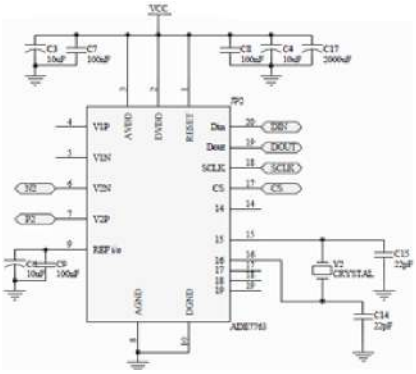
2.1 เซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า

การวัดกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (Average Power) ในวงจรกระแสสลับ สามารถหากำลังที่จ่ายแก่โหลด โดยหาผลคูณของ Vrms และ Irms ในโหลด และความแตกต่างเฟส θ ระหว่าง Vrms และ Irms โดย rms คือค่าประสิทธิผล (Effective, Root – Mean – Square Value) สมการในการคำนวณหากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย แสดงดังสมการที่ 1

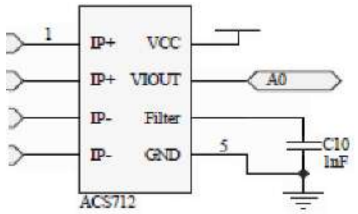
$$P_{av} = V_{rms} I_{rms} \cos\theta \qquad (1)$$

ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า เพื่อวัดขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้าและมุมเฟส และส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล ส่วนประกอบหลักแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

- เซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า: ในโครงการวิจัยนี้จะทำการทดลองเปรียบเทียบความถูกต้องของขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้าและมุมเฟส โดยจะทำการติดตั้งภายในโรงงานควบคุม เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1 เฟสคือ ไอซีวัดพลังงานไฟฟ้า ADE7763และไอซี ไอซี ADE7763 เป็นไอซีสำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 1 เฟส การวัดกระแสจะใช้ current transformer แสดงผลผ่านทางการติดต่อแบบอนุกรม ภายในประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณแอนนาลอกเป็นดิจิตอลมีโครงสร้างแบบ $\sum$-Δ วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ,วงจรอ้างอิง ,วงจรขยาย ,วงจรตรวจจับอุณหภูมิ ADE7763 จะติดต่อสื่อสารกับ nRF51 ด้วยการสื่อสารอนุกรมแบบ SPI เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าสลับขนาด 1 เฟส คือไอซีวัดกระแสไฟฟ้า ACS712 ซึ่งใช้หลักการ Hall effect ในการวัดกระแสไฟฟ้า และเอาต์พุตที่ได้จากการวัดเป็นแรงดันแบบแอนะล็อก สามารถวัดกระแสได้ในย่าน -40 ถึง 40 A ความไวของเอาต์พุตอยู่ระหว่าง 66 ถึง 185 mV/A

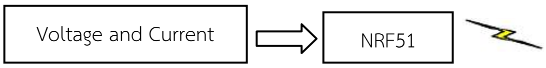


รูปที่ 2 ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าสลับ



รูปที่ 3 ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าสลับ

- ตัวประมวลผล จะเป็น NRF51 โดยทำหน้าที่รับข้อมูลมาจากเซ็นเซอร์ข้างต้น แล้วทำการประมวลผล ได้ค่าขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้า แล้วทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล โดยจะทำการติดตั้งบริเวณที่มีไวไฟภายในโรงงานควบคุม

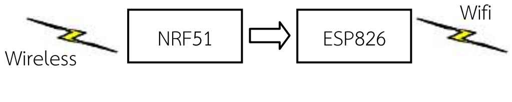


รูปที่ 4 ชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า

2.2 ชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล

ชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล: เพื่อเก็บข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ที่ถูกส่งมาจากชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า และทำการประมวลผลของข้อมูลจากเซนเซอร์แล้วทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อแสดงกราฟ แสดงขนาดแรงดัน ขนาดกระแสไฟฟ้าและมุมเฟส ณ ขณะนั้น

- NRF51 ของชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล โดยทำหน้าที่รับข้อมูลมาจาก NRF51 ของชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า ข้อมูลที่ได้รับจะส่งไปยังตัวประมวลผล เพื่อเก็บข้อมูลที่วัดได้ วิเคราะห์ความสม่ำเสมอของข้อมูล และนับคาบเวลา
- ตัวประมวลผล ในโครงการวิจัยนี้ จะเป็น ESP8266 ซึ่งเป็น Single-board Computer ที่มีความสามารถทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเล็กๆ เครื่องหนึ่ง โดยมีส่วนประกอบดังรูปที่ 3

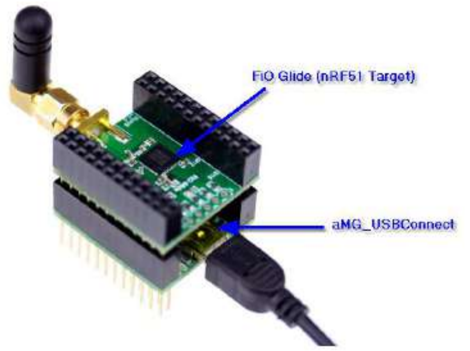


รูปที่ 5 ส่วนประกอบหลักของชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูล

โปรแกรมสำหรับการประมวลผลของข้อมูลจากเซนเซอร์เพื่อแสดงกราฟ โครงการวิจัยนี้จะใช้ ThinkSpeak

3. ไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51

ไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51 เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ขนาด 32 บิต ในตระกูล ARM Cortex-M0 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 16 MHz โดยมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 128 KB และมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลขนาด 16 KB หน้าที่ควบคุมการวัดพลังงานและทำหน้าที่เป็นโนดของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยโปรโตคอลการสื่อสารเป็นแบบ ANT แต่ละโนดในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจะติดตั้งภายในบริเวณอาคารที่ต้องการวัดค่าพลังงานโดยจะมีแสดงหมายเลขของโนดแต่ละจุดไม่ซ้ำกัน NRF51 ของชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูลจะส่งสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมเชื่อมต่อกับ ESP8266 เพื่อส่งสัญญาณขึ้นอินเตอร์เน็ตแสดงค่าผ่านทางหน้าบราวเซอร์ต่อไป



รูปที่ 6 ไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51

3. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266

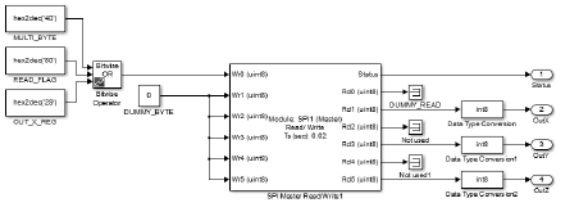
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นและที่ใช้งานจะอยู่ในบอร์ด NodeMCU version 3 ซึ่งจะใช้เป็น ESP-12E การพัฒนาโปรแกรมของ NodeMCU นั้นจะมีลักษณะคล้ายกับ Arduino IDE สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi เป็นต้น

รูปที่ 7 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 คือมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ขนาด 32 บิต มีหน่วยความจำแบบ ROM ขนาด 4 MB สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาได้ตั้งแต่ 26 MHz ถึง 52 MHz และที่สำคัญมี WiFi 2.4 GHz รองรับ WPA/WPA2 ตามมาตรฐาน IEEE 802 11 b/g/n รองรับการทำงานในโหมด STA/AP/STA+AP

4. การพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab/Simulink

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าเริ่มต้นจากการอ่านค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากชุดเซนเซอร์ แปลงค่าข้อมูลเก็บไว้ในบัฟเฟอร์แล้วจึงส่งผ่าน ANT Network ด้วยค่าความถี่คลื่นสัญญาณวิทยุ 2400MHz ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab/Simulink แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab/Simulink

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับชุดช่วยเก็บผลข้อมูลจะเป็นการอ่านค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากชุดเซนเซอร์ที่ส่งผ่าน ANT Network โดยแต่ละโนดในเครือข่ายจะมีรหัสระบุหมายเลขโนดที่ไม่ซ้ำกัน โนดหลักของชุดช่วยเก็บผลข้อมูลจะนำรหัสดังกล่าวใช้ในการแบ่งแยกข้อมูลซึ่งแสดงค่าของกระแสและแรงดันตามตำแหน่งที่ติดตั้งในโรงงาน เพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลและแสดงค่าบนหน้าเว็บไซต์ การส่งข้อมูลจะเป็นในลักษณะส่งต่อเป็นทอดๆ เป็นการส่งไปให้โนดใกล้เคียงและให้โนดที่รับข้อมูลส่งต่อไปจนกระทั่งถึงโนดชุดช่วยเก็บผลข้อมูล

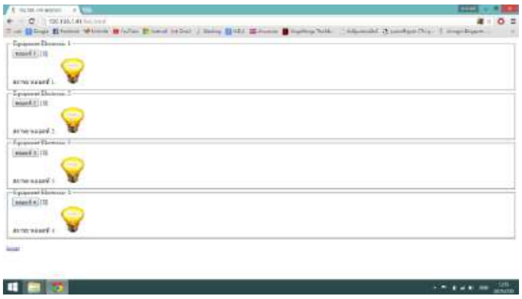
3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า แสดงดังตารางที่ 1 เป็นการวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ค่าเฉลี่ยจากการวัดพบว่าชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้ามีความเป็นเชิงเส้น สามารถวัดได้ในย่านที่กำหนด ค่าความผิดพลาดในการวัดอาจจะเกิดจากการติดตั้งในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนสูง ทั้งการรบกวนจากภาระทางไฟฟ้าที่มีการใช้กระแสสูงชั่วขณะและความไม่เป็นรูปคลื่นไซน์ที่สมบูรณ์ของแรงดันไฟฟ้า

ตารางที่ 1 ผลการวัดค่าชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า

Voltage(V)	Power (W)	Resistance (W)	Current (A)
220	75.2	642.96	0.6768
220	37.6	1285.92	0.47
220	25.0604	1930.76	0.3948
220	18.8	2573.72	0.376
220	150.4	321.48	1.2972

ชุดโปรแกรมช่วยเก็บผลข้อมูลจะเก็บข้อมูลที่วัดได้จากแต่ละโนดของเซนเซอร์วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า ทำการแปลงค่าข้อมูลแล้ว nRF51 จะส่งต่อไปยัง ESP8266 เพื่อส่งค่าแสดงบนหน้าเว็บไซต์ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 9 ค่ากระแสและแรงดันแต่ละโนดจะแสดงค่าเป็นตัวเลขตามตำแหน่งของโนดนั้นๆ



รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างหน้าเว็บไซต์

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถนำระบบเครือข่ายไร้สายมาใช้ในการเก็บข้อมูลและส่งผ่านค่าไปยังอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ประเมินพลังงานผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายไป

3. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและทดสอบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับวัดการใช้พลังงาน ระบบสามารถวัดและส่งค่าได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องมีการพัฒนาต่อยอดในส่วนของการแสดงผลแบบกราฟิกและการบันทึกค่าในรูปแบบฐานข้อมูล

4. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนในการทำโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

[1] S. English and D. Smith, “A power meter reference design based on ade7756,” Electronic, 2001.

[2] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.

[3] S. English and D. Smith, “A power meter reference design based on ade7756,” Electronic, 2001.

[4] Nordic Semiconductor, “nRF51 Series Reference Manual v2.1,” November 2013.

การประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino ในการตรวจสอบสมรรถนะการทำความเย็นเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ

Application of Arduino Board for Basic Cooling Performance Inspection of Air Conditioner

นเรศ สุยะโรจน์[1] นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร[2] ณัฐ สงคราม[3] สรัล หน่อทิม[4] วรวัฒน์ สมคำปา[5] และ อนุพงศ์ ประจวบจันทร์[6]
[1,3,4,5,6]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
[2]สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
169 หมู่ 3 ตำบลหนองแก๊ว อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230 โทรศัพท์ 053-819999 E-mail: naret@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการนำบอร์ด Arduino มาประยุกต์ใช้เพื่อการตรวจสอบสมรรถนะการทำความเย็นเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ เป็นการลดขั้นตอนการคำนวณแบบดั้งเดิม โดยใช้เซนเซอร์ตรวจรับค่าความดันด้านต่ำและด้านสูง ส่งค่าให้บอร์ด Arduino ทำการเปรียบเทียบสถานะของสารทำความเย็น จากนั้นสามารถคำนวณหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นแสดงผลออกทางจอมิเตอร์และบันทึกค่าได้ ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีท่อแคปทิ้ว อยู่ในส่วนของคอยล์เย็น ซึ่งใช้สารทำความเย็น R-22 จำนวน 4 เครื่อง ผลการทดสอบพบว่า ค่าสมรรถนะการทำความเย็น COP เมื่อเทียบกับวิธีการแบบเดิมมีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 1.75 – 13.45%

คำสำคัญ: สมรรถนะการทำความเย็น, เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, บอร์ด Arduino, สารทำความเย็น R-22, สารทำความเย็น R134a

Abstract

This paper is aimed to present about applying Arduino board for inspect the basic cooling performance of air conditioner. This method can decrease the original evaluation method by using sensor to examine the values of high and low pressure of air conditioner. Then, those values will be sent to Arduino board to compare the conditions of refrigerant. After calculated, the results will be showed through the monitor and it can be saved. This method was examined with 4 split type air conditioners that have capillary tube inside evaporator unit using R-22 refrigerant. The result found that COP are 1.75 – 13.45% differences comparing with traditional evaluation method.

Keywords: cooling performance, slit type air conditioner, arduino board, R-22 coolant, R134a coolant.

1. บทนำ

ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพ ควรมีการตรวจสอบสมรรถนะการทำความเย็นอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปจะต้องตรวจวัดค่าหลายค่าทั้งด้านคอยล์เย็น (Fancoil unit) และคอยล์ร้อน (Condensing unit) ซึ่งในส่วนคอยล์เย็นจะทำการวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมที่จุดลมเข้าและลมออก รวมถึงตรวจวัดพื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลเวียน และสำหรับส่วนคอยล์ร้อนจะทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน แล้วนำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็น ดังนั้นจะพบว่ามีหลายขั้นตอน อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าต่างๆ มีราคาสูง

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการตรวจวัดสมรรถนะการทำความเย็นที่ลดขั้นตอนลง โดยการตรวจวัดเฉพาะค่าความดันด้านต่ำและด้านสูง เพื่อนำมาเปรียบเทียบสถานะของสารทำความเย็น แล้วคำนวณหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2. การออกแบบและสร้าง

2.1 สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of Performance, COP)

การหาประสิทธิภาพการทำความเย็นสามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of Performance, COP) ซึ่งก็คือ อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ถูกดูดซับโดยคอยล์เย็น (ปริมาณความเย็นที่ทำได้) ต่อพลังงานไฟฟ้าที่ระบบใช้ โดยสามารถวิเคราะห์จากแผนภาพความดัน-เอนทาลปี ดังรูปที่ 1 และคำนวณได้จาก

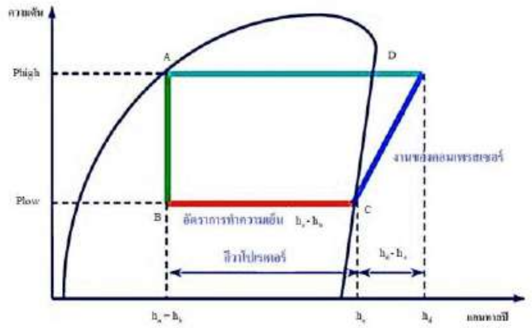
$$COP = \frac{h_c - h_b}{h_d - h_c} \tag{1}$$

โดยที่

h_c คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์ $[kJ/kg]$

h_d คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ $[kJ/kg]$

h_b คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าคอยล์เย็นที่ออกจากคอยล์ร้อน $[kJ/kg]$



รูปที่ 1 แผนภาพความดัน-เอนทาลปีของวัฏจักรการทำความเย็น [1],[2]

ดังนั้นหากทราบความดันด้านต่ำและด้านสูงของสารทำความเย็น จะนำมาใช้ประมาณค่าเอนทาลปีในสถานะของสารทำความเย็นนั้นโดยวิธี interpolation เพื่อหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นดังหัวข้อถัดไป

2.2 การหาค่าสถานะของสารทำความเย็นโดยวิธี interpolation

การทำ interpolation เป็นการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น สามารถนำมาหาค่าสถานะของสารทำความเย็นโดยอ้างอิงจากตารางความดันของสารทำความเย็นแต่ละชนิด โดยในความดันด้านต่ำสามารถใช้หาค่าเอนทาลปีสถานะไอ (h_c) และค่าเอนโทรปีสถานะไอ (s_g) เพื่อจะนำไปใช้หาค่าเอนทาลปีสถานะซุปเปอร์ฮีท (h_d) ต่อไป ทั้งนี้ที่ความดันด้านสูงสามารถใช้หาค่าเอนทาลปีสถานะของเหลว (h_b) และจากค่าเอนโทรปีสถานะไอ (s_g) ร่วมกับค่าความดันสูงสามารถนำมาหาค่าเอนทาลปีสถานะซุปเปอร์ฮีท (h_d) ดังรูปแผนผังการคำนวณรูปที่ 2

จากคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 [3] สามารถใช้หลักการ interpolation เพื่อหาค่าเอนทาลปีในสถานะต่างๆ โดยรูปที่ 2 เป็นการ Interpolation หาเอนทาลปีด้านความดันต่ำที่ความดันต่างๆ ซึ่งในที่นี้ได้ใช้โปรแกรม MATLAB ในการหาสมการที่ (2) และ (3)

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m³/kg Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Specific Volume m³/kg Sat. Vapor v_g	Internal Energy kJ/kg Sat. Liquid u_f	Internal Energy kJ/kg Sat. Vapor u_g	Enthalpy kJ/kg Sat. Liquid h_f	Enthalpy kJ/kg Evap. h_{fg}	Enthalpy kJ/kg Sat. Vapor h_g (h_c)	Entropy kJ/kg·K Sat. Liquid s_f	Entropy kJ/kg·K Sat. Vapor s_g (s_g)	Press. bar
5.00	0.12	0.7805	0.0469	44.86	226.54	45.25	204.71	249.97	0.1777	0.9269	5.00
5.25	1.63	0.7836	0.0447	46.61	227.04	47.02	203.48	250.51	0.1841	0.9247	5.25
5.50	3.08	0.7867	0.0427	48.30	227.53	48.74	202.28	251.02	0.1903	0.9226	5.50
5.75	4.49	0.7897	0.0409	49.94	227.99	50.40	201.11	251.51	0.1962	0.9206	5.75
6.00	5.85	0.7927	0.0392	51.53	228.44	52.01	199.97	251.98	0.2019	0.9186	6.00
7.00	10.91	0.8041	0.0337	57.48	230.04	58.04	195.60	253.64	0.2231	0.9117	7.00

รูปที่ 2 การทำ Interpolation หาเอนทาลปีด้านความดันต่ำ

$$h_c = -0.00003286 \times P_{low}^2 + 0.05868 \times P_{low} + 228.7 \qquad (2)$$

$$s_g = 0.00000006718 \times P_{low}^2 - 0.0001566 \times P_{low} + 0.9884 \qquad (3)$$

และสำหรับข้อมูลสารทำความเย็นด้านความดันสูง [3] สามารถใช้ interpolation หาสมการที่ (4)

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m³/kg Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Specific Volume m³/kg Sat. Vapor v_g	Internal Energy kJ/kg Sat. Liquid u_f	Internal Energy kJ/kg Sat. Vapor u_g	Enthalpy kJ/kg Sat. Liquid h_f (h_b)	Enthalpy kJ/kg Evap. h_{fg}	Enthalpy kJ/kg Sat. Vapor h_g	Entropy kJ/kg·K Sat. Liquid s_f	Entropy kJ/kg·K Sat. Vapor s_g	Press. bar
10.00	23.40	0.8352	0.0236	72.46	233.71	73.30	183.99	257.28	0.2748	0.8952	10.00
12.00	30.25	0.8546	0.0195	80.87	235.48	81.90	177.04	258.94	0.3029	0.8864	12.00
14.00	36.29	0.8734	0.0166	88.45	236.89	89.68	170.49	260.16	0.3277	0.8786	14.00
16.00	41.73	0.8919	0.0144	95.41	238.00	96.83	164.21	261.04	0.3500	0.8715	16.00
18.00	46.69	0.9104	0.0127	101.87	238.86	103.51	158.13	261.64	0.3705	0.8649	18.00
20.00	51.26	0.9291	0.0112	107.95	239.51	109.81	152.17	261.98	0.3895	0.8586	20.00
24.00	59.46	0.9677	0.0091	119.24	240.22	121.56	140.43	261.99	0.4241	0.8463	24.00

รูปที่ 3 การทำ Interpolation หาเอนทาลปีด้านความดันสูง

จะได้ค่าเอนทาลปีในสถานะของเหลวตามสมการที่ (4)

$$h_b = -0.000005698 \times P_{high}^2 + 0.05361 \times P_{high} + 25.59 \qquad (4)$$

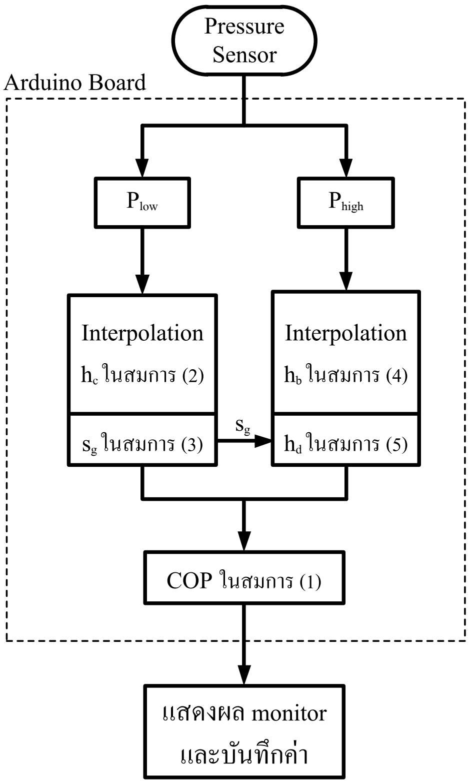
หลังจากนั้น นำค่าเอนโทรปีสถานะไอมาพิจารณาร่วมกับค่าความดันด้านสูง เพื่อทำการ interpolation หาเอนทาลปีด้านซุปเปอร์ฮีท โดยรูปที่ 4 เป็นค่าที่ความดัน 1,000 kPa

v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg (h_d)	s kJ/kg (s_g)
p = 10.0 bar = 1.00 MPa (T_{sat} = 23.40°C)			
0.02358	233.71	257.28	0.8952
0.02457	238.34	262.91	0.9139
0.02598	245.18	271.17	0.9407
0.02732	251.90	279.22	0.9660
0.02860	258.56	287.15	0.9902
0.02984	265.19	295.03	1.0135
0.03104	271.84	302.88	1.0361
0.03221	278.52	310.74	1.0580
0.03337	285.24	318.61	1.0794
0.03450	292.02	326.52	1.1003
0.03562	298.85	334.46	1.1207
0.03672	305.74	342.46	1.1408
0.03781	312.70	350.51	1.1605
0.03889	319.74	358.63	1.1790

รูปที่ 4 การทำ Interpolation หาเอนทาลปีด้านซุปเปอร์ฮีท

$$h_d = 231.6 \times s_g^{\ 2} - 124.8 \times s_g + 183.5 \qquad (5)$$

ดังนั้นหากสามารถรับค่าความดันด้านต่ำและสูงของสารทำความเย็นก็จะสามารถนำมาคำนวณหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ โดยมี flow chart ดังรูปที่ 5 เริ่มจากการรับค่าความดันทั้งด้านต่ำ (P_{low}) และความดันสูง (P_{high}) จากเซนเซอร์ความดัน มาคำนวณ โดยค่าความดันต่ำใช้คำนวณค่า h_c และ s_g ตามสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความดันสูงใช้คำนวณค่า h_b และ h_d ตามสมการที่ (4) และ (5) ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำค่าทั้งหมดป้อนเข้าสู่สมการที่ (1) เพื่อหาค่า COP ซึ่งการคำนวณค่าต่างๆนี้จะใช้บอร์ด Arduino ในการประมวลผล



รูปที่ 5 Flow chart การทำงานการหาสมรรถนะการทำความเย็นแบบที่นำเสนอในบทความนี้

3. การทดสอบ

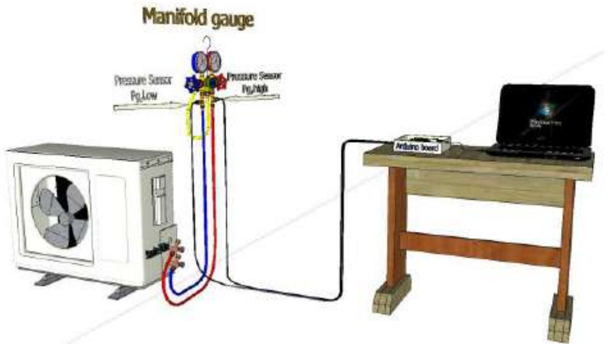
การทดสอบจะทำการตรวจวัดค่าแล้วคำนวณตามวิธีแบบเดิมเทียบกับวิธีที่นำเสนอ โดยมีขั้นตอนแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

การวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (แบบเดิม)

1. วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทางด้านเข้า(Return)เพื่อหาความร้อนที่เข้าเครื่องปรับอากาศ
2. วัดอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมทางด้านออก (Supply)เพื่อหาประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับอากาศที่เข้าและออกเครื่องปรับอากาศ
3. นำค่าพล็อตในกราฟ Psychometric chart ได้ค่า Enthalpy เพื่อไปหาขนาดของ Btu.
4. คำนวณหาประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

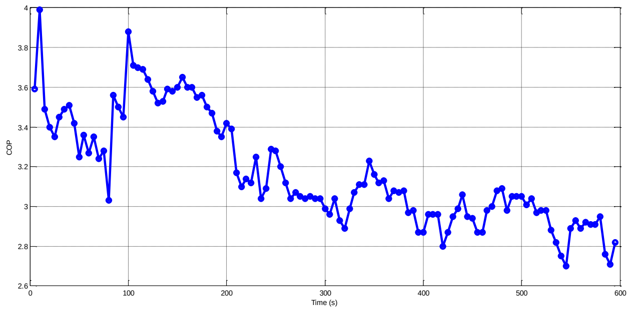
การวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (แบบที่นำเสนอ)

1. นำสายเกจต่อเข้ากับท่อบริการด้านสูง (สายสีแดง) และ ท่อบริการด้านต่ำ (สายสีน้ำเงิน)
2. นำสายเซนเซอร์วัดความดันต่อเข้าเกจด้านสูงกับด้านต่ำ และเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino.
3. เปิดเครื่องปรับอากาศและปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่ำที่สุด เพื่อให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเต็มที่
4. รันโปรแกรมบอร์ด Arduino เพื่อคำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศและให้แสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์ เก็บบันทึกค่าใน Microsoft Excel

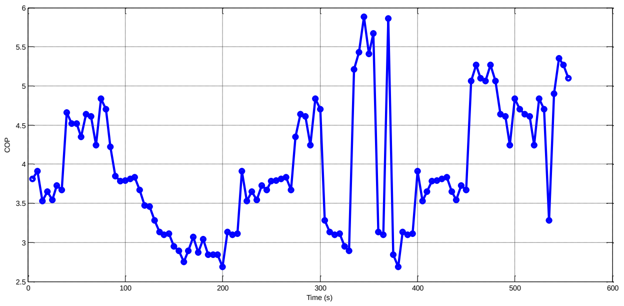


รูปที่ 6 การติดตั้งเพื่อหาค่า COP แบบที่นำเสนอ

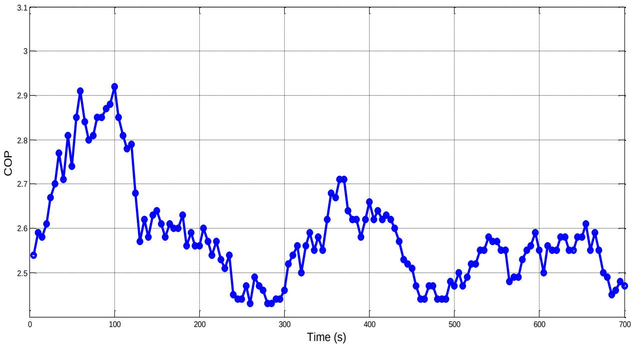
จากการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีท่อแคปทิ้ว อยู่ในส่วนของคอยล์เย็น ซึ่งใช้สารทำความเย็น R-22 จำนวน 4 เครื่อง สามารถคำนวณหาค่า COP ในช่วงเวลา 600 วินาทีดังรูปที่ 7 ถึง 10



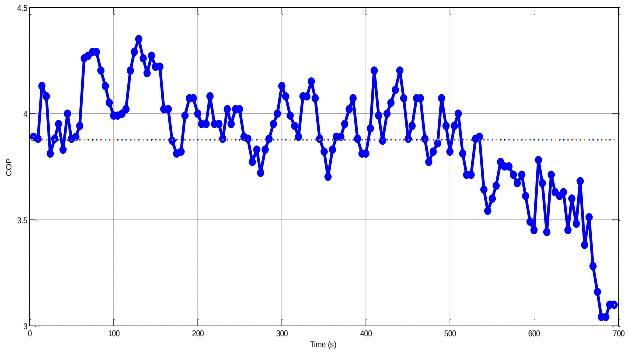
รูปที่ 7 การคำนวณหาค่า COP ณ เวลาต่างๆ ของเครื่องที่ 1



รูปที่ 8 การคำนวณหาค่า COP ณ เวลาต่างๆ ของเครื่องที่ 2



รูปที่ 9 การคำนวณหาค่า COP ณ เวลาต่างๆ ของเครื่องที่ 3



รูปที่ 10 การคำนวณหาค่า COP ณ เวลาต่างๆ ของเครื่องที่ 4

4. สรุป

จากการตรวจสอบหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นแบบที่นำเสนอในบทความนี้ พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกับการหาประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบเดิม โดยมีข้อดีกว่าตรงที่ไม่ต้องทำการตรวจวัดหลายค่าและใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดน้อยกว่า แต่อาจต้องใช้ความชำนาญในการเชื่อมต่อแมกนิโฟลด์เกจเข้ากับท่อบริการ อย่างไรก็ตามวิธีการที่นำเสนอนี้ยังมีข้อจำกัดคือ เครื่องปรับอากาศที่ทำการตรวจวัดจะต้องมีท่อแคปทิ้วอยู่ในส่วนของคอยล์เย็น เพื่อให้การวัดค่าความดันด้านสูงเป็นค่าที่ถูกต้อง

จากตารางเปรียบเทียบการหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นในรูปแบบ COP พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ระหว่าง 1.75 – 13.45% ซึ่งอาจต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบการหาค่า COP แบบเดิมและแบบที่นำเสนอ

ที่	ขนาด (BTU/hr)	า COP เฉลี่ยด้วยวิธีก นวณ		% ความแตกตา
		แบบเดิม	แบบที่นาเสนอ	
1	26,507.83	3.29	3.17	3.65
2	26,507.83	4.01	3.94	1.75
3	30,656.82	2.89	2.58	10.73
4	26,507.83	3.42	3.88	13.45

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. K. Wang, "Handbook of air conditioning and refrigeration," 2nd ed., McGraw-Hill, 2000.

[2] W. P. Jones, "Air condition Engineering," 5th ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

[3] A. Kamei and S. W. Beyerlein, "A Fundamental Equation for Chlorodifluoromethane (R-22)," Fluid Phase Equilibrium, vol. 80, No. 11, pp. 71–86, 1992.

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "ตำราฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผชพ.) สามัญ," พ.ศ. 2547.

[5] ผศ. ชูชัย ต.สิริวัฒนา, "การทำความเย็นและการปรับอากาศ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น),". กรุงเทพฯ., พ.ศ. 2546.

[6] อัครเดช สินธุภัค, "การทำความเย็น", ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ, พ.ศ. 2538.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การจัดการพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับกังหันตีน้ำ

Electrical Energy Management with Solar cell for Paddle Wheel Aerator

วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ และ สายชล ชุดเจือจีน
หน่วยวิจัยพลังงานทดแทน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0-2286-3991-5 E-mail: saichol.c@rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจัดการพลังงานด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับกังหันตีน้ำโดยการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันโดยนำกระแสและแรงดันจะถูกนำมาใช้งานโดยต่อผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 3 เฟส ที่ขนาด 1500 วัตต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับกังหันตีน้ำที่สามารถใช้งานได้ที่กำลังไฟฟ้า 1500 วัตต์ อินเวอร์เตอร์สามารถปรับกำลังไฟฟ้าตามพลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ กังหันตีน้ำ

Abstract

This paper presents electrical energy management with solar cell for paddle wheel aerator. The voltage from the array will be used to send to inverter changes dc voltage into three phase ac voltage, supplying 1.5 kW, which is used for induction motor of paddle wheel aerator. The inverter can adjust the power that relationship with the energy from solar cell.

Keywords: solar energy, inverter, paddle wheel aerator

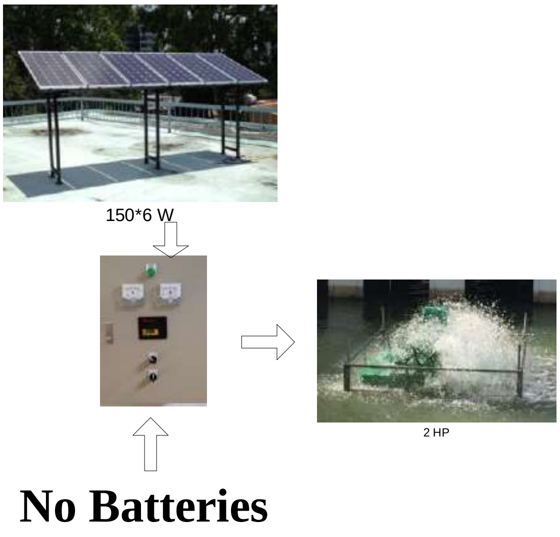
1. บทนำ

เนื่องจากแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดและความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมทำให้มีความต้องการแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศ และประกอบกับปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมทางน้ำยังเป็นปัญหาใหญ่กังหันบำบัดน้ำเสียจึงถูกนำมาใช้ ซึ่งยังคงใช้พลังงานระบบการไฟฟ้าดังนั้นเพื่อให้เป็นการประหยัดพลังงานจึงควรนำพลังงานสะอาดมาใช้ซึ่งพลังงานที่เหมาะสมที่สุดก็คือพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสตรง แต่เนื่องจากตัวหมุนกังหันบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในงานเกษตรกรรมหรือบำบัดน้ำเสียเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส ดังนี้จึงต้องมีระบบควบคุมการขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสที่ใช้พลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ จำเป็นต้องมีระบบควบคุมการขับหรืออินเวอร์เตอร์เพื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสให้ทำงานแต่มีข้อเสียคือจะต้องมีตัวชาร์จ และแบตเตอรี่ ซึ่งมีอุปกรณ์มากและสิ้นเปลือง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบควบคุมการขับมอเตอร์สามเฟสสำหรับกังหันบำบัดน้ำเสียที่ต่อตรงจากแผงโซล่าเซลล์ที่สามารถปรับรอบอัตโนมัติแปรเปลี่ยนตามกำลังที่ได้จากแสงแดดได้

งานวิจัยนี้อินเวอร์เตอร์สามเฟสปรับความเร็วรอบตามพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกังหันตีน้ำบำบัดน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่เพื่อลดต้นทุนให้กับเกษตรกร โดยงานวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสโดยใช้ชุดวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส ส่วนควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสด้วยหลักการปรับรอบตามกำลังจากแสงแดดที่ได้ และใช้หลักการควบคุมการขับสวิตช์ในวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบสเปซเวกเตอร์ โดยออกแบบให้เหมาะสม ราคาถูก สามารถนำไปใช้กับชุมชนจริงได้

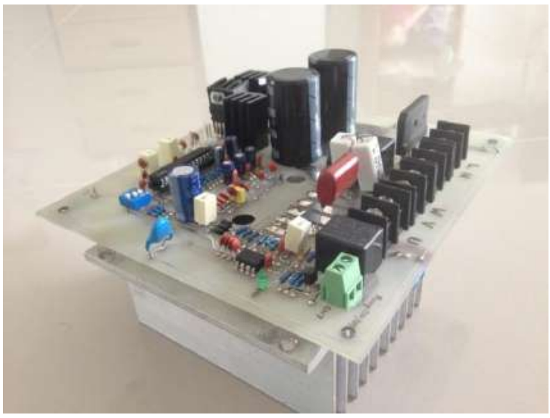
2. ระบบกังหันตีน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบระบบกังหันตีน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้เริ่มจากการคำนวณเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ขับกังหันตีน้ำ 3 เฟส 1500 วัตต์ เลือกเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 150 วัตต์ อนุกรมกัน 6 แผง ได้กำลังรวม 900 วัตต์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบที่ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 150 วัตต์ 19 โวลต์



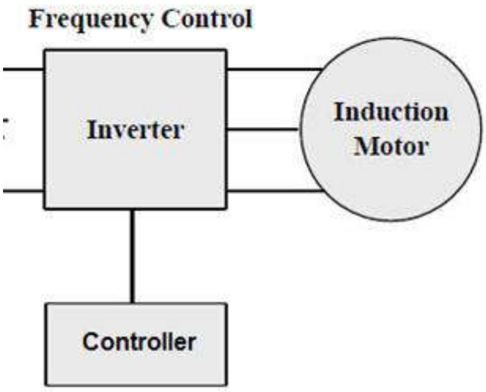
รูปที่ 3 ชุดอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสสำหรับขับมอเตอร์ขับกังหันตีน้ำ 3 เฟส

โดยคำนวณจากกำลังวัตต์ที่ต้องการใช้งานต่อชั่งโมงที่ 1500 วัตต์ จากการคำนวณจะเพียงพอต่อความต้องการของโหลด

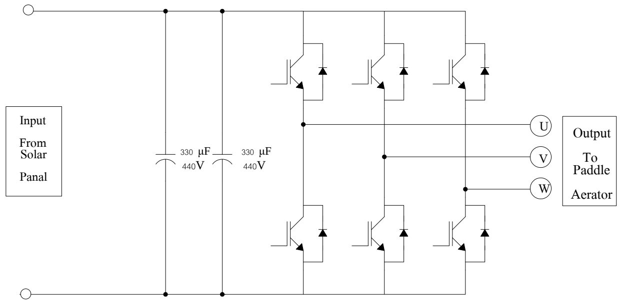
2.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยวิธี V/f

วิธีนี้ใช้ได้กับทั้งมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอกและแบบพันขดลวดความเร็วซิงโครนัสสามารถเปลี่ยนได้อย่างต่อเนื่องโดยการเปลี่ยนความถี่ของแหล่งจ่ายโดยใช้วงจรควบคุมดังรูปที่ 2.12 จากสมการของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดสเตเตอร์ถ้าต้องการให้ค่าแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงจะต้องทำให้ค่าความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก ϕ_{ag} ที่ความถี่ต่างๆ มีค่าคงที่เท่า กับพิกัดไม่เปลี่ยนแปลงและอีกทั้งยังเป็นการป้องกันไม่ให้วงจรแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัวเมื่อมีการลดความถี่ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ไฟฟ้าเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นโดยสามารถจะกระทำได้โดยการทำให้อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่มีค่าคงที่ในช่วงลดความถี่ต่ำกว่าพิกัด แสดงดังสมการ (1)

$$\frac{v}{f} = 4.44 N_{ph} A_c B_m = k_m B_m \qquad (1)$$



รูปที่ 4 การควบคุมความเร็วไฟฟ้าแบบ *V/f* โดยใช้อินเวอร์เตอร์สามเฟส



รูปที่ 5 วงจรกำลังอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส

วงจรกำลังประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ

1. ระบบไฟฟ้ากระแสตรงจากโซล่าเซลล์

2. DC Link ทำหน้าที่กรองสัญญาณกระแสไฟฟ้าตรงที่ผ่านวงจรเรียงกระแสให้เรียบ และยังทำหน้าที่ในการเก็บสะสมพลังงานในกรณีที่มีการจ่ายกำลังไฟฟ้าคืนจากโหลดสู่แหล่งจ่าย DC Link ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุและสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงเพื่อกรองสัญญาณและเก็บสะสมพลังงานได้มาก และมีตัวต้านทานที่ทำหน้าที่ลดกระแสกระชากของตัวเก็บประจุ เพื่อป้องกันไดโอดของวงจรบริดจ์เสียหาย และก็มีรีเลย์เพื่อลัดวงจรตรงตัวต้านทานหลังจากที่มีการชาร์จประจุของตัวเก็บประจุจนเต็ม (ใช้เวลาประมาณ 10 ms)

3.วงจรอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับประกอบไปด้วยสวิตซ์ 6 ตัวแสดงดังรูปที่ 5

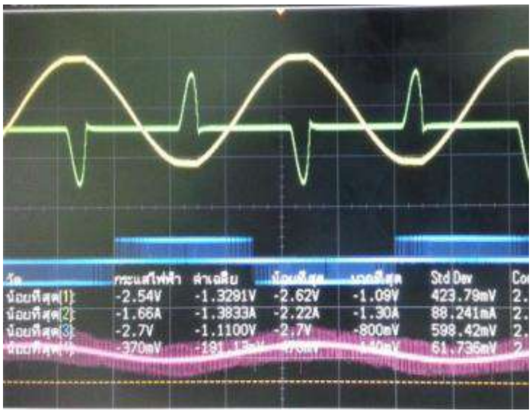
3.ผลการทดลอง

จัดทำชุดวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสขับมอเตอร์ไฟฟ้า 600 V 10 A เมื่อทำวงจรเสร็จ นำมาทดสอบผลโดย ต่อวาริแอคเข้าทางด้านเข้าของชุดวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ3เฟสขับมอเตอร์ไฟฟ้า และต่อสายจากเอาต์พุตของชุดวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ3เฟสขับมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า (ต่อ U ,V , W) ค่อยๆปรับ วาริแอคให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ 220 V ใช้ Oscilloscope เพื่อวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายทั้งสามเฟส และกระแสไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์ไฟฟ้า ในช่วงความความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าต่าง ๆ และบันทึกผลของความเร็วรอบโดยเครื่องวัดความเร็วรอบและดูแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย และบันทึกผล

รูปที่ 7 เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับอินเวอร์เตอร์กังหันตีน้ำ

เมื่อประจุแบตเตอรี่เต็มแล้วทำการใช้งานจริงแล้วดูการแสดงผลของชุดแสดงค่าแบตเตอรี่

รูปที่ 9 สัญญาณกระแสและแรงดันอินพุทและเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ความเร็วรอบ752 rpm



รูปที่ 10 สัญญาณกระแสและแรงดันอินพุทและเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่ความเร็วรอบ 1200 rpm

5.สรุป

อินเวอร์เตอร์สามเฟสที่ถูกสร้างขึ้นปรับความเร็วรอบตามพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกังหันตีน้ำบำบัดน้ำเสียด้วยวิธี *V/f* Control ซึ่งมีโครงสร้างภาคกำลัง 3 ส่วนได้แก่วงจรเรียงกระแส (Bridge Rectifier), DC Link และวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่ใช้ FSBF10CH60BT ส่วนโครงสร้างภาคควบคุมใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ dsPIC30F2010 ในการควบคุมการทำงานและสร้างสัญญาณขับนำสวิตช์ใน Inverter โดยใช้เทคนิคการมอดูเลชันแบบสเปซเวกเตอร์ (Space Vector Pulse Width Modulation : SVPWM) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้ดีในทุกย่านการทำงานตั้งแต่ความถี่ 25-50 Hz โดยที่แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายที่เข้ามอเตอร์ไฟฟ้ามีลักษณะเป็นแรงดันไฟฟ้า PWM ซึ่งการมอดูเลชันแบบสเปซเวกเตอร์จะ

ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าฮาร์มอนิกที่บริเวณรอบความถี่ของจำนวนเท่าของความถี่สวิตชิ่ง 10 kHz

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.

ระบบรายงานและแจ้งเตือนห้องศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไอพีเวอร์ชั่นหก

Report and Alert System for Data Center using IPv6 Network

วีระยุทธ คุณรัตนสิริ

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 E-mail: weerayuth.k@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปกติแล้วสภาวะแวดล้อมภายในห้องศูนย์ถูกวัดจากค่าเฉลี่ย ซึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของค่าสภาวะแวดล้อมจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละตู้แร็ค อันเกิดได้จากความหนาแน่นในการติดตั้งเครื่องแม่ข่าย การติดตั้งสายสัญญาณ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับบางตู้แร็คได้ นอกจากนี้พฤติกรรมการบริโภคไฟฟ้าของอุปรณ์ภายในตู้แร็คยังสามารถนำมาวิเคราะห์หรือคาดคะเนความผิดปกติในอนาคตได้ เช่น การเกิดการลัดวงจร หรือชำรุดของอุปกรณ์ภายในตู้แร็ค เช่น พัดลม ปลั๊กไฟฟ้า หรือเครื่องแม่ข่าย โครงงานนี้จึงสร้างระบบรายงานและแจ้งเตือนค่าอุณหภูมิ ความชื้น ควัน และกระแสไฟฟ้า โดยติดตั้งที่ตู้แร็คต่าง ๆ ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถนำข้อมูลเชิงลึกมาวิเคราะห์หาสาเหตุการล่มสลายที่จะเกิดขึ้น โดยรับส่งข้อมูลใช้โปรโตคอลเอ็มคิวทีที และเพื่อแก้ปัญหาการไม่เพียงพอของหมายเลขไอพีในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้นำหมายเลขไอพีเวอร์ชั่นหกมาใช้งาน ระบบจะรายงานข้อมูลผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน ผลการใช้งานพบว่าระบบมีราคาถูก และสามารถวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ควัน และกระแสไฟฟ้าได้

คำสำคัญ: ศูนย์ข้อมูล, เอ็มคิวทีที, ไอพีเวอร์ชั่นหก

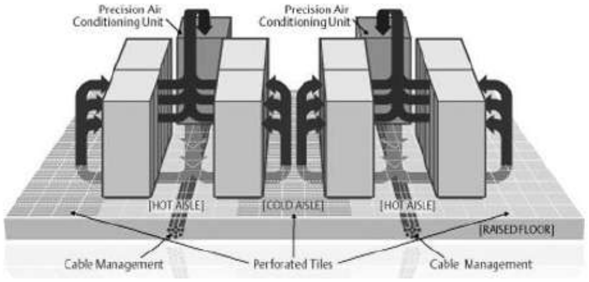
Abstract

Normally, the environment in the center is measured from the average, which cannot represent the actual environmental values that occur in each rack. An abnormal environment can be caused by the density of the host installation, the installation of cables, etc. This may result in damage to some racks. In addition, the consumption behavior of the equipment inside the rack can also be analyzed or predicted in the future. Such as the short circuit, the failure of the equipment inside the rack, such as electric plug or server. This project creates a reporting and alarm system for temperature, humidity, smoke and electricity by installing the rack. Administrators can take insights to analyze the cause of a collapse that will occur with the data center. This project is transporting data using the MQTT protocols. To solve the problem of insufficient IP address. The researcher is used the IPv6 address. The system reports data through the web application which are easy to use. Results showed that the system is cheaper. And it can measure the temperature, humidity, smoke, and electricity.

Keywords: Data Center, MQTT, IPv6

1. บทนำ

การออกแบบห้องศูนย์ข้อมูลต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ขนาดของห้อง ระบบไฟฟ้า ความชื้นและอุณหภูมิภายในห้อง สายสัญญาณต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งมีมาตรฐานการออกแบบที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน (TIA-942) สาเหตุที่ต้องกำหนดตามมาตรฐานเนื่องจากปกติแล้วศูนย์ข้อมูลให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเฝ้าระหวังและตรวจสอบตลอดเวลา เพื่อทำให้ระบบสารสนเทศต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะสภาพแวดล้อมภายในห้องศูนย์ข้อมูลพบว่า อุณหภูมิ ความชื้น ควัน และกระแสไฟฟ้า เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่มีผลต่อการล้มสลายของห้องศูนย์ข้อมูลได้ โดยปกติแล้วห้องศูนย์ข้อมูลมีการถ่ายเทอากาศภายในห้อง [1] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะการถ่ายเทอากาศภายในศูนย์ข้อมูล

มีบทความที่กล่าวถึงการตรวจสอบสภาวะแวดล้อมภายในห้องศูนย์ข้อมูล ได้แก่ การพัฒนาระบบตรวจจับควัน [2], การตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น [3] ซึ่งทั้งสองบทความจะกล่าวถึงประสิทธิภาพในการวัดอุณหภูมิ ความชื้น และควันภายในศูนย์ข้อมูล ซึ่งความจริงแล้วค่า

อุณหภูมิ ความชื้น และควัน ในจุดต่าง ๆ ของห้องศูนย์ข้อมูลมีความแตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถเป็นตัวแทนของค่าจริงที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากปกติแล้วแต่ละตู้แร็คที่มีการติดตั้งเครื่องแม่ข่ายจำนวนไม่เท่ากัน อีกทั้งในแต่ละตู้มีเครื่องแม่ข่ายหลายรุ่น หลายยี่ห้อ การใช้ไฟฟ้าและระบายอากาศซึ่งมีความแตกต่างกัน อีกทั้งติดตั้งเครื่องแม่ข่ายชิดติดกันทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการระบายความร้อนในแต่ละตู้แร็ค ส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมที่แปรผันในห้องศูนย์ข้อมูล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าทิศทางลมบริเวณตู้แร็ค จะมีลมเย็นซึ่งถูกพุ่งออกมาจากใต้พื้นด้านหน้าตู้ ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในตู้ทำให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้น จากนั้นลมร้อนออกจากตู้ทางด้านหลัง และถูกดูดกลับขึ้นบนฝ้าเพื่อกลับเข้าสู่กระบวนการทำความเย็นต่อไป ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการพิจารณาติดตั้งเซ็นเซอร์ เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและเที่ยงตรงในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้น

โครงงานนี้เลือกใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก คือ ราสเบอร์รี่พายสาม (Raspberry Pi3) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อแต่ละโหนดที่ติดตั้งไว้ที่ตู้แร็ค จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแสดงผลให้ผู้ดูแลระบบรับทราบ โดยระบบสามารถรายงานและแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านอีเมล์ของผู้ดูแลระบบเพื่อให้มาตรวจสอบความผิดปกติ และแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบได้ทัน

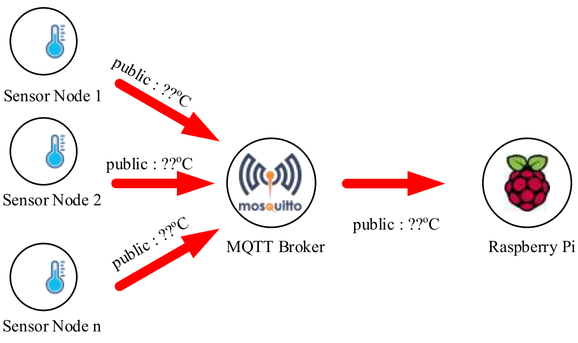
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานนี้มีการใช้โปรโตคอลหลัก 2 ตัวได้แก่ MQTT และ IPv6 เพื่อรองรับการสื่อสารข้อมูลผ่าน Internet of Thing (IoT) บนอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก

2.1 MQTT (Message Queuing Transport Protocol)

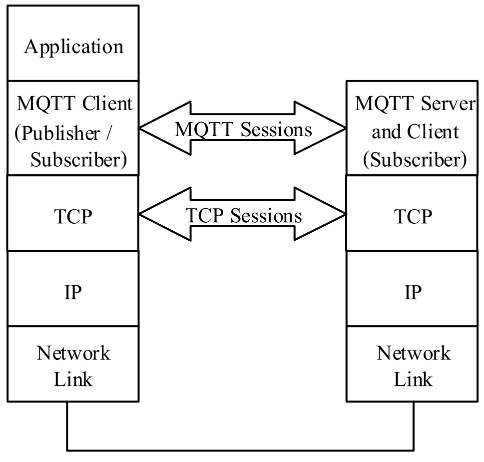
โปรโตคอลเอ็มคิวทีที ถูกออกแบบเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ M2M (Machine-to-Machine) เพื่อให้รองรับเทคโนโลยี IoT โดยที่เทคโนโลยีนี้ทำให้มนุษย์สามารถเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปจากทุกสถานที่ โปรโตคอลนี้ออกแบบให้มีแพ็กเก็ตขนาดเล็กทำให้นิยมใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก และใช้งานแบนด์วิดท์ลดลง

โปรโตคอลเอ็มคิวทีทีหลักการแบบ publisher / subscriber คล้ายกับการทำงานบน Social Media อย่าง Facebook โดยมีตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ - ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ ซึ่ง Topic จะเป็นตัวอ้างอิงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ผู้ที่จะส่งข้อมูล (Publisher) จะต้องมี Topic กำกับไว้ และทางผู้รับข้อมูล (Subscriber) ก็จะอ้างถึง Topic เพื่อเรียกข้อมูลที่ต้องการ เหมือนกับการสมัครเป็นสมาชิกของหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง ชื่อของหนังสือก็เปรียบเหมือน Topic และผู้ผลิตก็คือ Publisher เมื่อถึงเวลาที่หนังสือเสร็จ ผู้ส่ง Broker ก็จะนำหนังสือพิมพ์มาส่งให้เรา [4] ตัวอย่างการรับส่งข้อมูลอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการรับส่งข้อมูลบนโปรโตคอลเอ็มคิวทีที

จากรูปที่ 2 MQTT Broker ทำหน้าที่จัดการข้อความ และมีโหนดทั้งสามที่มีหัวข้อ (Topic) เดียวกัน โดยที่ทั้งสามโหนดสมัครรับข่าว (Subscribe) เดียวกัน การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นจาก Temperature Sensor ที่การกระจายข่าว (Public) ซึ่งมีข้อความ 21°C จากนั้นโหนดที่สมัครรับข่าวไว้ทุกโหนดก็จะได้รับข่าวที่มีข้อความ 21°C จากผู้กระจายข่าวที่มีได้สมัครรับข่าวในหัวข้อเดียวกัน



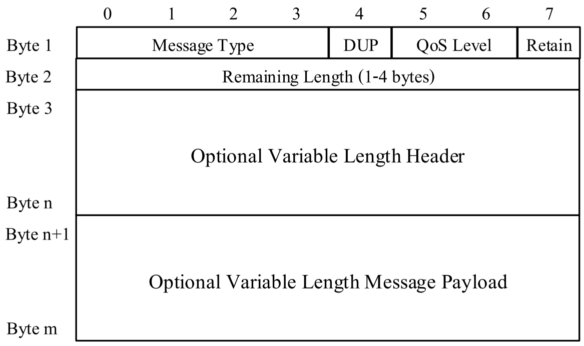
รูปที่ 3 แบบจำลอง MQTT, โปรโตคอลสแต็ก [5]

รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างแพ็กเกจของโปรโตคอล MQTT ซึ่งส่วนหัวของแพ็กเกจประกอบ 2 ไบต์หลัก และอีก 1-4 ไบต์เป็นตัวเลือกเสริม ส่วนที่เหลือเป็นข้อมูลที่จะส่งให้กับเลเยอร์ถัดไป ซึ่ง MQTT ทำงานอยู่บนโปรโตคอลทีซีพี (Transmission Control Protocol : TCP) ซึ่งรับข้อความทั้งหมดจากชั้นทรานสพอร์ต (Transport Layer) โดยระดับของ QoS (Quality of Service) ใน MQTT Message [5] ได้แก่

1. ระดับต่ำสุดมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งจะรับประกันว่าจะส่งข้อมูลให้ดีที่สุด โดยหากข้อความถูกส่งไปแต่ผู้รับไม่ตอบ Acknowledge กลับผู้ส่งจะพยายามส่งให้ใหม่ ซึ่งเป็นกลไกลของโปรโตคอล TCP

2. ระดับถัดมา จะรับประกันว่าจะส่งข้อความอย่างน้อย 1 ครั้ง แต่ข้อความยังสามารถส่งได้มากกว่า 1 ครั้ง

3. ระดับสุดท้าย จะรับประกันว่าแต่ละข้อความจะได้รับเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ซึ่งระดับนี้ข้อความมีความปลอดภัยที่สุดแต่ QoS ช้าที่สุด



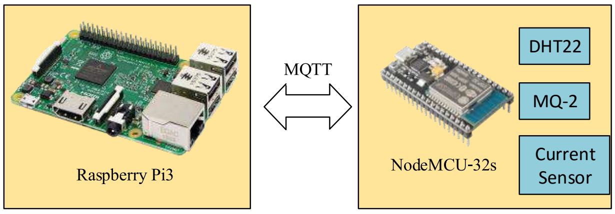
รูปที่ 4 MQTT Packets

2.2 ไอพีเวอร์ชั่นหก (Internet Protocols version 6)

จากปัญหาจำนวนหมายเลขไอพีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ปัญหาความปลอดภัยของการแปลงหมายเลขไอพี (Network Address Translation : NAT) และอื่น ๆ ปัจจุบันหมายเลขไอพีเวอร์ชั่นสี่ มีจำนวนประมาณ 2^{32} หมายเลข แต่ในขณะที่ไอพีเวอร์ชั่นหก มีจำนวนหมายเลขประมาณ 2^{128} ซึ่งเห็นได้ว่าจำนวนหมายเลขต่างกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้สามารถรองรับอุปกรณ์จำนวนมากในยุค Internet of Thing (IoT) โดยปัจจุบันราคาอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์มีราคาต่ำลงมาก แต่ถ้าพูดถึงตัวที่มีขนาดเล็กและสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้ ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ NodeMCU-32s ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก และสามารถกำหนดหมายเลข IPv6 ผ่านไลบารี่ LwIP

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดในที่นี้ใช้ NodeMCU-32s เป็นตัวควบคุมในแต่ละโหนด และใช้ Raspberry Pi 3 เป็นตัวควบคุมและประมวลผลกลาง นอกจากนี้ Raspberry Pi 3 ยังทำหน้าที่เป็น MQTT Broker โดยใช้ Mosquitto ซึ่งการรับส่งข้อมูลทำงานบนเครือข่ายไอพีเวอร์ชั่นหก (IPv6) และส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีจากแต่ละโหนดมาที่โหนดกลาง (Center Node) แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อของระบบ

ในแต่ละโหนดถูกติดตั้งตามตู้แร็ค ซึ่งโดยปกติแล้วในแต่ละตู้แร็คจะมี Rack Server ติดตั้งอยู่หลายเครื่อง ค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้แก่ค่าอุณหภูมิ ความชื้น ควัน และกระแสไฟฟ้ารวมของแต่ละตู้แร็ค ซึ่งระบบนี้จะทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเฝ้าดูข้อมูลภายในห้องศูนย์ข้อมูลได้ลงลึกระดับตู้แร็ค เซนเซอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้แสดงดังรูปที่ 6

ก) DHT22 ข) MQ-2 ค. Current Sensor

รูปที่ 6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, ตรวจจับควัน และวัดกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 7 การจัดวางอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ

จากรูปที่ 7 เป็นแบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม และเซ็นเซอร์ภายในกล่อง ซึ่งออกแบบให้กระทัดรัด ติดตั้งได้ง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก โดยใช้แม่เหล็กเป็นตัวยึดติดกับตู้แร็ค ซึ่งปกติแล้วตู้แร็คจะมีโครงสร้างโลหะ ซึ่งติดตั้งที่บริเวณด้านหลังของตู้แร็ค

4. ผลการดำเนินการและอภิปราย

การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งเทียบกับเครื่องมือวัดอุณหภูมิมาตรฐาน รุ่น Testo 175 H1 ซึ่งผลการเทียบวัดแสดงดังตารางที่ 1 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนจากเครื่องวัดประมาณ 1 องศา และค่าความชื้นสัมพัทธ์ ไม่เกิน 1%

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

ที่	Sensorที่ 1		Sensorที่ 2		เครื่องวัดมาตรฐาน	
	อุณหภูมิ (องศา)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (องศา)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (องศา)	ความชื้น (%)
1	33	37	33	37	33	36
2	33	37	33	37	32.9	36
3	33	37	34	37	33	37
4	33	36	33	38	33	36

5. สรุป

ระบบรายงานและแจ้งเตือนห้องศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไอพีเวอร์ชั่นหก เป็นการออกแบบเพื่อให้รองรับการใช้งานบนเทคโนโลยี IoT ซึ่งทำงานบนโปรโตคอลไอพีเวอร์ชั่นหก และปรับเปลี่ยนไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นขนาดเล็กโดยใช้ NodeMCU-32s รองรับการใช้งาน IPv6 โดยใช้ไลบารี่ LwIP [6] ซึ่งทำให้แต่ละโหนดมีขนาดเล็กลงและใช้ไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย นอกจากนี้ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจะใช้เซนเซอร์วัดกระแสแบบฮอลล์ ทำให้จำเป็นต้องตัดต่อสายไฟฟ้าซึ่งอาจมีสาเหตุให้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในห้องศูนย์ข้อมูล นอกจากนี้โครงงานนี้ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ซึ่งราคาถูกและหาได้ง่ายในปัจจุบัน นอกจากนี้การออกแบบเซนเซอร์โหนดที่ติดตั้งไว้ที่ด้านหลังของตู้แร็ค ซึ่งมีขนาดเล็กลง และติดยึดด้วยแม่เหล็กทำให้สะดวกต่อการติดตั้งของผู้ดูแลระบบ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกขึ้นแทนการติดตั้งที่ต้องใช้วัสดุยึดจับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการนำเสนอบทความในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริวรรณ ภิรมย์ฤทธิ์ ,สุคนธ์ทิพย์ ทินาภรณ, “การออกแบบศูนย์ข้อมูลตามรูปแบบการใช้งานและขนาดขององค์กร,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับที่ 6 เล่ม 2, 2555.

[2] ชนนิกานต์ บุตรบารุง, มุกระวี มะดะเรส, “ระบบป้องกันอัคคีภัยในห้องเซิร์ฟเวอร์ควบคุมผ่านแอนดรอยด์,” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556

[3] เฉลิมชัย สายเชื้อ, “ระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเซิร์ฟเวอร์แจ้งเตือนผ่านระบบ SMS,” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554

[4] MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) คืออะไร, http://www.mindphp.com /บทความ/31-ความรู้ทั่วไป/3343-mqtt.html, [สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2560]

[5] M. H. Elgazzar, "Perspectives on M2M protocols," 2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS), Cairo, 2015, pp. 501-505.

[6] IPv6 from an application perspective , http://lwip.wikia.com /wiki/ IPv6, [สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2560]

[7] วีระยุทธ คุณรัตนสิริ, “ระบบเฝ้าระวังห้องศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์,” การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 (ECTI-CARD 2016), หน้า 333-336, 2559

[8] สุโรฒม์ วงศ์ไพบูลย์ และคณะ, “ระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่าย IPv6 แบบไร้สาย,” การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 (ECTI-CARD 2016), หน้า 463-466, 2559

การตรวจจับเครื่องหมายบนทางวิ่งเพื่อหาระยะห่างสำหรับการลงจอดอัตโนมัติด้วยวิทัศน์คอมพิวเตอร์

Detection of Markers on Runway for distance of Automatic Landing Using Computer Vision

เมืองมล เสนเพ็ง[1] และ ผศ.ดร.มิติ รุจานุรักษ์[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
234 ถนนเลย-เชียงคาน ตำบลเมือง อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย 42000 โทรศัพท์ 042-813060 E-mail: muangmol_s@hotmail.com
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุเพื่อตรวจจับเครื่องหมายบนทางวิ่งในการลงจอดอัตโนมัติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ด้วยวิทัศน์คอมพิวเตอร์ เพื่อหาระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและเครื่องหมายบนทางวิ่งเพื่อการลงจอดอัตโนมัติ ซึ่งใช้อัลกอลิทึม Homography ในการหาระยะ และทำการเปรียบเทียบความถูกต้องจากระยะห่างที่แท้จริง โดยการใช้กล้องถ่ายภาพบนทางวิ่ง ซึ่งมีเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองขนาด 20 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายและเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง 400 มิลลิเมตร แล้วทำการ Threshold ภาพถ่าย และทำการตรวจจับสี่เหลี่ยมสีเหลืองด้วยวิธี Blob และพบว่าอัลกอลิทึม Homography สามารถคำนวณขนาดของเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองได้ 20.38 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าผิดพลาด 1.9 เปอร์เซ็นต์ และ ระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองได้ 403.60 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าผิดพลาด 0.9 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ, Homography, Threshold

Abstract

This research aims the marker detection on the runway for automation landing of unmanned aerial vehicle (UAV) with computer vision. To find the distance between unmanned aerial vehicle and marker on the runway accurate for automatically landing. We used algorithm Homography for distance and compared the accuracy of the actual distance. The marker is a yellow square, which is 20 mm. The distance between the camera and the yellow square marker is 400 mm. After that, the photo was transfrom to threshold and detected a yellow square with Blob Analysis. Found that, the Homography algorithm calculated the size of the yellow Square as 20.38 mm. and error 1.9 %. The distance between unmanned aerial vehicle and marker was 403.60 mm. and error 0.9 %.

Keywords: unmanned aerial vehicle, Homography, Threshold

1. บทนำ

ในปัจจุบันนั้นอากาศยานไร้คนขับที่เรียกกันว่า UAV นั้นได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ซึ่งจะเห็นได้จากสื่อต่างๆที่ได้นำเอานวัตกรรมนี้มาแสดงและทำให้เห็นถึงความสามารถที่หลากหลาย ประกอบกับคณะผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับระบบลงจอดอัตโนมัติที่จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออากาศยาน

จากงานวิจัย [1] Muangmol Senpheng et al., “Automatic landing assistant system based on stripe lines on runway using computer vision,” International Conference on Science and Technology, 4-6, November, 2015, Pathum Thani, Thailand. เป็นการนำเสนอวิธีการออกแบบ และทดสอบระบบช่วยลงจอดอัตโนมัติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดยใช้วิทัศน์คอมพิวเตอร์ โดยการตรวจจับเส้นขอบสีขาวซ้ายและขวาของสนามบินและคำนวณหาเส้นกึ่งกลางของสนามบิน ผลจากงานวิจัยนี้ทำการแสดงค่าระยะห่างระหว่างตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) กับเส้นกึ่งกลางของสนามบินว่ามีระยะห่างกันเท่าใดในรูปแบบ real time

จากงานวิจัย [2] Muangmol Senpheng et al., “Detection of Markers on Runway and Conversion to 3D Information for Automatic Landing Using Computer Vision,” Science and Technology RMUTT, Pathum Thani, Thailand. Journal,vol. 6, 2016, เป็นการนำเสนอวิธีการออกแบบ และทดสอบระบบช่วยลงจอดอัตโนมัติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดยใช้วิทัศน์คอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมาณตำแหน่งของเครื่องบินเทียบกับสนามบิน ด้วยวิธีหลักสองวิธี คือ 1)การตรวจจับขอบซ้าย-ขวาของ

สนามบิน ด้วยวิธี Threshold และ Hough transform 2)การตรวจจับสัญลักษณ์จุดสีเขียว ที่วางตัวอยู่บนสนามบิน โดยใช้อัลกอริทึมเชิงเส้นสองตัว คือ Homographyและ Direct Linear Transform เพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกต้องผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับเส้นขอบสีขาวซ้าย-ขวาของสนามบิน พบว่าสามารถหาเส้นขอบของสนามบินได้ดี และผลลัพธ์จากการตรวจจับแบบใช้สัญลักษณ์จุดสีเขียว พบว่าอัลกอริทึม Homography ให้ผลที่ใกล้เคียงระยะที่เป็นจริงมากกว่าอัลกอริทึม Direct Linear Transform.

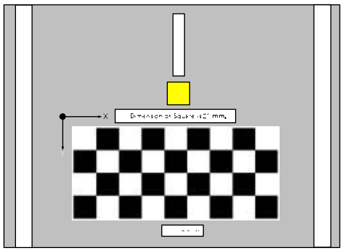
และคณะผู้วิจัยได้รับทุนจากสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) กระทรวงกลาโหม ในปี พ.ศ. 2558 และได้นำผลงานวิจัยเรื่อง Automatic landing assistant system based on stripe lines on runway using computer vision เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัย ในปี พ.ศ. 2558 และได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยเรื่อง การตรวจจับเครื่องหมายบนทางวิ่งแล้วแปลงเป็นพิกัดสามมิติสำหรับการช่วยลงจอดอัตโนมัติโดยใช้วิทัศน์คอมพิวเตอร์ ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในปี พ.ศ. 2559

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อที่จะหาระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งกล้องถ่ายภาพเอาไว้ ซึ่งทำการถ่ายภาพเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองบนทางวิ่ง และใช้อัลกอลิทึม Homography ในการหาระยะและทำการเปรียบเทียบความถูกต้องจากระยะห่างที่แท้จริง โดยใช้เครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองขนาด 20 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายและเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง 400 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาคือ ใช้เครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองและมีเพียง 1 จุด บนสนามบินที่จำลองขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบ เท่านั้น

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 ออกแบบสนามบินเพื่อใช้ในการทดสอบ

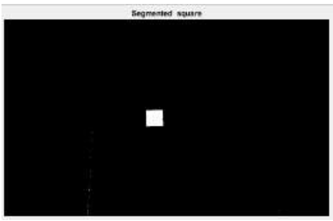
ใช้สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองขนาด 20 มิลลิเมตร วางอยู่บนสนามบินที่มีตารางหมากรุกขนาด 4x9 ตาราง เพื่อใช้ในการ สอบเทียบกล้อง



รูปที่ 1 สนามบินที่ใช้ในการทดสอบ

2.2 หาสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองในภาพ

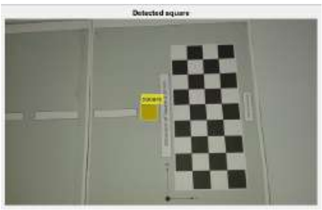
ขั้นตอนในการหาสีเหลี่ยมในภาพประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ แปลงภาพจากภาพต้นฉบับที่เป็นภาพ RGB ไปเป็นภาพ HSV 2) ดึงเอา Saturation ออกมาจากภาพ HSV และ 3) กำหนดค่า Threshold และเปรียบเทียบกับค่า Saturation



รูปที่ 2 ผลลัพธ์จากขั้นตอนการหาสีเหลี่ยมในภาพ

2.3 ตรวจจับสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองในภาพ

ในการตรวจจับสี่เหลี่ยมจัตุรัสในภาพนั้นจะใช้วิธี Blob (binary large object Analysis) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์แยกหากลุ่มจุดในภาพไบนารี่ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ภาพจากขั้นตอนที่ 2.2 (รูปที่ 2) และใช้วิธี Blob Analysis หา การเชื่อมโยงของกลุ่มจุดที่ใหญ่ที่สุด



รูปที่ 3 ผลลัพธ์จากขั้นตอนการตรวจจับสี่เหลี่ยมจัตุรัสในภาพ

2.4 หา Rotation และ Translation

ขั้นตอนนี้เป็นการ map จุดใน image coordinate ไปยังจุดใน world coordinate ซึ่งจำเป็นจะต้องคำนวณหา Rotation และ Translation ของกล้องที่สัมพันธ์กับตารางหมากรุกขนาด 4x9 ตาราง ที่ใช้ในการสอบเทียบ ซึ่งจะมีจุดที่เราพิจารณาอยู่ทั้งหมด 24 จุด และทำให้ เราได้ค่า image Points ซึ่งจะนำไปหาค่า Rotation และ Translation ด้วยอัลกอลิทึม Homography ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง image plane และ world plane

$$q = sHQ \tag{1}$$

จากสมการที่ (1) เมทริกซ์ H สามารถเขียนแทนได้ว่า

$$q = sMWQ \tag{2}$$

เมื่อ $q = \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$, $Q = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$, $M = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$,

$W = [RT]$, และ $s =$ Scale factor

และเมื่อ

q = Image point

Q = Object point

M = Intrinsic matrix

W = Extrinsic Matrix

Extrinsic Parameter ประกอบด้วย Rotation matrix, (R) และ Translation vector, (T) หรือ ซึ่งเวกเตอร์ T คือระยะห่างระหว่างกล้องและสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองสนามบิน และ R คือเมทริกซ์ที่ใช้ในการบิดแกนของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองสนามบิน ไปทับกับแกนของกล้อง ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (3)

$$R = R_z(\phi)R_y(\theta)R_x(\psi) \tag{3}$$

เมื่อ $R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ 0 & \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$,

$$R_y = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$R_z = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 & 0 \\ \sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

กระดานหมากรุกขนาด 4x9 ตาราง ที่ใช้ในการสอบเทียบกล้องนั้นค่า $Z = 0$ เสมอ ซึ่งสามารถแทนค่าของ Object point ในสมการที่ (2) และจะได้สมการที่ (4) และ (5) ตามลำดับ

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = sM\begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = sM\begin{bmatrix} r_1 & r_2 & t \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

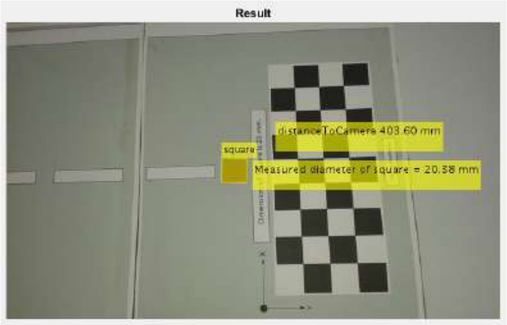
$$\cdots\begin{bmatrix} -X_1 & -Y_1 & -1 & 0 & 0 & 0 & x_1X_1 & x_1Y_1 & x_1 \\ 0 & 0 & 0 & -X_1 & -Y_1 & -1 & y_1X_1 & y_1Y_1 & y_1 \\ \cdots \\ \cdots \\ \cdots \\ -X_4 & -Y_4 & -1 & 0 & 0 & 0 & x_4X_4 & x_4Y_4 & x_4 \\ 0 & 0 & 0 & -X_4 & -Y_4 & -1 & y_4X_4 & y_4Y_4 & y_4 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \\ h_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{7}$$

และเมื่อคำนวณหาค่า H ได้แล้ว สามารถนำมาหาค่า R/T ได้ในที่สุด

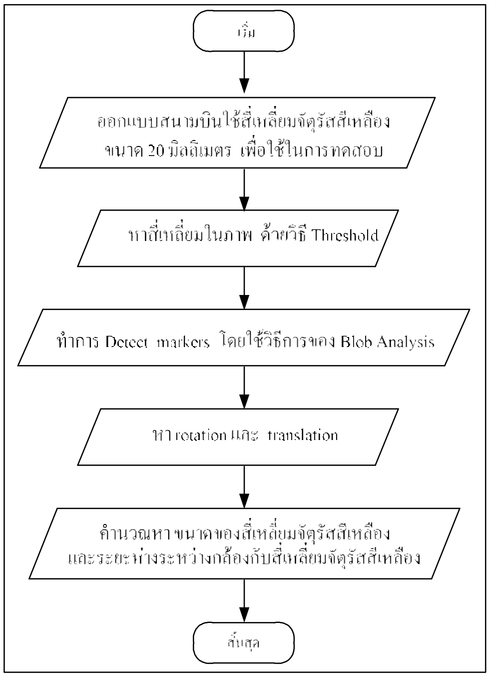
2.5 คำนวณหา ขนาดของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองและระยะห่างระหว่างกล้องกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง

2.5.1 การคำนวณหาขนาดของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองโดยการแปลงมุมซ้ายบนและขวาบน ใน image coordinate ของสี่เหลี่ยมที่ตรวจจับได้ไปยัง world coordinate แล้วทำการคำนวณ transformation matrix จาก world ไปยัง image coordinate และสร้าง transformation object เพื่อ inverse transformation จาก image ไปยัง world coordinate และสามารถคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง

2.5.2 การคำนวณหาระยะห่างระหว่างกล้องกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง จากการคำนวณหาจุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง แล้วทำการแปลงไปสู่ world coordinate



รูปที่ 4 ผลลัพธ์จากขั้นตอนการคำนวณหาขนาดและระยะห่างระหว่างกล้องกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง



รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการทดลอง

3. ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจจับเครื่องหมายบนทางวิ่งในการลงจอดอัตโนมัติของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ด้วยวิทัศน์คอมพิวเตอร์ เพื่อหาระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและเครื่องหมายบนทางวิ่งเพื่อการลงจอดอัตโนมัติ ซึ่งใช้อัลกอลิทึม Homography ในการหาระยะ และทำการเปรียบเทียบความถูกต้องจากระยะห่างที่แท้จริง โดยการใช้กล้องถ่ายภาพบนทางวิ่ง ซึ่งมีเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองขนาด 20 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายและเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลือง 400 มิลลิเมตร แล้วทำการ Threshold ภาพถ่าย และทำการตรวจจับสี่เหลี่ยมสีเหลืองด้วยวิธี Blob Analysis สามารถตรวจจับได้ และพบว่าอัลกอลิทึม Homography สามารถคำนวณขนาดของเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองได้ 20.38 มิลลิเมตร และ ระยะห่างระหว่างอากาศยานไร้คนขับและเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองได้ 403.60 มิลลิเมตร

4. สรุป

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การหาระยะระหว่างอากาศยานไร้คนขับและเครื่องหมายบนทางวิ่ง และทำการเปรียบเทียบความถูกต้องจากระยะห่างที่แท้จริง ด้วยการใช้อัลกอลิทึม Homography มีความถูกต้อง 99.1 เปอร์เซนต์ และ การหาขนาดเครื่องหมายสีเหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองมีความถูกต้อง 98.1 เปอร์เซนต์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) กระทรวงกลาโหม ที่สนับสนุนทุนวิจัย ในปี พ.ศ. 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] Muangmol Senpheng et al., “Automatic landing assistant system based on stripe lines on runway using computer vision,” International Conference on Science and Technology, 4-6, November, 2015, Pathum Thani, Thailand.

[2] Muangmol Senpheng et al., “Detection of Markers on Runway and Conversion to 3D Information for Automatic Landing Using Computer Vision,” Science and Technology RMUTT, Pathum Thani, Thailand. Journal,vol. 6, 2016,

[3] Byoung-Mun Min et al., “Guidance Law for Vision-Based Automatic Landing of UAV,” KSAS International Journal, vol. 8, no. 1, May 2007.

[4] Andrew Miller et al., “Landing a UAV on a Runway Using Image Registration”, IEEE International Conference on , Robotic and Automation , 19-23 , May , 2008, California, USA .

[5] P. K. Menon et al., “Robust Landing-Guidance Law for Impaired Aircraft,” Journal of Guidance Control, And Dynamics, vol. 35, no. 6, 2012.

[6] James et al., “Vision Based Algorithm for Automatic Landing System of Unmanned Aerial Vehicles,” International Journal of Innovation Science, Engineering & Technology, vol. 2, issue 4, 2015.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบการจัดการคลังสินค้าและค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

Warehouse Management System and Searching Products using Handheld RFID Readers

พิชญานิน มูลเมือง นัชนัยน์ รุ่งเหมือนฟ้า ภานุรุจ ยะเรือน สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล วรพงศ์ ตั้งศิริรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-326-4205

E-mail: pitchayanin.moonmuang@gmail.com, natchanai.roo@gmail.com, panurut.y@gmail.com, kssorapo@kmitl.ac.th, worapong.ta@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบจัดการคลังสินค้า และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID (Radio Frequency Identification) แบบพกพา ในอดีตที่ผ่านมาระบบการจัดการสินค้า เป็นระบบที่มีความล่าช้าในการค้นหา และอัพเดตข้อมูลสินค้าภายในคลังสินค้า เนื่องจากไม่ทราบที่จัดวางสินค้า และจำนวนสินค้าที่เข้า ออกแน่นอน บทความนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาระบบการจัดการสินค้าโดยใช้เครื่องอ่าน RFID แบบพกพา เพื่อหาตำแหน่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ ผ่านจอ LCD (Liquid Crystal Display) รวมทั้งหลอดไฟ LED (Light Emitting Diode) จะแสดงตำแหน่งของสินค้าที่ค้นหา บนชั้นวางสินค้า และระบุจำนวนสินค้าที่คงเหลืออยู่ในคลังสินค้าอย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: Radio Frequency Identification (RFID), Liquid Crystal Display (LCD), คลังสินค้า, ฐานข้อมูล

Abstract

This paper introduces the warehouse management system using radio frequency identification (RFID). In the past, warehouse management system had a lag in searching and updating information of the product. It did not know number of products. So the warehouse management system using radio frequency identification (RFID) was introduced for rapidly and accurately detect the products through the liquid crystal display (LCD). Moreover, the light emitting diode (LED) was shown position of products on the shelf and inventory of products.

Keywords: Radio Frequency Identification (RFID), Liquid Crystal Display (LCD), warehouse, database

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเก็บสินค้าในคลังสินค้ามีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย อาทิเช่น ไม่ทราบตำแหน่งของสินค้าที่แน่นอน ใช้เวลาในการค้นหาสินค้ามาก สินค้าสูญหาย ขาดความน่าเชื่อถือ และมีสินค้าอยู่ในคลังสินค้ามากเกินความจำเป็น เป็นต้น ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่นไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) RFID (Radio Frequency Identification) และเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูล ในบทความนี้นำเสนอการนำระบบ RFID แบบพกพามาประยุกต์ร่วมกับระบบการจัดการคลังสินค้า ทำให้มีความแม่นยำ และลดระยะเวลาในกระบวนการต่างๆ ระบบ RFID ทำให้สามารถสำรองสินค้าไว้ในคลังสินค้า ด้วยระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time, JIT) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงด้านต้นทุนในการบริหารสินค้าคงคลัง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องสำรองสินค้ามากเกินความจำเป็น และไม่ต้องมีภาระรับผิดชอบจากปัญหาของเสียจากการเก็บสินค้าเป็นเวลานาน

2. การจัดการคลังสินค้า และ RFID

2.1 วัตถุประสงค์ในการจัดการคลังสินค้า

การจัดการคลังสินค้านั้นมีวัตถุประสงค์หลายประการ อาทิเช่น ใช้พื้นที่ ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีการเคลื่อนย้ายสินค้าได้อย่างเป็นระบบ และสามารถควบคุมทรัพยากรต่างๆได้สะดวก เป็นต้น

2.2 ประเภทของคลังสินค้า

การแบ่งประเภทของคลังสินค้านิยมแบ่งตามลักษณะธุรกิจ ประเภทของคลังสินค้า ลักษณะงาน และลักษณะสินค้าที่เก็บรักษา ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอการแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงาน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ คลังสินค้าสำหรับเก็บรักษาสินค้า ศูนย์รวบรวมสินค้า และศูนย์กระจายสินค้า

2.3 ระบบ RFID

RFID เป็นระบบระบุเอกลักษณ์ของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนบาร์โค้ด (barcode) โดยจุดเด่นของ RFID อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากแท็ก (tag) ได้พร้อมกันหลายแท็ก อ่านค่าได้ในทัศนวิสัยที่ไม่เอื้ออำนวย ทนต่อความเปียกชื้น และทนต่อแรงสั่นสะเทือน เป็นต้น RFID สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลดังกล่าว จะถูกเก็บไว้ในไมโครชิพ (microchip) ภายในแท็ก ปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในหลายด้าน เช่น บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ เป็นต้น

2.4 ส่วนประกอบของระบบ RFID

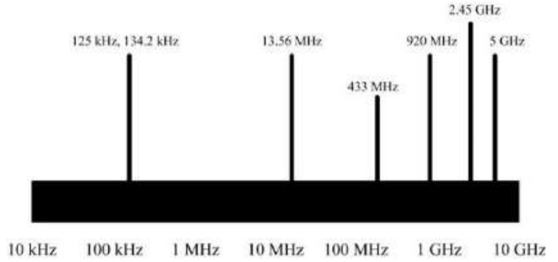
ระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักสองส่วน คือ ทรานสปอนเดอร์ หรือแท็ก (transponder, tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้น และเครื่องสำหรับอ่าน เขียนข้อมูลภายในแท็กด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

2.5 การทำงานระหว่างเครื่องอ่าน และแท็ก

เครื่องส่งจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุออกมาอย่างต่อเนื่อง และคอยสัญญาณตอบกลับจากตัวแท็ก เมื่อแท็กได้รับสัญญาณตอบกลับมากพอจะเหนี่ยวนำให้วงจรภายในทำงาน วงจรดังกล่าวจะอ่านข้อมูลในหน่วยความจำ เพื่อเข้ารหัส และส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องรับ เครื่องรับจะถอดรหัสสัญญาณที่ได้รับ เพื่อส่งข้อมูลที่ได้ไปยังคอมพิวเตอร์

2.6 คลื่นพาหะในระบบ RFID

คลื่นพาหะที่ใช้งานในระบบ RFID อยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial Scientific Medical) เป็นย่านความถี่ที่กำหนดการใช้ในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ โดยมีการใช้งานไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้ในด้านการสื่อสาร คลื่นพาหะสามารถแบ่งออกเป็น 3 ย่าน ได้แก่ ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency, LF) ย่านความถี่สูง (High Frequency, HF) และย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency, UHF) ซึ่งในปัจจุบันระบบ RFID ถูกวิจัย และพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟ หรือที่ความถี่ 2.4 GHz และ 5.8 GHz เพื่อให้สามารถใช้งานในลักษณะที่ต้องการระยะอ่านมากกว่า 10 เมตร



รูปที่ 1 ย่านความถี่ที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

3. โมดูล (module)

3.1 คีย์แพด (keypad)

คีย์แพด คืออุปกรณ์สำหรับรับอินพุตจากผู้ใช้ มีลักษณะเป็นปุ่มกดจำนวนหลายปุ่ม ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการใช้งานคีย์แพด จะต้องมีอุปกรณ์ในการแสดงผล ซึ่งนิยมใช้เป็นเซเว่นเซกเมนต์ (7-segment) และจอแสดงผล LCD ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานคีย์แพด

3.2 RFID

ในบทความนี้ใช้ RFID รุ่น SL031 ในการทดลอง โดยสามารถใช้งานที่ความถี่ 13.56 MHz ซึ่งอยู่ในย่านความถี่สูง นอกจากนั้นยังสามารถตรวจสอบแท็กได้อัตโนมัติ โดยอยู่ห่างจากแท็กไม่เกิน 50 มม. อุณหภูมิในการปฏิบัติงานของ RFID อยู่ระหว่าง -25 ถึง +70 °C

3.3 LCD

อุปกรณ์สำหรับแสดงผลในปัจจุบันมีหลายแบบ เช่น จอภาพซีอาร์ที (Cathode Ray Tube, CRT) และจอภาพ LCD เป็นต้น จอ LCD เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่ได้รับความนิยม โดยจะประกอบไปด้วย ตัวขับ (driver) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลจากตัวควบคุม เพื่อขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด และตัวแสดงผล (dot matrix display) เป็นอุปกรณ์แสดงผล รูปแบบตัวอักษร หรืออักขระ ซึ่งภายในชุดแสดงผลเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็น โดยอาศัยการเปิด ปิดตัวเองและแสงจากภายนอก

3.4 เทคโนโลยี ZigBee และ Arduino

ZigBee เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ร่วมสื่อสารข้อมูลผ่านเซนเซอร์ขนาดเล็กจำนวนมาก โดยทำงานเป็นตัวรับ-ส่งคลื่นสัญญาณข้อมูลๆ ผ่านชิปขนาดเล็กจากจุดไปจุด

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR (Audio Video Receiver) ที่มีการพัฒนาแบบ open source หรือคือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

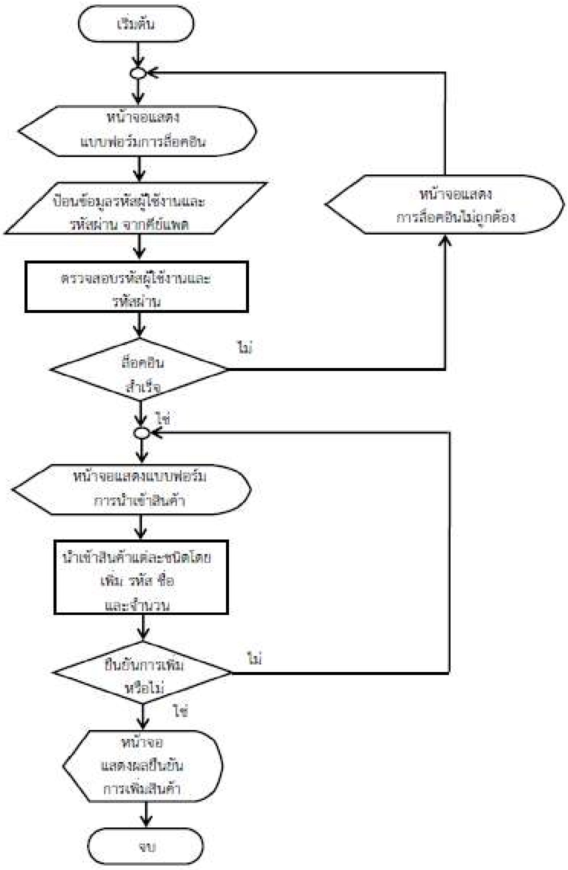
4. ข้อมูล และฐานข้อมูล

ข้อมูล (data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ทั่วไป เช่น ราคาสินค้า คะแนนของนักเรียนแต่ละคน เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลดิบ (raw data) ที่ยังไม่ได้ผ่านการประมวลผล ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วเรียกว่า สารสนเทศ (information) ตัวอย่างเช่น เมื่อนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาประมวลผล ทำให้ทราบถึงคะแนนสูงสุดและคะเนนต่ำสุดของนักเรียนทั้งหมด ข้อมูลที่นำมาจัดเก็บในฐานข้อมูลสามารถเก็บรวบรวมได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น ตัวเลข ตัวอักษร ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือภาพและเสียง

ฐานข้อมูล (database) หมายถึง แหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ หรือจุดประสงค์ มีโครงการ และการจัดการอย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่บันทึกเก็บไว้สามารถปรับปรุงแก้ไข สืบค้น รวมถึงนำกลับมาใช้ในการจัดการสารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

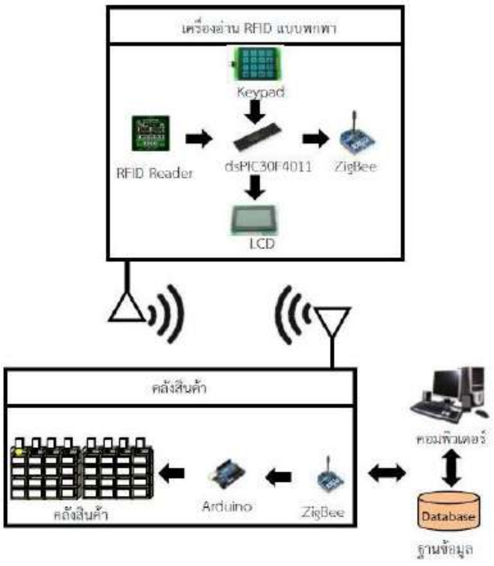
5. การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์

การทำงานของระบบการจัดการคลังสินค้า และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา จะสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ทำหน้าที่ค้นหาตำแหน่งของสินค้า และตรวจเช็คสินค้า การนำสินค้าเข้าหรือออกจากคลังสินค้าได้ ส่วนของคลังสินค้า เป็นส่วนของการเก็บสินค้าที่มีการติดแท็ก RFID อีกทั้งมีการแสดงสัญญาณไฟบอกตำแหน่งของสินค้า ส่วนของฐานข้อมูลทำหน้าที่เก็บรายละเอียดต่างๆ ของสินค้า รวมถึงผู้ใช้งาน และส่วนของคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนของโปรแกรมต่างๆ เพื่อให้ส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา และส่วนของคลังสินค้า (ฮาร์ดแวร์) สามารถทำงานร่วมกับส่วนของฐานข้อมูล (ซอฟต์แวร์) ได้ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนการนำสินค้าเข้าคลังสินค้า

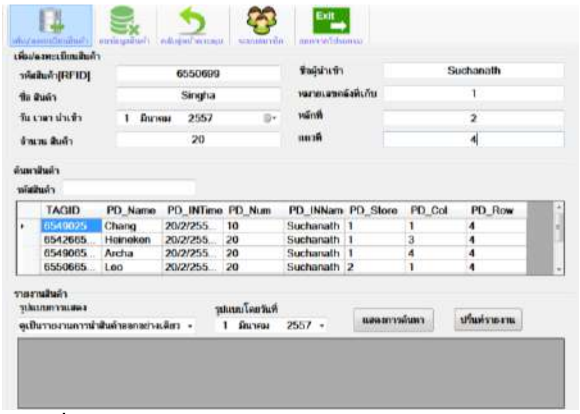
ในส่วนของเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา จะประกอบด้วย dsPIC30F4011 ต่อร่วมกับ คีย์แพด เครื่องอ่าน RFID จอ LCD และโมดูลไร้สาย เพื่อส่งสัญญาณไปให้ส่วนของคลังสินค้า ซึ่งประกอบไปด้วยบอร์ด Arduino ต่อกับหลอด LED บนคลังสินค้าที่มีการติดแท็ก RFID และโมดูลไร้สาย



รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบฮาร์ดแวร์

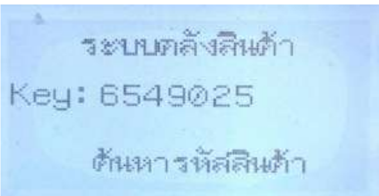
6. ผลการทดลอง

ส่วนประกอบของระบบการจัดการคลังสินค้า และค้นหาสินค้าด้วยเครื่องอ่าน RFID แบบพกพาประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ การทำงานในส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

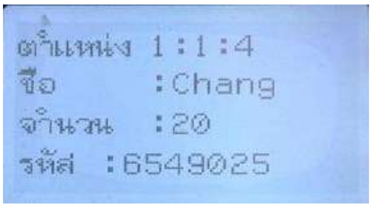


รูปที่ 4 การทำงานในส่วนของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

เริ่มจากการทำงานในส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อเปิดโปรแกรมในระบบคอมพิวเตอร์ จะมีการแสดงหน้าต่างเพื่อทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบจากนั้นจะพบหน้าต่างของฐานข้อมูล เพื่อใช้สำหรับ เพิ่ม ลบ สินค้า โดยในระบบจะแสดง ชื่อสินค้า วัน และเวลาที่นำสินค้าเข้าสู่ระบบ จำนวนสินค้า และตำแหน่งของสินค้า



รูปที่ 5 หน้าต่างการค้นหาสินค้า



รูปที่ 6 หน้าต่างการทำงานบนเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา

รูปที่ 7 แบบจำลองคลังสินค้า

รูปที่ 8 การอ่านแท็ก RFID

ก่อนจะเริ่มใช้งานบนเครื่องอ่าน RFID ต้องทำการตั้งค่าบนเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน โดยเริ่มจากการตั้งค่าการสื่อสาร เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องอ่าน RFID จากนั้นทำการเปิดเครื่องอ่าน RFID เพื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบ เมื่อทำการล็อกอินเรียบร้อยจะสามารถตรวจสอบชื่อ จำนวน และตำแหน่งของสินค้าได้ อีกทั้งเมื่อทำการค้นหาสินค้าจะส่งผลให้ไฟ LED บนคลังสินค้าที่ทำการค้นหาสว่างขึ้น จากนั้นให้นำ RFID ไปติดที่ตำแหน่งชั้นวางสินค้าเพื่อที่จะสามารถนำสินค้าเข้า ออกจากคลังสินค้า

7. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบการค้นหาสินค้า ภายในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบสามารถค้นหาสินค้านำสินค้าเข้า ออกจากคลังสินค้าได้สะดวก และรวดเร็ว ผ่านเครื่องอ่าน RFID แบบพกพา ซึ่งเนื่องจากระบบมีการแสดงตำแหน่งของสินค้ารวมทั้งมีไฟ LED แสดงขึ้นบนคลังสินค้า เพื่อระบุตำแหน่งอย่างชัดเจน ทำให้ใช้เวลาในการค้นหาสินค้าน้อยลง อีกทั้งยังสามารถดูรายละเอียดของสินค้าบนฐานข้อมูลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ โดยระบบจะระบุ จำนวนสินค้า รหัสสินค้า ตำแหน่งของสินค้า นอกจากนั้นยังสามารถปรับปรุงฐานข้อมูลได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] รุ่งนภา แสงเพ็ง และจรินทร์ อาสาทรงธรรม, “เทคโนโลยี RFID กับการประยุกต์ใช้ในการจัดการคลังสินค้า”, วารสารนักบริหาร, ปีที่ 31, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม - กันยายน 2554, หน้า 20-26

[2] B. Chen, Z. Zhou, and H. Yu, “Understanding RFID counting protocols”, *Proc. MobiCom-2013*, Miami, FL; United States, Sep. 30-Oct. 4, 2013.

[3] Y. Zhao, Z. Gao, Y. Ma, K. Liu, and J. Teng, “Localization Performance Analysis for Passive UHF RFID Technology Employing Directional Antennas and Omnidirectional Antennas”, *Int. J. Wireless Inf. Networks*, vol. 24, no. 1, pp. 50-55, Mar. 2017.

[4] F. Nafar and H. Shamsi, “On the Design of a User Interface for an RFID-Based Vehicle Tracking System”, *Int. J. Wireless Inf. Networks*, vol. 24, no. 1, pp. 56-61, Mar. 2017.

[5] K. Fan, N. Ge, Y. Gong, H. Li, R. Su, and Y. Yang, “An ultra-lightweight RFID authentication scheme for mobile commerce”, *Peer-to-Peer Netw. Appl.*, vol. 10, pp. 368-376, Mar. 2017.

[6] J. Chai, C. Wu, C. Zhao, H. L. Chi, X. Wang, B. W. K. Ling, and K. L. Teo, “Reference tag supported RFID tracking using robust support vector regression and Kalman filter”, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 32, pp. 1-10, Apr. 2017.

[7] J. Park, C. Moon, I. Yeom, and Y. Kim, “Cardinality estimation using collective interference for large-scale RFID systems”, *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 83, pp. 101-110, Apr. 2017.

การตรวจสอบคุณลักษณะการเดินของบุคคลด้วยการประมวลผลภาพการเดินรยางค์ล่าง

Human Lower Limp Identification using Image Processing

กัญญาภัค ศรีสุข[1] คณิศร บุญรัตน์[1] ปภังกร ศรีสุข

[1]สาขาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

179 หมู่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150 E-mail: kanyaphak.s@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการตรวจสอบลักษณะการเดินโดยใช้คุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่าที่ได้จากการคำนวณจากภาพเงามนุษย์ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาผ่านกระบวนการกำหนดมาตรฐานจำนวนช่วงเวลาของการเดินของแต่ละบุคคลของคุณลักษณะเด่นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจสอบลักษณะท่าทางการเดิน**ด้วยสมการ** Piecewise-Linear Functions (PLFs) และนำคุณลักษณะที่ได้จากการคำนวณมาขยายเข้าสู่อนุกรมฟูริเยร์เพื่อที่จะลดความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะเด่น จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบคุณลักษณะเด่น ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นเป็นข้อมูลของการเดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จำนวน 50 คน ผู้หญิง 25 คน ผู้ชาย 25 คน การเดินถูกบันทึกเป็นไฟล์วิดีโอในลักษณะของการเดินผ่านกล้องและเดินเข้าหากล้อง แต่คุณลักษณะเด่นที่ถูกนำมาใช้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเฉพาะการเดินผ่านกล้องมาใช้ในการตรวจสอบ ผลที่ได้จากการทดลองแสดงเป็นค่าความผิดพลาดและค่าความถูกต้องของการตรวจสอบคุณลักษณะการเดินของแต่ละบุคคลมีค่าเท่ากับ **8.79% และ 91.21%** ตามลำดับ

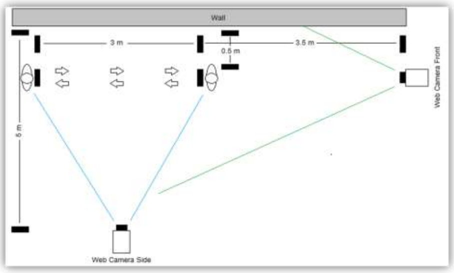
คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การเดิน

1. บทนำ

ชีวมาตรหรือเทคโนโลยีชีวมาตร (Biometric) เป็นเทคโนโลยีที่มีการผสมผสานศาสตร์ที่อาศัยหลักการทางด้านคณิตศาสตร์ หลักการทางด้านสถิติมาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีชีวมาตรมาใช้ในการระบุตัวตนหรือตรวจสอบตัวตนเพื่อความปลอดภัย [1] เทคโนโลยีชีวมาตรนี้จะนำคุณลักษณะทางพฤติกรรมหรือคุณลักษณะทางทางกายภาพมาใช้ในการระบุตัวตน [2] คุณลักษณะทางกายภาพ เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดจากร่างกายมนุษย์ เช่น นิ้วมือ ใบหน้า มือ การสแกนม่านตา และส่วนของลักษณะทางพฤติกรรม เป็นคุณลักษณะที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมและการกระทำที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล เช่น เสียง จังหวะการพิมพ์ และการเดิน เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยหลายฉบับได้มีตรวจสอบการระบุตัวตนจากลักษณะท่าทางการเดินวิธีการต่าง ๆ ซึ่งได้นำเสนอในงานวิจัย [3], [4], [5] เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงคุณลักษณะเด่นที่ได้จากลักษณะการเดินโดยการวัดสัดส่วนจากร่างกายส่วนร่าง (รยางค์ล่าง) การวัดสัดส่วนของร่างกาย (Body segment parameter) [6] ได้มีการนำการวัดสัดส่วนร่างกายมาใช้ในการแบ่งสัดส่วนของภาพเงาที่ได้จากการทำการประมวลผลภาพเบื้องต้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณลักษณะเด่นของการเดินดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทางผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบคุณลักษณะการเดินของแต่ละบุคคลด้วยการประมวลผลภาพในส่วยของรยางค์ล่างของร่างกายมนุษย์

วิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยฉบับนี้ เริ่มจากการบันทึกไฟล์ภาพวิดีโอลักษณะการเดินและทำการแตกไฟล์วิดีโอเป็นไฟล์ภาพ แล้วทำการดึงคุณลักษณะเด่นจากการเดินในไฟล์ภาพแต่ละเฟรม หลังจากนั้นนำคุณลักษณะเด่นที่ได้จากไฟล์ภาพมาทำการกำหนดมาตรฐานที่ได้จากช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินโดยใช้ Piecewise Linear function หลังจากนั้นจะนำคุณลักษณะเด่นของการเดินที่ผ่านการกำหนดมาตรฐานที่ได้จากช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินมาขยายเข้าสู่ อนุกรมฟูริเยร์เพื่อลดค่าเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นและดึงคุณลักษณะเด่นให้มีความเด่นชัดมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำคุณลักษณะเด่นมาตรวจสอบคุณลักษณะของการเดิน



รูปที่ 2 ลักษณะการเดินและการตั้งกล้องเพื่อจัดเก็บข้อมูล

จากรูปที่ 2 การทดลองการตรวจสอบการเดินในครั้งนี้ ใช้ชุดฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดยบุคคลที่นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลจำนวน 50 คน

ผู้หญิง 25 คน ผู้ชาย 25 คน เดินแบบปกติจำนวน 6 รอบ การบันทึกข้อมูลการเดินที่มีลักษณะการเดินและการตั้งกล้องเพื่อจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลไฟล์วีดีโอ

2. การประมวลผลเบื้องต้น

คุณลักษณะเด่นของการตรวจสอบตัวตนจากการเดินสามารถนำมาจากการประมวลผลของภาพเงามนุษย์ (silhouette) [7] ซึ่งภาพเงามนุษย์นี้มาจากการประมวลผลภาพไฟล์วีดีโอ หลังจากนั้นนำภาพเงามนุษย์ผ่านกระบวนการกร่อนภาพ (Erosion) กระบวนการขยายภาพ (Dilation) และกระบวนการแปลงภาพโดยใช้หลักการโครงกระดูก (Skeleton) เพื่อทำการขจัดสิ่งรบกวนที่อาจเกิดบนภาพเงามนุษย์ ซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานดังนี้

2.1 กระบวนการกร่อนภาพ (Erosion Operation)

กระบวนการกร่อนภาพ ถูกนำมาใช้ในการขจัดสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นในภาพเงาให้มีขนาดบางลง เช่น เงาที่เกิดขึ้นใต้เท้าของภาพเงามนุษย์ที่ผ่านการประมวลผลเบื้องต้น กระบวนการกร่อนภาพสามารถอธิบายดังสมการ

$$E = A \Theta B = \{x, y \mid B_{x,y} \subseteq A\}, \qquad (1)$$

เมื่อ E , A , B และ $B_{x,y}$ เป็นภาพเงามนุษย์หลังการประมวลผลภาพ, ภาพไบนารี่ต้นฉบับ, องค์ประกอบของโครงสร้างแบบดิส และ จุดของ B ที่เคลื่อนที่ไปตามแกน x และ y ตามลำดับ

2.2 กระบวนการขยายภาพ (Dilation Operation)

กระบวนการขยายภาพ ถูกนำมาใช้ในการเพิ่มขอบ (Edge) ของวัตถุในภาพเงาที่ผ่านกระบวนการกร่อนภาพ กระบวนการขยายภาพสามารถอธิบายดังสมการ

$$D = E \oplus B = \{x, y \mid B_{x,y} \cap E \neq \varnothing\}, \quad (2)$$

เมื่อ D , E , B และ $\varnothing$ เป็นภาพเงามนุษย์หลังกระบวนการขยายภาพ, ภาพเงามนุษย์หลังกระบวนการกร่อนภาพ, องค์ประกอบของโครงสร้างแบบดิส และ เซตว่าง ตามลำดับ

2.3 กระบวนการแปลงภาพโครงกระดูก (Skeleton Operation)

กระบวนการแปลงภาพโดยใช้หลักการโครงกระดูกของภาพเงามนุษย์ได้ถูกนำมาคำนวณหลังการประมวลผลภาพโดยใช้กระบวนการกร่อนภาพและกระบวนการขยายภาพ กระบวนการนี้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการเพิ่มโครงสร้างของภาพเงามนุษย์ให้สามารถตรวจจับจุดของหัวเข่าและสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความจำเป็นต้องใช้จุดเพื่อการคำนวณหาคุณลักษณะเด่นของการเดิน สมการของกระบวนการแปลงภาพโดยใช้หลักการโครงกระดูกอธิบายดังนี้

$$S(D) = \bigcup_{k=0}^{K} \left(\bigcup_{k=0}^{K} ((D \Theta kB) - (D \Theta kB) \circ B) \right), \quad (3)$$

เมื่อ $S(D)$, D , B , K และ $\circ$ เป็นภาพเงามนุษย์หลังกระบวนการแปลงภาพโดยใช้หลักการโครงกระดูก, ภาพเงามนุษย์หลังกระบวนการกร่อนภาพและกระบวนการขยายภาพ, องค์ประกอบของโครงสร้างแบบดิส, ค่ามากที่สุดของกระบวนการกร่อนภาพก่อนมีค่าเป็นเซตว่าง และ กระบวนการเปิดเป็นการใช้กระบวนการกร่อนภาพก่อนกระบวนการขยายภาพ ตามลำดับ

2.4 โปรเจคชันโปรไฟล์ (Projection Profile)

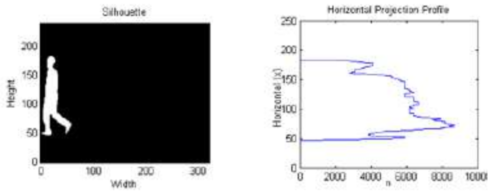
กระบวนการนี้ได้นำมาใช้ในการกำหนดขอบเขตของภาพเงามนุษย์ในเฟรมภาพที่ทำการแตกไฟล์จากวิดีโอ ซึ่งมีการหาขอบเขตของภาพเงาทั้งข้างบนและข้างล่างดังนี้

Horizontal Projection Profile การกำหนดขอบเขตของภาพเงามนุษย์ในเฟรมภาพที่ทำการแตกไฟล์จากวิดีโอ ซึ่งมีการหาขอบเขตของภาพเงาด้านบน อธิบายดังสมการ

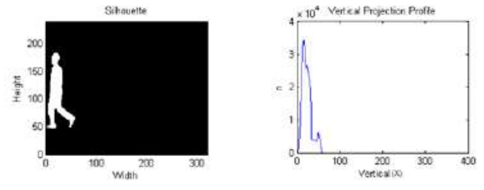
$$Horizontal(x) = \sum_{X=\min}^{X=\max} (P(x, y)) \quad (4)$$

Vertical Projection Profile การกำหนดขอบเขตของภาพเงามนุษย์ในเฟรมภาพที่ทำการแตกไฟล์จากวิดีโอ ซึ่งมีการหาขอบเขตของภาพเงาด้านข้าง อธิบายดังสมการ

$$Vertical(x) = \sum_{Y=\min}^{Y=\max} (P(x, y)) \quad (5)$$



รูปที่ 3 ขอบเขตของภาพเงาด้านบน Horizontal Projection Profile



รูปที่ 4 ขอบเขตของภาพเงาด้านข้างด้วย Vertical Projection Profile

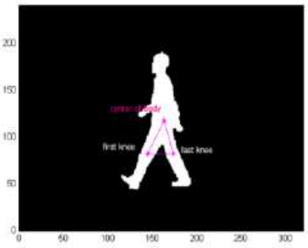
3. การดึงคุณลักษณะเด่น

ภาพเงามนุษย์ (silhouette) และภาพโครงกระดูกที่ได้รับจากกระบวนการประมวลผลเบื้องต้นจากขั้นตอนที่ผ่านมานั้นสามารถนำมาดึงคุณลักษณะเด่นที่สำคัญได้ดังนี้

3.1 พื้นที่ระหว่างหัวเข่า

คุณลักษณะเด่นพื้นที่ที่เกิดขึ้นระหว่างหัวเข่า มีการคำนวณพื้นที่อ้างอิงจากทฤษฎี Heron's Formula พื้นที่ที่เกิดขึ้นระหว่างหัวเข่า ดังรูปที่ 5 และอธิบายการคำนวณดังสมการ

$$CKF = \sqrt{((x_{cen}(t) - x_{firstknee}(t))^2 + (y_{cen}(t) - Y_{firstknee}(t))^2)}$$
$$CKL = \sqrt{((x_{cen}(t) - x_{lastknee}(t))^2 + (y_{cen}(t) - y_{lastknee}(t))^2)}$$
$$KFKL = \sqrt{((x_{firstknee}(t) - x_{lastknee}(t))^2 + (y_{firstknee}(t) - y_{lastknee}(t))^2)}$$
$$SR = (\frac{CKF + CKL + KFKL}{2})$$
$$f_{aul}(t) = (SR \times (SR - CKF) \times (SR - CKL) \times (SR - KFKL)) \quad (6)$$



รูปที่ 5 คุณลักษณะพื้นที่ระหว่างหัวเข่า

3.2 กำหนดมาตรฐานจำนวนช่วงเวลา (PLFs)

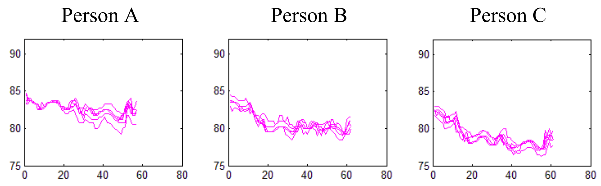
ลำดับถัดมาการกำหนดมาตรฐานจำนวนช่วงเวลาของการเดินของแต่ละบุคคลให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ผู้วิจัยได้นำ Piecewise-Linear Functions (PLFs) มาใช้ในการลดค่าความเบี่ยงเบนที่อาจเกิดจากช่วงเวลาที่แตกต่างกันมากำหนดให้เป็นมาตรฐานเดียวกันของแต่ละบุคคลของคุณลักษณะเด่น $f_{aul}(t)$ สมการ Piecewise-Linear Functions (PLFs) กำหนดดังสมการ

$$q(t) = \sum_{n=0}^{N} q(t_n)\phi_n(t), \ (t \in T), \quad (7)$$

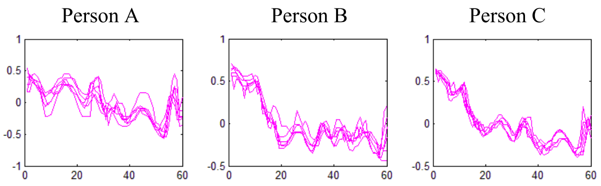
เมื่อ

$$\phi_n(t) = \begin{cases} \frac{t - t_{(n-1)}}{t_n - t_{(n-1)}}, & t \in [t_{(n-1)}, t_n] \\ \frac{t_{(n+1)} - t}{t_{(n+1)} - t_n}, & t \in [t_n, t_{(n+1)}] \\ 0, & t \notin [t_{(n-1)}, t_{(n+1)}] \end{cases} \quad , . (8)$$
$$(q = f_{aul}(t)),$$

และ T คือช่วงเวลาของการเดินของแต่ละบุคคล ณ เวลาที่ $T = T_n$. T_n คือช่วงของข้อมูลทดสอบ (อ้างอิง)



รูปที่ 6 คุณลักษณะเด่นพื้นที่ที่เกิดขึ้นระหว่างหัวเข่า



รูปที่ 7 คุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่าหลังกำหนดมาตรฐานจำนวนช่วงเวลาของการเดินของแต่ละบุคคลให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

3.3 การกระจายคุณลักษณะเฉพาะลงในอนุกรมฟูริเยร์

เมื่อกำหนดมาตรฐานจำนวนช่วงเวลาของการเดินของแต่ละบุคคลของคุณลักษณะเด่นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจสอบลักษณะท่าทางการเดินด้วยคุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่า ผู้วิจัยได้นำคุณลักษณะเด่นดังกล่าวมากระจายลงสู่อนุกรมฟูริเยร์ ดังสมการ $f_{aul}(t)$ สมการ Piecewise-Linear Functions (PLFs) กำหนดดังสมการ

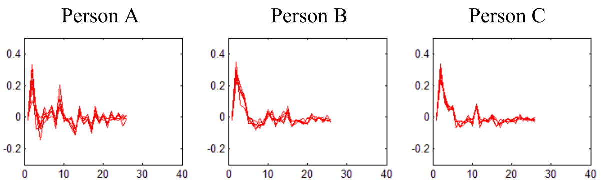
$$\hat{f}_r(t) = \frac{a_r(0)}{2} + \sum_{n=1}^{N} [a_r(n)\cos(n\omega_o t)], \quad (9)$$

เมื่อ

$$a_r(n) = \frac{4}{T}\int_0^{T/2} f_r(t)\cos(n\omega_o t)dt \quad (10)$$
$$(\omega_o = 2\pi / T), (r = f_{aul}(t)), (n = 0,1,2,...,N)$$

$a_r(n)$ คือค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ N คือจำนวนของค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์

ค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ $a_r(n)$ ของคุณลักษณะเด่นของการเดินของพื้นที่ระหว่างหัวเข่า ค่าของคุณลักษณะเด่นเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ที่ได้จากการคำนวณของบุคคลเดียวกันจะมีความคล้ายกันและมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ของคุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่า

4 การตรวจสอบท่าทางการเดิน

ขั้นตอนนี้เป็นการนำค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ของคุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่าที่ได้รับในขั้นตอนที่ผ่านมา นำมาใช้ในการตรวจสอบคุณลักษณะการเดินของแต่ละบุคคล โดยใช้สมการ

$$\begin{matrix} true \;\; if & \left\| \mathbf{h}^{(ref)} - \mathbf{h} \right\| < \eta, \\ false & otherwise \end{matrix} \quad (11)$$

เมื่อ $\|\cdot\|$ คือระยะทางแบบยูคลิด, η ค่าขีดแบ่งซึ่งพิจารณาได้จากการเดินของแต่ละบุคคล, $\mathbf{h}^{(ref)}$ คือค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์อ้างอิง และ $\mathbf{h}$ คือค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์ที่ถูกนำมาทดสอบ

5. ผลการทดลอง

งานวิจัยฉบับนี้ใช้ชุดฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยเป็นฐานข้อมูลการเดินที่จัดเก็บข้อมูลในห้องเป็นข้อมูลการเดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จำนวน 50 คน ผู้หญิง 25 คน ผู้ชาย 25 คน เป็นฐานข้อมูลการเดินผ่านกล้องและเดินเข้าหากล้อง ซึ่งเป็นรูปแบบการเดินสองมุม จำนวนการเดินคือเดินปกติจำนวนทั้งหมด 6 รอบ จากการทดลองผู้วิจัยได้เลือกหนึ่งรอบของการเดินเป็นอ้างอิงของแต่ละบุคคล ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งอธิบายถึงค่าความผิดพลาดและค่าความถูกต้องในการตรวจสอบการเดินด้วยคุณลักษณะเด่นพื้นที่ระหว่างหัวเข่า ซึ่งมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 8.79% และมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 91.21%

ตารางที่ 1 ค่าความผิดพลาดและค่าความถูกต้อง

Error Rate %	Accuracy Rate %
8.79	91.21

6. สรุป

ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบด้วยการประมวลผลภาพโดยใช้พื้นที่ระหว่างเข่าเป็นคุณลักษณะเด่นในการนำมาตรวจสอบเพื่อระบุบุคคล ซึ่งใช้ข้อมูลของการเดินของบุคคลจำนวน 50 คน ซึ่งข้อมูลถูกจัดเก็บและรวบรวมโดยใช้กล้องเว็บแคมในลักษณะของการเดินผ่านกล้อง และการเดินเข้าหากล้อง ซึ่งมุมที่นำมาใช้ในการหาคุณลักษณะเด่นนั้นคือมุมที่เดินผ่านกล้อง ซึ่งคุณลักษณะเด่นดังกล่าวได้นำมาผ่านการกำหนดมาตรฐานของช่วงเวลาให้อยู่ในเกณฑ์เดียวกันของแต่ละบุคคลด้วย Piecewise-Linear Functions (PLFs) แล้วนำไปเข้าสู่กระบวนการดึงคุณลักษณะเด่นเพื่อลดค่าเบี่ยงเบนที่อาจเกิดขึ้นของข้อมูลด้วยการนำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ฟูริเยร์มาใช้ จึงทำให้สามารถเห็นได้ถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคลและวิธีการนี้เป็นเพียงอีกวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจสอบค่าความแตกต่างของบุคคลอีกวิธีหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] Boulgouris N.V., Hatzinakos D. and Plataniotis K.N. "Gait recognition: A challenging signal processing technology for biometric identification." **IEEE Signal Processing Magazine,** Vol. 22, Dec. 2005. pp.78-90.

[2] Griaule Biometrics. 2008. **Understanding biometrics.** [Online]. Available : http://www.griaulebiometrics.com/en-us/book/understanding-biometrics.

[3] S. Zhang, S. Bei, Y. Li, and X. Shen, "Gait Identification Method Based on Closed Area Feature of Lower Limbs," 2011 International Conference on Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), Vol. 4, pp.2056-2059, Aug 2011.

[4] S. Benbakreti and M. Benyettou, "Gait Recognition Based on Leg motion and Contour Of Silhouette," 2012 International Conference on Information Technology and e-Services (ICITeS), pp.1-5, March 2012.

[5] P.Thumwarin, K. Srisuk, T. Matsuura. "Gait identification based on FIR system characterizing motion of leg." **6th Biomedical Engineering International Conference (BMEICON2013)**, October. 2013.

[6] Drills R., Continti R. and Bluestein M. "Body segment parameters; A survey of measurement techniques." **Artificial Limbs**, Vol. 8, Num 1, 1964. pp. 44-66.

[7] S. Yu, D. Tan, and T. Tan, "A Framework for Evaluating the Effect of View Angle, Clothing and Carrying Condition on Gait Recognition," 18th International Conference on Pattern Recognition, Vol. 4, pp. 441-444, 2006.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีด้วยวิธีการกำหนดความกว้างสัญญาณ

Energy Saving LED FloodLight By Using Pulse Width Modulation

ดำรงศักดิ์ อรัญกูล[1] พันตรี โคมพิทยา[1]

[1]วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

457 ถนนพนมธนารักษ์ ตำบลธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 41110 โทรศัพท์ 042-540443 E-mail: damrongsaka@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีด้วยวิธีการกำหนดความกว้างของสัญญาณ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมความสว่างแบบแบ่งแรงดัน การใช้วงจรควบคุมแบบกำหนดความกว้างสัญญาณที่ช่วงความถี่ 75 ถึง 100 เฮริต์และแบบไม่มีวงจรควบคุมต่อกับหลอดไฟแอลอีดีผลการทดลองพบว่าจากการเปรียบเทียบกัน 3 รูปแบบนั้นการต่อวงจรควบคุมด้วยวิธีกำหนดความกว้างของสัญญาณมีความสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 6.22 และ 6.21 เมื่อเทียบกับแบบไม่ได้ต่อวงจรควบคุมหลอดแอลอีดีคิดเป็นการประหยัดไฟฟ้าได้ 1.81 และ 18.14 หน่วยต่อปี และเมื่อหลอดไฟแอลอีดีนั้นมีวงจรควบคุมปรับลดกำลังไฟฟ้าที่เป็นแบบแบ่งแรงดันแล้วพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้เช่นกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างวงจรที่ต่อแบบกำหนดความกว้างสัญญาณและวงจรแบ่งแรงดัน ความสามารถในการลดใช้พลังงานไฟฟ้าและคิดค่าความประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้วไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: โคมฟลักไลท์แอลอีดี, การกำหนดความกว้างสัญญาณ, การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

Abstract

This article presents the energy saving LED floodlight with the determine pulse width modulation. The use to compare non-dimmer, analog dimmer and the pulse with modulation dimmer, at a frequency range of 75 to 100 Hz. The results showed that in comparison 3 models, the dimmer with the pulse with modulation is 6.22 and 6.21, respectively, compared to the non-dimmer, and saving energy consumption is 1.81 and 18.14 units per year. And when the LED lamp has an analog dimmer circuit, it can also save energy. However, when compared between the analog dimmer and the pulse width modulation there is not much difference.

Keywords: LED floodlight, pulse with modulation, saving energy

1. บทนำ

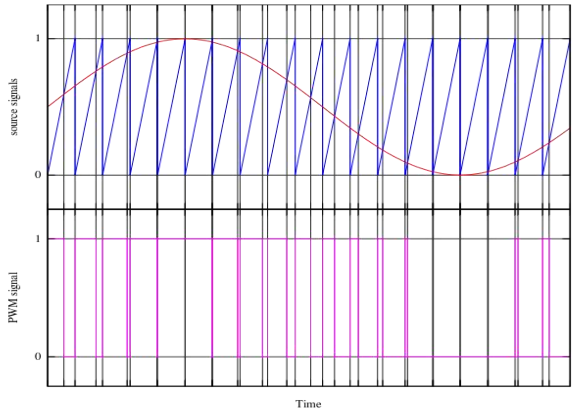
จากรายงานการสำรวจการใช้พลังงานของกระทรวงพลังงานแต่ละปีมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น[1] ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นนี้จะส่งผลกระทบกับระบบสิ่งแวดล้อม เป็นผลทำให้เกิดวิกฤตการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโลกของเราในขณะนี้ วิกฤตการณ์ดังกล่าวเรียกว่าสภาวะโลกร้อน ซึ่งสามารถมองเห็นโทษของวิกฤตการณ์ได้จากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกของเราในปัจจุบัน เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำท่วม สิ่งมีชีวิตบางชนิดเกิดการสูญพันธุ์ เป็นต้น สิ่งต่างๆเหล่านี้เราสามารถช่วยกันแก้ปัญหาได้ ด้วยความร่วมมือกันทุกฝ่ายช่วยแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ สิ่งหนึ่งที่สามารถที่จะช่วยได้ก็คือ การที่เราช่วยกันลดใช้พลังงานให้น้อยลง ระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีการใช้พลังงานในการให้ความสว่างเช่นกัน ผลการสำรวจจากสถาบันวิจัยข้อมูลด้านการตลาด (IMS Research) [2] พบว่าตั้งแต่ปี 2552 – 2563 การขยายตัวของตลาดหลอดไฟฟ้าแสงสว่างมีอัตราการขยายตัวและลดลงของมูลค่าตลาดหลอดไฟฟ้าทั้ง 5 ชนิด ตั้งแต่ หลอดไส้, หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (หลอดตะเกียบ), หลอดฟลูออเรสเซนต์ , หลอดความเข้มสูง (HID : High Intensity Discharge) และหลอด แอลอีดี การขยายตัวของหลอดแอลอีดีมีมากขึ้นเกิดจากแรงผลักดันจากคุณสมบัติและเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยของหลอดแอลอีดีสามารถนำมาออกแบบทดแทนหลอดชนิดอื่นได้มากขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการประหยัดค่าไฟฟ้ากับราคาค่าหลอดแอลอีดีและอายุการใช้งานที่ยืนยาวแล้วถือได้ว่าหลอดแอลอีดีมีความคุ้มค่าในการใช้งานในอนาคต การใช้หลอดแอลอีดีในการส่องสว่างแทนหลอดไฟแบบทั่วไปเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเกินร้อยละ50 และปัจจุบันราคาหลอดแอลอีดีถูกลง มีการนำหลอดแอลอีดีไปใช้งานหลากหลายรูปแบบเช่นไฟส่องป้ายส่องอาคาร ส่องสนามหรืออื่นๆ การปรับลดความสว่างทำได้ง่ายโดยไม่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของหลอดแอลอีดี ได้มีการออกแบบวงจรขับแอลอีดีให้มีกำลังวัตต์น้อยกว่าใช้งานสามารถนำไปทดแทนหลอดไฟแบบเดิมโดยยังให้ความสว่างเท่าเดิมหรือ

ดีกว่า[3]การเพิ่ม-ลดความสว่างสามารถทำได้ง่ายด้วยการควบคุมกระแสและแรงดัน การเปิด-ปิดหลอดแอลอีดีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาเท่าที่ต้องการโดยไม่มีการหน่วงเวลาใช้งานเนื่องจากโครงสร้างภายในที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ การลดความสว่างโดยการควบคุมกำลังของหลอดแอลอีดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดแอลอีดีนี้ทำได้สองรูปแบบ[4]ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายและแบบดิจิตอลควบคุมร่วมโดยใช้วิธีเปิดปิดหลอดแอลอีดีให้เร็วกว่าตามนุษย์จะสามารถจับภาพได้โดยใช้หลักการมองเห็นภาพติดตา[5] จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้เล็งเห็นแนวทางในการวิจัยเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโคมแอลอีดีด้วยวิธีการกำหนดความกว้างสัญญาณเพื่อปิดเปิดหลอดแอลอีดี ซึ่งเป็นหนึ่งวิธีที่จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

2. แนวคิด

การจ่ายกำลังไฟฟ้ายังโคมแอลอีดีให้แสงสว่างใช้พลังงานระดับหนึ่ง เมื่อต้องการลดค่ากำลังไฟฟ้าลงโดยแสงสว่างไม่เปลี่ยนแปลงจนทำให้การมองเห็นเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งแอลอีดีสามารถปรับลดกำลังไฟฟ้าได้โดยไม่ส่งผลต่อการทำงานโดยรวม ในการวิจัยนี้ได้นำแนวคิดประหยัดพลังงานการลดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้โคมไฟแอลอีดีในลักษณะ3 รูปแบบเปรียบเทียบกันได้แก่ การจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แอลอีดีทำงานปกติ การจ่ายกำลังไฟฟ้าผ่านชุดปรับลดแสงแบบต่อเนื่อง(Analog Dimmer)และการจ่ายกำลังไฟฟ้าผ่านชุดปรับลดแสงแบบดิจิตอล(Digital Dimmer)ด้วยหลักการปรับความกว้างของสัญญาณพัลส์(Pulse Width Modulation :PWM)

การปรับความกว้างของสัญญาณพัลส์เป็นวิธีการหนึ่งในการลดความสว่างลงหลักการของการปรับความกว้างของพัลส์เป็นการนำเอาสัญญาณสามเหลี่ยมมาเปรียบเทียบสัญญาณที่ต้องการปรับความกว้างของพัลส์ เมื่อสัญญาณที่ต้องการปรับเป็นระดับแรงดันไฟสลับ[6]



รูปที่ 1 หลักการทำงานของPWM

ความกว้างสัญญาณพัลส์ที่ได้เกิดจากจุดตัดของสัญญาณทั้งสองซึ่งมีระดับแรงดันต่างกัน เมื่อความกว้างของสัญญาณที่ปรับเกิดเป็นพัลส์สี่เหลี่ยมซึ่งสามารถปรับความกว้างของคาบสัญญาณได้จากสมการ

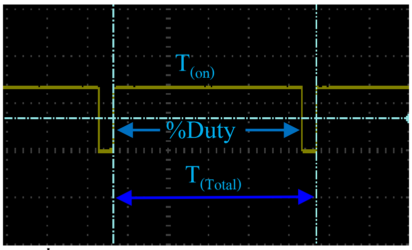
$$\%Duty = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ % Duty คือร้อยละของอัตราการเกิดสัญญาณทำงาน

T_{on} คือช่วงเวลาการเกิดสัญญาณทำงาน

T_{Total} คือช่วงของคาบเวลาทั้งหมด

ดังนั้นการปรับเพิ่มลดค่าความสว่างของโคมไฟแอลอีดีจึงสามารถปรับได้ดังรูปที่ 2

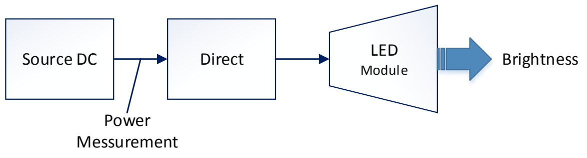


รูปที่ 2 การปรับความกว้างของสัญญาณ PWM

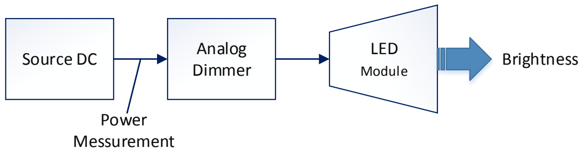
ดังนั้นการปรับความกว้างสัญญาณ(T_{on})ทำให้การจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดไฟแอลอีดีเพิ่มขึ้นหรือลดลงส่งผลให้ค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่วนการปรับกำลังไฟฟ้าจ่ายโคมไฟแอลอีดีแบบต่อเนื่องใช้วงจรแบ่งแรงดันที่ประกอบด้วยตัวต้านทานทำหน้าที่ปรับเพิ่มหรือลดกำลังไฟฟ้า และโคมไฟแอลอีดีที่ไม่มีวงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าเพื่อปรับเพิ่มหรือลดค่าความสว่าง การเปรียบเทียบรูปแบบทั้ง 3 เงื่อนไขของงานวิจัยนี้คือการลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ส่งผลทำให้ค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยซึ่งค่าความสว่างที่เปลี่ยนไปนี้ต้องไม่ส่งผลให้การมองเห็นวัตถุลดลง

3. วิธีการ

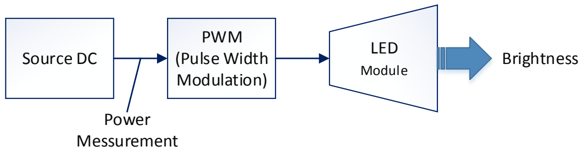
การทดสอบเพื่อหาว่าการใช้หลักการปรับความกว้างของสัญญาณมีค่าประหยัดพลังงานได้เท่าไหร่ภายใต้เงื่อนไขของค่าความสว่างที่ส่องออกมาให้มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 10 ที่การมองเห็นลดลงทดสอบเปรียบเทียบกับการควบคุมโดยใช้หลักการลดความสว่างด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปและโคมไฟแอลอีดีที่ไม่มีวงจรปรับลดความสว่างทั้งสองดังรูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5 โดยใช้มนุษย์กลุ่มตัวอย่าง 40 คนระบุว่าโคมหลอดไฟแอลอีดีมีความสว่างลดลงหรือไม่และนำมาพิจารณาว่าแบบใดที่จะทำให้ประหยัดพลังงานมากที่สุด



รูปที่ 2 ชุดโคมไฟแอลอีดีที่ไม่มีวงจรปรับลดค่าความสว่าง



รูปที่ 3 ชุดโคมไฟแอลอีดีที่ใช้วงจรปรับลดค่าความสว่างแบบต่อเนื่อง



รูปที่ 4 ชุดโคมไฟแอลอีดีที่ที่ใช้วงจรปรับลดค่าความสว่างแบบ PWM

การหาความคุ้มค่าในการเพิ่มวงจรปรับลดกำลังไฟฟ้าเข้าไปในโคมไฟแอลอีดีคิดได้จากสมการ

$$P_t = \frac{P \times hr \times D}{Wh} \quad (2)$$

เมื่อ $P_{(t)}$ คือค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด(kWh)

P คือค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการปรับลด (W)

hr คือจำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน (hr.)

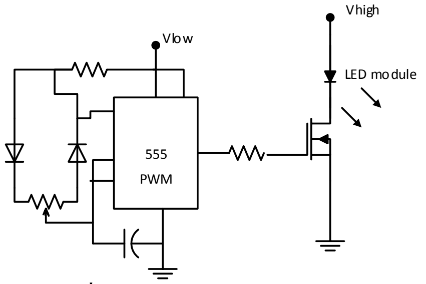
D คือจำนวนวันที่ใช้งานใน1ปี

Wh คือกำลังวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์

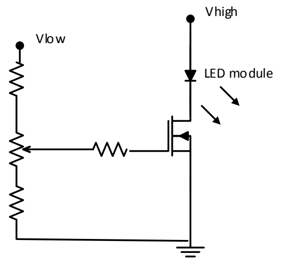
จากแนวคิดข้างต้นนำมาทดสอบกับโคมไฟแอลอีดีแบบฟลัดไลท์(ไฟส่องสนาม)ขนาดกำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ และ 100 วัตต์

4 ผลการทดลอง

การทดลองของการวิจัยนี้ ใช้วงจรควบคุม 2 แบบ ได้แก่ วงจร PWM มีช่วงความถี่ใช้งานอยู่ระหว่าง 75 Hz ถึง 100 Hz และวงจรแบ่งแรงดัน ใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ต่อไปยังหลอดไฟแอลอีดี ดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7



รูปที่ 6 วงจรปรับความกว้างสัญญาณ



รูปที่ 7 วงจรปรับแรงดันต่อเนื่อง

นำวงจรควบคุมมาต่อกับหลอดไฟแอลอีดี 2 ขนาด และวัดกำลังไฟที่จ่ายเข้าหลอดเปรียบเทียบกับการมองเห็นแสงที่เปลี่ยนไป

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบขนาดกำลังไฟฟ้าและการมองเห็นแสง

หลอดแอลอีดี	การต่อวงจรปรับกำลัง	กำลังไฟฟ้าเข้า(W)	การมองเห็นแสง		ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (kWh)
			ปกติ	ลดลง	
10 วัตต์	ไม่มี	9.97	40		29.11
	แบ่งแรงดัน	9.45	39	1	27.59
	PWM	9.35	38	2	27.30
100 วัตต์	ไม่มี	99.97	40		291.91
	แบ่งแรงดัน	94.85	38	2	276.96
	PWM	93.76	38	2	273.77

การต่อวงจรควบคุมปรับกำลังไฟฟ้าจ่ายเข้าหลอดไฟแอลอีดีขนาด 10 วัตต์และ 100 วัตต์ ทั้ง 3 แบบจากตารางที่ 1 พบว่า แสงสว่างหลอดไฟแอลอีดีขนาด 10 วัตต์เมื่อใช้มนุษย์ระบุว่าแสงที่มองเห็นนั้นขณะไม่ได้ต่ออุปกรณ์ควบคุมปรับกำลังไฟฟ้าปกติ 40 คนเทียบกับวงจรแบ่งแรงดันควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าลดลงมองเห็นแสงปกติ 39 คนและมองเห็นแสงลดลง 1 คนคิดเป็นการลดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 5.21 และเมื่อเทียบกับวงจรPWMควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าลดลงมองเห็นแสงปกติ 38 คน

และมองเห็นแสงลดลง 2 คนคิดเป็นการลดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 6.22 ส่วนหลอด ไฟแอลอีดีขนาด 100 วัตต์เมื่อไม่ได้ต่อวงจรควบคุมอุปกรณ์ปรับกำลังไฟฟ้าเทียบกับวงจรแบ่งแรงดันควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าลดลงมองเห็นแสงปกติ 38 คน มองเห็นแสงลดลง 2 คน คิดเป็นการลงกำลังไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 5.12 และเมื่อเทียบกับวงจรPWMควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าลดลงมองเห็นแสงปกติ 38 คน มองเห็นแสงลดลง 2 คน คิดเป็นลดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 6.21

เมื่อพิจารณาจุดคุ้มค่าของวงจรที่มีการควบคุมปรับกำลังไฟฟ้ากับระยะใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวันในรอบ 1 ปี แล้วคิดออกเป็นหน่วยมิเตอร์ไฟฟ้าพบว่า ถ้าไม่มีการต่อวงจรควบคุมปรับลดกำลังไฟฟ้ามีการใช้กำลังไฟฟ้าคิดเป็น 29.11 kWh และ 291.91 kWh เมื่อมีการต่อวงจรแบ่งแรงดันควบคุมมีการใช้กำลังไฟฟ้าคิดเป็น27.59 kWh และ 276.96 kWh และเมื่อมีการต่อวงจรPWMควบคุมมีการใช้กำลังไฟฟ้าคิดเป็น 27.30 kWh และ 273.77 kWh เมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีที่ไม่มีวงจรควบคุมปรับลดกำลังไฟฟ้ากับวงจรแบ่งแรงดันควบคุมมีค่าการใช้กำลังวัตต์ลดลงได้ร้อยละ 5.22 และ 5.12 และเมื่อเทียบกันระหว่างโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีที่ไม่มีวงจรควบคุมปรับลดกำลังไฟฟ้ากับวงจรPWMควบคุมมีค่าการใช้กำลังวัตต์ลดลงได้ร้อยละ 6.22 และ 6.21 ตามลำดับ

5. สรุป

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีด้วยวิธีการกำหนดความกว้างสัญญาณนี้จากการทดลองเปรียบเทียบกัน 3 รูปแบบพบว่ามีความสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 6.22 และ 6.21 เมื่อเทียบกับปกติที่ไม่มีวงจรควบคุมอยู่ภายในประหยัดไฟฟ้าได้ 1.81 และ 18.14 หน่วยต่อปี และเมื่อหลอดไฟแอลอีดีนั้นมีวงจรควบคุมปรับลดกำลังไฟฟ้าที่เป็นแบบแบ่งแรงดันแล้วพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้เช่นกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างวงจรที่ต่อแบบกำหนดความกว้างสัญญาณและวงจรแบ่งแรงดันต่อจะไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ในการนำหลักการคบคุมค่าความสว่างไปใช้ในโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีนั้นจากการวิจัยนี้ สามารถประหยัดพลังงงานไฟฟ้าได้เมื่อใช้กับโคมไฟฟลัดไลท์แอลอีดีที่มีกำลังวัตต์สูงจะเห็นค่าการประหยัดได้มากกว่าโคมไฟที่มีกำลังวัตต์ต่ำ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม และสถานบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยนี้พร้อมทั้งเครื่องมือและห้องปฏิบัติการในการทดลองจนเสร็จสิ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงพลังงาน.(2015, Nov 15). [Online]. สืบค้นที่: http://energy.go.th/2015/energy-information/ “ข้อมูลพลังงาน,” 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] Xu, Renbo, et al. "Research on a high-efficiency LED driving circuit based on Buck topology." Circuits and Systems 2.04 (2011): 352.

[5] Wikipedia. (2017, Jan 10). [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Persistence_vision. “Persistence of vision” published.

[6] Wikipedia. (2017, Jan 10). [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation. “Pulse-width modulation” published.

การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ
The development of the smart home controlling system application

จำรัส กลิ่นหนู[1], นัฐพงษ์ ว่องไว[2] ,ประสิทธิ สารภี[3] และ กลชาญ อนันตสมบูรณ์[4]

[1,2,3]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, เชียงราย 57100

E-mail: k_jumrus@hotmail.com[1], nattapong.wongwai@gmail.com[2], s.prasit@hotmail.com[3] Kolchan@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาในการใช้ชีวิตประจำวันภายในบ้านและเพิ่มความสะดวกสบายในการพักอาศัยภายในบ้าน โดยนำระบบ Internet of Things มาประยุกต์ใช้งาน ผู้อยู่อาศัยสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ในจุดต่าง ๆ ภายในบ้านพร้อมทั้งใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยสั่งงานผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ในลักษณะ Responsive Web Design ซึ่งทำงานได้กับทุกอุปกรณ์และยังทราบถึงสถานะ การทำงานต่างๆภายในบ้านได้ทุกที่ทุก กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ประชาชนในพื้นที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนใจในระบบบ้านอัจฉริยะ ผลการทดลองพบว่า เว็บแอปพลิเคชันสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ และ Smart phone ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสวยงามและสามารถใช้งานได้ง่าย ความสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆภายในบ้าน เช่น ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบ Real time เช่น เมื่อมีอุณหภูมิสูง ระบบสามารถสั่งเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น แอร์, พัดลม โดยอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตรวจสอบสถานะของโรงจอดรถ ว่าง-ไม่ว่าง พร้อมทั้งแจ้งเตือนเมื่อมีคนนำรถออกไปจากโรงจอดรถโดยไม่ได้รับอนุญาต การรดน้ำต้นไม้โดยอัตโนมัติเมื่อความชื้นในดินไม่เพียงพอ การเปิดไฟโดยอัตโนมัติเมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอ การเปิด-ปิดน้ำในถังกักเก็บน้ำพร้อมทั้งแสดงปริมาณน้ำในถังเก็บน้ำ และการปิด-เปิดประตูโดยอัตโนมัติเป็นต้น

คำสำคัญ: ระบบบ้านอัจฉริยะ, เว็บแอปพลิเคชัน, อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Abstract

The application controller of "Smart home" has an objective to adjust daily life and increase comfortably home. This development apply by system of Internet of Thing that customers can control various electrical devices in house. The microcontroller is control work system and the sensors of storage requirement data of a home. Moreover, microcontroller is a web server so that customers can use via the web application. This microcontroller development was developed in Responsive Web Design is able to work with all devices and can inform the work for everywhere and every time. Which, system was approach in developing an SDLC. The group of sample in this study was people in Fang, Chiang Mai, who interested concept of Smart home. The results showed that Web application can run on a computer and smart phone effectively with, beautiful and easily used. T Angsana New # 14 in intelligent home systems such as real time temperature and humidity that when heat up, the system can command to turn on electrical appliances (air-conditioner and fan) automatically efficiently. The status of garage space (empty and full) or alert when the car left the garage without permission. The automatic waters plants when soil lack of moisture. Automatic Street light turns on whenever there is insufficient light intensity. The automatic switch (on-off) of water tank and showed the amount of water in the tank. Finally, the automatic door locks systems.

Keywords: Smart home systems, Web application, Internet of Things.

1. บทนำ

บ่อยครั้งในการดำรงชีวิตประจำวันในปัจจุบัน มักจะเกิดเหตุการณ์เหล่านี้อยู่บ่อยครั้ง เช่น ลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ลืมปิดประตูบ้าน ลืมปิดเครื่องหนีบผม ลืมปิดสวิตช์ไฟฟ้า ลืมปิดไดร์เป่าผม ลืมปิดแก๊ส ลืมปิดปั๊มน้ำ ลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสีย และเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน เสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอุปกรณ์ไฟฟ้าบ้างอย่าง เปิดทิ้งไว้ตลอดทั้งวัน เป็นเวลานานอาจทำให้เกิดไฟไหม้บ้านได้ การลืมปิดประตูบ้านนั้นเป็นผลเสียอย่างมาก อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยและทำให้สูญเสียทรัพย์สินจากโจรผู้ร้าย

จากปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงสนใจพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะและเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานชีวิตประจำวันภายในบ้าน โดยระบบจะทำงานผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันสามารถตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านที่เปิดใช้งานอยู่ปัญหาการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านสามารถทำการสั่งปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน การเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เช่น เมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอให้ทำการเปิดหลอดไฟโดยอัตโนมัติระบบล็อคประตูบ้านอัตโนมัติสามารถจัดทำรายงานต่าง ๆ เช่น รายงานค่าใช้จ่ายไฟฟ้า รายงานการเข้าออกภายในบ้าน รายงานการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า รายงานอุณหภูมิภายในบ้านและอุณหภูมินอกบ้าน ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านทำการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุกโดยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันและผ่านทางอีเมล์ ส่งผลให้ผู้อยู่อาศัยใช้ชีวิตด้วยความปลอดภัย มีความสะดวก และลดค่าใช้จ่ายในการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อสร้าง และทดสอบสมรรถนะแอปพลิเคชันการควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

1.2 ขอบเขตของการศึกษา

การพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะจะแบ่งการทำงานของระบบในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ระบบตรวจอุณหภูมิความชื้นภายนอกบ้าน ระบบตรวจสอบถังกักเก็บน้ำ ระบบตรวจสอบแสงสว่างภายนอกบ้าน ระบบตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นภายในบ้าน ระบบล็อคประตูไฟฟ้า ระบบตรวจสอบแสงสว่างภายในบ้าน ระบบสั่งปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ระบบโรงจอดรถ และระบบดูแลต้นไม้สวนหย่อม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet Of Things)

อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น หากวันนั้นมาถึงอย่างเต็มรูปแบบ จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

2.2 ระบบบ้านอัจฉริยะ

กระบวนการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน โดยจะทำงานผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันโดยมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานระบบสามารถเปิดหลอดไฟโดยอัตโนมัติเมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อฝนตกพร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูลฝนตกย้อนหลังโดยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันระบบการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติโดยผ่านเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและสามารถสั่งการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันระบบรักษาความปลอดภัยโรงจอดรถสามารถตรวจสอบสถานะของโรงจอดรถภายในบ้านว่างหรือไม่ว่างตรวจสอบเวลาจอดรถและเวลารถออกจากโรงจอดรถแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล์เมื่อมีผู้อื่นขับรถออกไปจากโรงจอดรถโดยไม่ได้ปิดระบบรักษาความปลอดภัยโรงจอดรถระบบตรวจสอบการใช้งานไฟฟ้าภายบ้านพร้อมทั้งแสดงรายงานย้อนหลังผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน

2.3 ทฤษฎีสมองกลฝังตัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันโครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างแพร่หลายและในยุคนี้ที่ถือได้ว่าเป็นยุคของอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Thing) จึงมีการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นมาเพื่อประยุกต์ใช้งานสิ่งต่าง ๆ เช่นSmart Home Smart City Connected car Smart farming

2.4 เซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์ หมายถึง ตัวแปลงที่วัดปริมาณทางกายภาพ physical quantity แล้วแปลงไปเป็นสัญญาณที่สามารถอ่านได้โดยผู้เฝ้าดูหรือด้วยเครื่องมือ(ที่ส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์) ตัวอย่างเช่น เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกไปสู่ สัญญาณดิจิตอล โดยสัมพันธ์กับอุณหภูมิ เพื่อความแม่นยำในการวัด เซ็นเซอร์ทุกชนิดจะต้องผ่านการสอบเทียบ calibrate โดยเทียบกับค่ามาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ

2.5 แนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะได้แนวคิดจากความต้องการในการสร้างความสะดวกสบายและแก้ปัญหาในการพักอาศัยภายในบ้านโดยสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ในปัจจุบัน Internet of Things เป็นที่นิยมและมีผู้พัฒนาเป็นจำนวนมากจึงได้ทำการศึกษาหาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานในระบบบ้านอัจฉริยะ เช่น Raspberry pi, Node MCU, และ เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ต้องการใช้ เช่น Sensor Temperature Sensor Module Light intensity detect, Sensor Ultrasonic, Module Relay ทำการพัฒนาระบบการใช้งานบ้านอัจฉริยะในส่วนของ ฮาร์ดแวร์โดยการเขียนโปรแกรมลงในตัว Node MCU เพื่อให้สามารถติดต่อกับ Raspberry pi ได้จากนั้นทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสั่งงาน Node MCU เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่ต้องการ

3. การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมระบบบ้านอัจฉริยะ

แนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ เริ่มจากทำการศึกษาความต้องการในการช่วยเพิ่มความปลอดภัยความสะดวกสบาย ลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของการใช้งานชีวิตประจำวันภายในบ้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

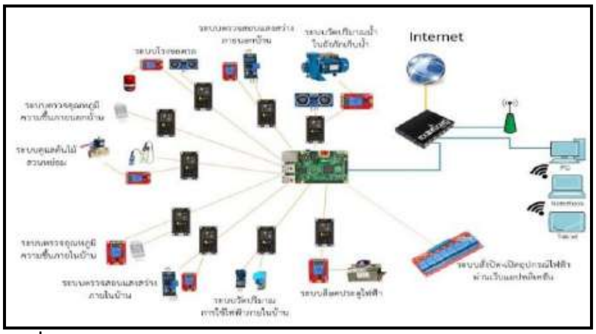
3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของแอปพลิเคชันระบบบ้านอัจฉริยะ

การวิเคราะห์ความต้องการของแอปพลิเคชันระบบบ้านอัจฉริยะโดยทำการศึกษาจากผู้ที่สนใจในระบบบ้านอัจฉริยะ จำนวน 9 คน โดยความต้องการในระบบบ้านอัจฉริยะ เช่น ต้องการตรวจสอบอุณหภูมิภายในบ้าน ต้องการเปิดหลอดไฟอัตโนมัติเมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอ ต้องการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ต้องการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน

3.2 การออกแบบแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

การออกแบบฮาร์ดแวร์ศึกษาการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์และวางแผนการใช้เซนเซอร์มาช่วยในการจัดการการทำงานของอุปกรณ์

เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน โดยการใช้ Raspberry pi เป็นตัวควบคุมระบบและใช้ Node MCU เป็นตัวจัดการส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ต่าง ๆไปหา Raspberry pi โดยผ่าน MQTT Protocol



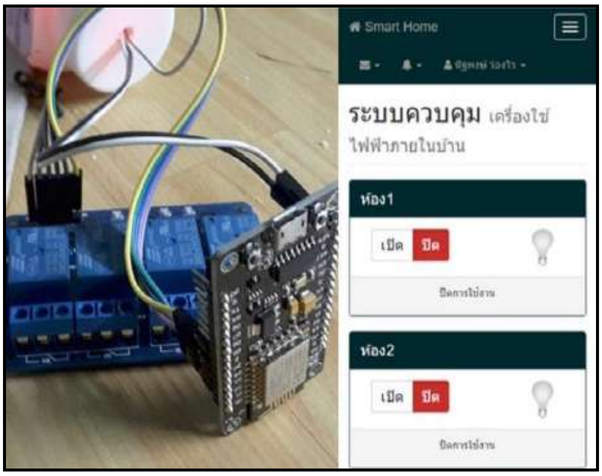
รูปที่ 1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันในลักษณะ Responsive Web Design ให้ซอฟต์แวร์สามารถใช้งานได้ง่าย สวยงามและสามารถใช้งานได้หลายอุปกรณ์และให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายต่อผู้พักอาศัย

3.3 การสร้างแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

การสร้างแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะทำการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะสร้างเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะทำให้ใช้งานได้ง่าย มีความปลอดภัย มีความสวยงาม และสามารถใช้งานได้หลายอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โดยมีรายละเอียดดังนี้ ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ Raspberry pi, เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น, โมดูลรีเลย์, เซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค, Electric Lock, โมดูลวัดโวลต์ ซอฟต์แวร์ ได้แก่ MYSQL, Apache, Netbeans, Phpmyadmin, PHP, Python, JAVAScript, Arduino ide ด้านความปลอดภัยของข้อมูล ได้มีการยืนยันการเข้าถึงข้อมูลโดยการใช้ Username และ Password เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลจากผู้ไม่หวังดี ความถูกต้องของเซ็นเซอร์ ในการวัดค่าต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ สามารถทำงานได้ระดับหนึ่งความแม่นยำในการวัดค่าไม่ค่อยแม่นยำเท่าที่ควรแต่ก็สามารถนำมาใช้งานในแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะได้ในกรณีที่ระบบมีมีความผิดปกติ เช่น อุณหภูมิภายนอกบ้านและอุณหภูมิภายในบ้านมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้จะทำการแจ้งเตือนผู้อยู่อาศัยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันและอีเมล์และเมื่อมีคนนำรถออกจากโรงจอดรถโดยไม่ปิดระบบรักษาความปลอดภัยโรงจอดรถระบบจะทำการแจ้งเตือนผู้อยู่อาศัยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันและอีเมล์

รูปที่ 2 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในบ้าน



รูปที่ 3 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ระบบควบเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

รูปที่ 4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ระบบควบคุมแสงสว่างภายในบ้าน

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ โดยเชิญกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คนมาทดสอบสมรรถนะการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ พร้อมทั้งแจกแบบประเมินผลการทำงานของแอปพลิเคชันแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของแอบพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะ

ลำดับ	รายการทดสอบสมรรถนะ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ระบบตรวจอุณหภูมิความชื้นภายนอกบ้าน	3.57	0.48	ดี
2	ระบบตรวจสอบปริมาณน้ำในถังกักเก็บน้ำ	4.04	0.50	ดีมาก
3	ระบบตรวจสอบแสงสว่างภายนอกบ้าน	3.56	0.59	ดี
4	ระบบตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นภายในบ้าน	4.19	0.42	ดีมาก
5	ระบบตรวจสอบแสงสว่างภายในบ้าน	3.76	0.50	ดี
6	ระบบล็อคประตูไฟฟ้า	3.53	0.51	ดี
7	ระบบสั่ง ปิด-เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	4.28	0.34	ดีมาก
8	ระบบโรงจอดรถ	3.57	0.26	ดี
9	ระบบดูแลต้นไม้สวนหย่อม	3.51	0.76	ดี
เฉลี่ย		3.96	0.49	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.96 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.49 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ การทำงานของระบบสั่ง ปิด-เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.34) รองลงมาได้แก่ การทำงานของระบบตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นภายในบ้าน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.42) ระบบตรวจสอบปริมาณน้ำในถังกักเก็บน้ำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.50) ตามลำดับ

4. สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบบ้านอัจฉริยะทำงานได้บนเว็บแอปพลิเคชัน ช่วยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มความสะดวกสบายในการอยู่อาศัยภายในบ้านโดยสามารถจัดการเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาดร วัชราชันย์. (2552) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้และระบบการรักษาความปลอดภัยรวมถึงการออกแบบเซอร์วิสภายในเครือข่ายบ้านอัจฉริยะ และระบบในการจัดการเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโดยอัตโนมัติ เช่น การเปิดไฟเมื่อแสงสว่างไม่เพียงพอ การเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิสูง การรดน้ำต้นไม้เมื่อความชื้นในดินไม่เพียงพอ การแจ้งเตือนเมื่อมีการนำรถออกจากโรงจอดรถโดยไม่ได้รับอนุญาต โดยใช้เซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประกาศิต สถานเมือง (2557) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาระบบการตรวจสอบอุลตร้าโซนิคเทคนิคอิมเมอร์ชั่นอย่างอัตโนมัติ มีการแจ้งเตือนในการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านและเตือนเมื่อเกิดการทำงานผิดปกติของระบบ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย เซ็นเซอร์ และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง

5. ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคตควรมีการปรับปรุงให้สามารถใช้แจ้งเตือนผ่าน Facebook หรือ Line เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลภายในบ้านได้ง่ายขึ้น การแจ้งเตือนผ่านเว็บแอปพลิเคชันควรมีเสียง ควรปรับปรุงให้ระบบสามารถเพิ่มเซ็นเซอร์ที่ต้องการภายในบ้านให้ง่ายขึ้น ควรมีการเพิ่มระบบที่สามารถสั่งงานรีโมทได้ทุกรุ่นผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน ควรเพิ่มระบบวัดปริมาณการใช้น้ำของระบบการทำงานของระบบดูแลต้นไม้สวนหย่อม

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของกลุ่มเป้าหมายที่ให้คำแนะนำอย่างดีที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนางานชิ้นนี้ให้สมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น และขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์โดยเปิดโอกาสให้สามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] วรพจน์ พลรักษ์. (2552). เรื่องการพัฒนาส่วนการจัดการข้อความ (Message) และ ส่วนการจัดการตารางเวลาการทำงานสำหรับเซอร์วิสภายในบ้านอัจฉริยะ. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. สืบค้นจากฐานข้อมูล ThaiLIS.

[2] ภาดร วัชราชันย์. (2552). เรื่องการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้และระบบการรักษาความปลอดภัยรวมถึงการออกแบบเซอร์วิสภายในเครือข่ายบ้านอัจฉริยะ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นจากฐานข้อมูล ThaiLIS.

[3] ศิริวรรณ์ เอี่ยมบัณฑิต. (2557). เรื่องระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย เซ็นเซอร์ และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สืบค้นจากฐานข้อมูล ThaiLIS.

[4] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2557). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนสามัญบิสซิเนสอาร์แอนด์ดี

[5] ประกาศิต สถานเมือง. (2544). เรื่องการพัฒนาระบบการตรวจสอบอุลตร้าโซนิคเทคนิคอิมเมอร์ชั่นอย่างอัตโนมัติ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สืบค้นจากฐานข้อมูล ThaiLIS.

ประสิทธิภาพของระบบประจุแบตเตอรี่จากพลังงานไตรบริด

Efficiency of Battery Charger System from Tribrid Energy

จิรายุทธ สิงห์บุญมี[1] สุทธินันท์ กองศรี[1] มงคลชัย ไชยเวช[1]และ อลงกรณ์ พรมที[1]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้าคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042211040 ต่อ 1510 E-mail: promtee@gmail.com

บทคัดย่อ

การชาร์จแบตเตอรี่ จากพลังงานไตรบริด ถูกออกแบบและสร้างโดยอาศัยหลักการ นำเอาพลังงานหลายแหล่ งมาใช้งานโดยนำพลังงานแสงอาทิตย์ ลม และพลังงานกล เก็บเข้าแหล่งเก็บพลังงานที่เดียวกันทำให้ได้พลังงานหมุนเวียน มาใช้ อยู่เกือบ ตลอดเวลา การออกแบบระบบประจุแบตเตอรี่จากพลังงานไตรบริดนี้ยังคำนึงถึง การนำมาใช้จริงและพลังงานที่ได้นั้นเป็นพลังงานจากธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมน้อย และเมื่อได้รับพลังงานจาก 3 แหล่ง แบตเตอรีจะเต็มที่เวลาประมาณ 2.86 ชม.

คำสำคัญ: ไตรบริด, แสง, ลม,พลังงานกล

Abstract

The battery charging from tridbird energy was design and create by another energy. There are solar energy , wind energy and mechanical energy for take energy one sources. It is renewable energy for use all the time. Design the battery charger system from trid bird energy still consider for using and the energy received is natural energy as do not pollution and the battery get 3 energy will cause battery is full. It is use time 2.86 hour.

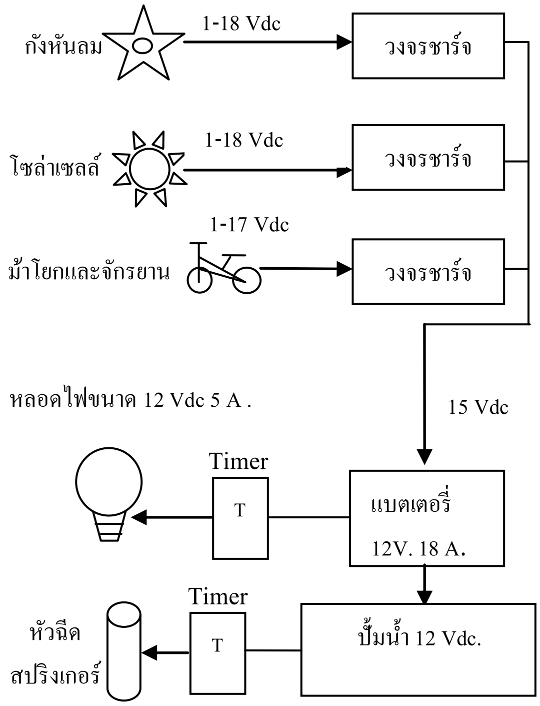
Keywords: tribrid, solar cell, wind, mechanical energy.

1. บทนำ

ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาก จึงทำให้มีความต้องการในการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการคิดค้น วิธีที่จะผลิตกระแสไฟฟ้า[1] และการผลิตกระแสไฟฟ้าบางวิธีทำให้สูญเสียทรัพยากรทางธรรมชา ติและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำ ให้มนุษย์ และสัตว์ได้รับความเดือดร้อน การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรม ชาติ โดยใช้พลังงานลมโดยกังหันลม พลังงานแสงโดยใช้โซล่าเซลล์ และการใช้พลังงานกลโดยใช้คนออกแรง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อลดการสร้างผลเ สียต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต [2] นอกจากนี้ไม่ทำให้สูญเสียทรัพยากรทางธรรมชาติอีกด้วย ดังนั้นคณะผู้จัดทำ จึงได้ สร้างพลังงานไตรบริด ผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้น เพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและนำกระแสไฟฟ้ าที่ผลิตได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้ง เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไม่ให้สูญเสียมากเกินไปอีกทาง[3]

2. การออกแบบ

การออกแบบของระบบประจุแบตเตอรี่จากพลังงานไตรบริด เมื่อมีลมพัดให้กังหันหมุน,มีคนเล่นเครื่องออกกำลังกาย และมี แสงตกกระทบที่โซล่าเซลล์ ซึ่งทั้งสามเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน จะผลิตกระแสไฟฟ้าส่งผ่านวงจรกันกระแสไหลกลับและวงจรชาร์จไปเก็บที่แบตเตอรี่[4], [5] หลังจากนั้น จ่ายไฟไปที่หลอดไฟและ ปั๊มฉีดน้ำ (สปริงเกอร์) เพื่อรดน้ำผัก มีหลักการทำงานดังรูปที่ 1

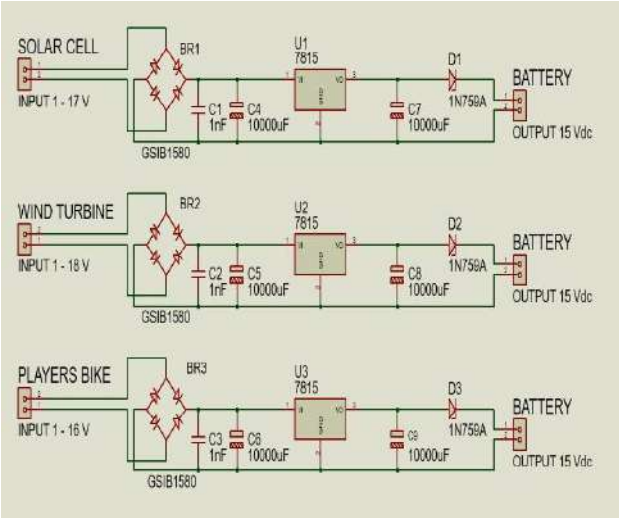


รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของระบบประจุแบตเตอรี่จากพลังงานไตรบริด

รูปที่ 2 กังหันลมและโซล่าเซลล์

รูปที่ 3 ระบบการทำงานของม้าโยกและจักรยาน

รูปที่ 4 การใช้งานม้าโยกและจักรยาน



รูปที่ 5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่

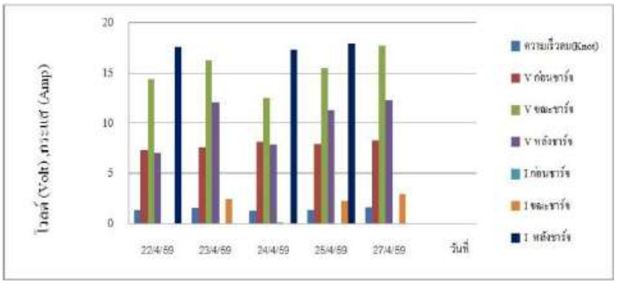
จากรูปที่ 5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่ 12 V. 18 A. ซึ่งได้รับโดยมีพลังงานจาก 3 แหล่งคือพลังงานแสงอาทิตย์ (โซล่าเซลล์) พลังงานลม (กังหันลม) และพลังงานกล (ม้าโยกและจักรยาน) เมื่อได้รับพลังงานจาก อินพุตผ่านวงจรรักษาระดับแรงดันไว้ที่ 15 V. เพื่อส่งต่อไปชาร์จแบ ตเตอรี่ นอกจากนี้ ถ้าเกิดการชำรุดหรือเสียหายของแหล่งใดแหล่งหนึ่ง ก็ยังสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปกติ จากแหล่งผลิตอีกสองแหล่ง

3. ผลการทดลอง

ผลการทดลอง วัดหาค่าแรงดันและกระแสจากแบตเตอรี่ที่ได้จากกังหันลม ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จใช้เวล าในการ ทดลองทั้งหมด 5 วัน ทำการทดลองโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดปริมาตรลม AM – 4202 และมัลติมิเตอร์ DMM 8906 ในการวัด

ตารางที่ 1 การทดลองหาค่าแรงดันก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จของแบตเตอรี่ขนาด 12 V. 18A. จากพลังงานลม

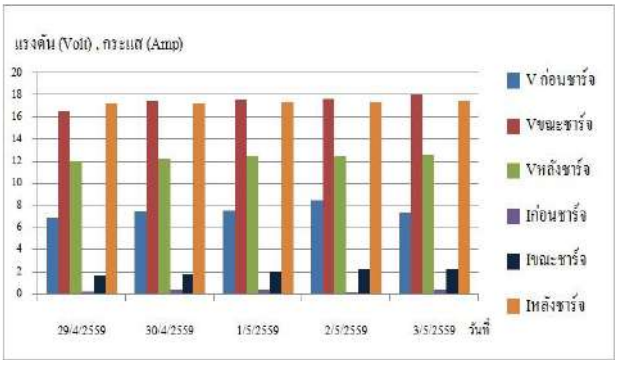
วันที่/เวลา	ความเร็วลม (Knot)	ค่าที่วัดได้จากแบตเตอร์รี่ (Battery)					
		V ก่อนชาร์จ (Volt)	V ขณะชาร์จ (Volt)	V หลังชาร์จ (Volt)	I ก่อนชาร์จ (Amp)	I ขณะชาร์จ (Amp)	I หลังชาร์จ (Amp)
22/4/59 10.10 - 15.25 น.	1.3	7.26	14.34	7	0.02	0	0.02
23/4/59 10.15 - 15.45 น.	1.5	7.56	16.22	12.04	0.04	2.47	17.54
24/4/59 10.50 - 16.45 น.	1.2	8.12	12.47	7.82	0.07	0	0.05
25/4/59 10.50 - 16.45 น.	1.3	7.89	15.48	12.25	0.05	2.25	17.27
27/4/59 10.15 - 15.45 น.	1.6	8.25	17.74	12.24	0.04	2.84	17.86
ค่าเฉลี่ย	1.38	7.81	15.25	10.27	0.04	1.51	10.54



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของแบตเตอ รี่ที่ได้จากการทำงานของกังหันลม ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จ ในแต่ละวัน

ตารางที่ 2 ผลการทดลอง วัดหาค่าแรงดันและกระแสจากแบตเตอรี่ ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จ ที่ได้จากโซล่ าเซลล์ ใช้เวลาในการลองทั้งหมด 5 วัน และทำการทดลองโดยโดยใช้ลักซ์มิเตอร์ DT - 8820 และ มัลติมิเตอร์ DMM 8906 ในการวัด

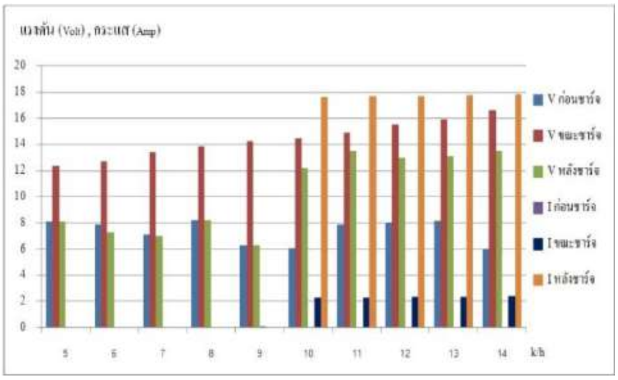
วันที่/เวลา	ความเข้มของแสง (Lux)	ค่าที่วัดได้จากแบตเตอรี่ (Battery)					
		V ก่อนชาร์จ (Volt)	V ขณะชาร์จ (Volt)	V หลังชาร์จ (Volt)	I ก่อนชาร์จ (Amp)	I ขณะชาร์จ (Amp)	I หลังชาร์จ (Amp)
29/4/59 10.15 - 15.45 น.	26,182	6.84	16.56	12.04	0.23	1.6	17.28
30/4/59 11.20 - 16.25 น.	29,533	7.38	17.45	12.23	0.38	1.8	17.30
01/5/59 10.35 - 15.45 น.	31,048	7.55	17.59	12.48	0.42	2.0	17.34
02/5/59 10.50 - 15.55 น.	32,446	8.44	17.63	13.21	0.12	2.23	17.38
03/5/59 11.00 - 15.20 น.	34,637	7.32	18.02	12.55	0.41	2.25	17.42
ค่าเฉลี่ย	37,714	8.19	17.45	12.36	0.32	1.98	17.34



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันของแบตเตอรี่ที่ได้จากการทำงานโซล่าเซลล์ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จ ในแต่ละวัน

ตารางที่ 3 ผลการทดลองวัดค่าแรงดันและกระแส จากแบตเตอรี่ ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังช าร์จ ที่ได้จาก การปั่น จักรยาน โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ UN – 360 P และมัลติมิเตอร์ DT - 8820 ในการวัด ใช้เวลาในการทดลอง 1 วัน

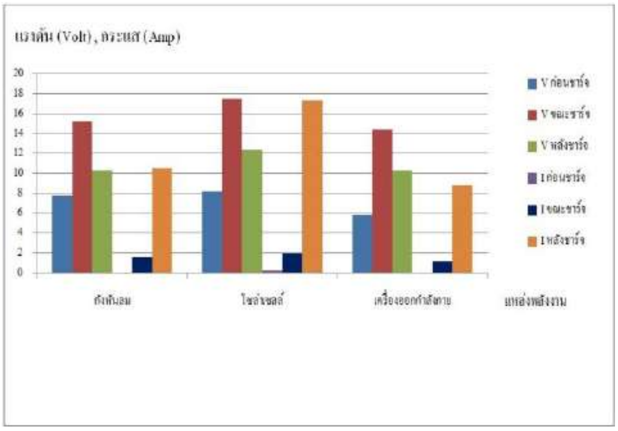
ความเร็วเฉลี่ยจากการปั่นจักรยาน /เวลา (km/h)	ค่าที่วัดได้จากแบตเตอรี่ (Battery)					
	V ก่อนชาร์จ (Volt)	V ขณะชาร์จ (Volt)	V หลังชาร์จ (Volt)	I ก่อนชาร์จ (Amp)	I ขณะชาร์จ (Amp)	I หลังชาร์จ (Amp)
5 9.15 น.	8.15	12.41	8.12	0.03	0	0.03
6 9.45 น.	7.87	12.75	7.34	0.08	0	0.08
7 10.30 น.	7.14	13.44	7.05	0.04	0	0.03
8 10.55 น.	8.24	13.87	8.23	0.05	0	0.05
9 12.50 น.	6.36	14.31	6.35	0.09	0	0.08
10 13.20 น.	6.11	15.51	12.24	0.06	2.30	17.04
11 13.50 น.	7.89	15.85	13.57	0.07	2.32	17.73
12 14.45 น.	7.99	15.94	13.01	0.03	2.35	17.76
13 15.20 น.	8.21	16.59	13.14	0.04	2.39	17.82
14 16.05 น.	6.03	16.64	13.56	0.02	2.43	17.86
ค่าเฉลี่ย	5.79	14.44	10.26	0.05	1.17	8.84



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ แรงดันและกระแสของแบตเตอ รี่ที่ได้ก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จ จากการทำงานของการปั่นจักรยาน

ตารางที่ 4 ผลการทดลองของแหล่งพลังงานทั้ง 3 แหล่ง

ไฟฟ้าที่ได้จาก	วันที่ทดลอง	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้แบตเตอรี่(Battery)					
		V ก่อน ชาร์จ (Volt)	V ขณะ ชาร์จ (Volt)	V หลัง ชาร์จ (Volt)	I ก่อน ชาร์จ (Amp)	I ขณะ ชาร์จ (Amp)	I หลัง ชาร์จ (Amp)
กังหันลม	22/4/59-27/4/59	7.81	15.25	10.27	0.04	1.51	10.54
โซล่าเซลล์	29/4/59-03/5/59	8.19	17.45	12.36	0.32	1.98	17.34
เครื่องออกกำลังกาย	05/05/2559	5.79	14.44	10.26	0.05	1.17	8.84



รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ แรงดันและกระแสของแบตเตอ รี่ที่ได้จากการทำงานของกังหันลม โ ซล่าเซลล์ และเครื่องออกกำลังกาย วัดในขณะก่อนชาร์จ ขณะชาร์จ และหลังชาร์จ

4. สรุป

จากการทดสอบเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่พลังงานไตรบริดได้ผลสรุปดังนี้

1. เมื่อมีแรงลมด้วยความเร็ว เฉลี่ย 1.38 Knot ใบพัดกังหันหมุน เฉลี่ยอยู่ที่ 80 รอบต่อนาที และจะสามารถผลิตแรงดันและกระแสไฟฟ้า เฉลี่ยได้ที่ 15.28 V และกระแสได้ 2.38 Amp จะใช้เวลาโดยเฉลี่ย ประมาณ 3 ชั่วโมงในการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม (12.00 Vdc)

2. เมื่อมีแสงมาตกกระทบโซล่าเซลล์ เฉลี่ยที่ 37,714 Lux โซล่าเซลล์จะผลิตแรงดันไฟฟ้า เฉลี่ยได้ 17.45 V และกระแสได้ 1.98 Amp จะใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2.40 ชั่วโมงในการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม (12 Vdc)

3. เมื่อปั่นจักรยานที่ความเร็ว เฉลี่ย 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เจนเนอเรเตอร์จะผลิตแรงดันและกระแสไฟฟ้า เฉลี่ยได้ 14.51 V และกระแสได้ 2.30 Amp จะใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็มโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3.20 ชั่วโมงในการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม (12.00 Vdc)

เฉลี่ยแบตเตอรีเต็มเมื่อได้รับพลังงานทั้ง 3 อยู่ที่ 2.86 ชม.

5. กิตติกรรมประกาศ

วิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการประจุแบตเตอรี่จากพลังงานกล แสง และ พลังงาน ลม ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และวิศวกรรมไฟฟ้า ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะเกี่ยวกับงานวิจัยและการออกแบบวงจรต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ สงวน ปัทมธรรมกุล. “ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมความเร็วต่ำสำหรับครัวเรือน”. การประชุมสัมมนาทางวิชาการครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลัญบุรี. หน้า 35-38. 5 ธันวาคม 2550.

[2] นิพนธ์ เกตุจ้อย. การเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเคลื่อนตามดวงอาทิตย์และแบบติดตั้งอยู่กับที่ระยะที่ 2. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2553.

[3] วรางคณา จวงจันดี. “แนวทางการออกแบบหลังคาประกอบแผ่นสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยเพิ่มการผลิตกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์”. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ พลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6. หน้า 417-423. 13-15 พฤศจิกายน 2556.

[4] สุทธิลักษณ์ จันทรศิริ. **แสงอาทิตย์แหล่งพลังงาน**. 2557.

[5] ศักดา สมกุล. **พลังงานทางเลือก นวัตกรรมล้ำค่า**. 2558.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การออกแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามความความหนาแน่นของการจราจร

Design and control traffic lights to be consistent with the density of traffic

เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1] กฤษณะ ภูทองแท้[1] ธเนศ คณะดี[2] เสกสรร วงค์สม[2] กมล บุญล้อม[2]

ชยากร พุทธกำเนิด[1] ขวัญเรือน สินณรงค์[1] นคร ไชยวงศ์ศักดา[1] และนิเวศ จีนะบุญเรือง[1]

[1]วิศวกรรมโลจิสติกส์ และการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 086-6046-288 E-mail: seksanwin@yahoo.com

[2]วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างรูปแบบของสัญญาณไฟจราจร ที่มีความสอดคล้องกับปริมาณความหนาแน่นของการจราจร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยจะมีการหาค่าความเหมาะสมของช่วงสัญญาณไฟเขียวในแต่ละช่องทางจากข้อมูลการจราจรที่เกิดขึ้นจริงภายในมหาวิทยาลัย โดยนำข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้วมาสร้างเป็นตารางรูปแบบการทำงานของสัญญาณไฟจราจร จากนั้นทำการสร้างอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร แล้วนำข้อมูลของรูปแบบการทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรรูปแบบใหม่มาเขียนลงในโปรแกรมลงบอร์ด Arduino เพื่อบันทึกค่าลงในอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร ผลการวิจัยพบว่า เมื่อนำตารางรูปการทำงานของระบบไฟสัญญาณจราจรรูปแบบเดิม ที่มีลักษณะการทำงานแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจรทุกช่วงเวลา มาเปรียบเทียบกับระบบไฟสัญญาณจราจรรูปแบบใหม่ ที่มีลักษณะการทำงานแบบเปลี่ยนแปลงค่าระยะเวลาของสัญญาณไฟตามช่วงเวลาที่กำหนด และขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรในแต่ละช่องทางการจราจร จึงทำให้เห็นว่าการทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรรูปแบบใหม่นี้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเพิ่มขึ้น โดยตัวชี้วัดประสิทธิผลคือ ทุกแยก และทุกช่องทางการจราจรมีขีดความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรในทุกช่วงเวลาที่มีการกำหนดได้ โดยวัดจากอัตราการมา กับปริมาณที่สามารถผ่านได้ และตัวชี้วัดประสิทธิภาพคือ สามารถลดเวลาสูญเปล่าได้ 6,938 วินาที คิดเป็น 35% จากเดิมในจุดสังเกตสามแยก บริเวณศูนย์อาหาร, สามารถลดเวลาสูญเปล่าได้ 9,235 วินาที คิดเป็น 48% จากเดิมในจุดสังเกตสี่แยก บริเวณอาคารอธิการบดี และสามารถลดเวลารอสัญญาณไฟแดงได้ 31,322 วินาที คิดเป็น 31%จากเดิมในจุดสังเกตสามแยก บริเวณศูนย์อาหาร, สามารถลดเวลารอสัญญาณไฟแดงได้ 80,823วินาที คิดเป็น 53%จากเดิมในจุดสังเกตสี่แยก บริเวณอาคารอธิการบดี

คำสำคัญ: การออกแบบสัญญาณไฟจราจร , ความความหนาแน่นของการจราจร

Abstract

This research aims to design and control traffic lights to be consistent with the density of traffic, for improve the potentail and the effectiveness of traffic within Chiang Rai Rajabhat University. It will have to find the optimization range of green light in each channel from data traffic. By analysis the data and make a grid pattern of working traffic lights. Then create a traffic control device. The data of a working of traffic light system was written into Arduino board and settings to control traffic lights. It will be installed on two points that are enforced by traffic lights. The research found that when traffic lights original form. The static behavior of all lanes of traffic all the time Compared with the traffic lights to be consistent with the density of traffic. Make that the operation of the traffic light system render to Increase efficiency and effectiveness. Indication of effectiveness is isolated and all lanes of traffic with the ability to accommodate the amount of traffic in a given time period. As measured by the rate of amount that can pass and performance indicators is can reduce the time wasted by 6,938 seconds, representing 35% of the third junction and reduce the time wasted at 9,235 seconds is 48% from the intersection. And to reduce the waiting time for a red light at 31,322 seconds, representing 31% of the intersection of the third junction, can reduce the waiting time for a red light, representing 53% of the 80,823 seconds in intersection.

Keywords: Design and control traffic lights, density of traffic

บทนำ

ในปัจจุบันการจราจรได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับชุมชนเมืองทั่วโลกซึ่งก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาอย่างมากมาย เช่น ความแออัดของการจราจรก่อให้เกิดความล่าช้าในการเดินทาง เกิดมลพิษทางอากาศ ปัญหาคุณภาพชีวิตลดลง เป็นต้น การแก้ไขปัญหาของการจราจรอย่างง่ายที่สุด คือ การเพิ่มช่องของการจราจร

ให้มากขึ้น แต่ก็ไม่สามารถที่จะทำได้เสมอไปเนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ในชุมชนเมือง ในปัจจุบันการควบคุมสัญญาณไฟจราจรจึงมีความสำคัญอย่างมากในการแก้ไขปัญหาการจราจร ระบบการควบคุมสัญญาณไฟแบบตั้งเวลาคงที่ (Fixed Time Control) คือ ระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ถูกกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟในแต่ละทิศทางเอาไว้แน่นอน ข้อดีระบบนี้ คือ เป็นระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ใช้งานได้ง่ายจึงมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่ข้อเสียของระบบดังกล่าว คือ ไม่สามารถที่จะปรับสัญญาณไฟจราจรเพื่อให้มีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจำเป็นจะต้องทำการเก็บข้อมูลการจราจรใหม่ เพื่อนำมาพิจารณาในการปรับปรุงสัญญาณไฟจราจร จึงทำให้ขั้นตอนในการออกแบบและปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรมีความซับซ้อน จากปัญหาของการออกแบบและปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรแบบตั้งเวลาคงที่ที่ได้กล่าวข้างต้นในงานวิจัยนี้จึงจะพัฒนาและออกแบบสัญญาณไฟจราจรเพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรที่จะเกิดขึ้นจริงได้ และสามารถนำมาสร้างแบบจำลองเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการควบคุมไฟจราจรโดยแบบจำลองจะสามารถตอบสนองต่อสภาพการจราจรในช่วงระยะเวลาต่างๆ ของแต่ละวันได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนารูปแบบสัญญาณไฟจราจรที่สามารถเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลความหนาแน่นของการจราจร
2. เพื่อลดเวลารอคอยเฉลี่ยในรอบวัฏจักรสัญญาณไฟจราจร

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและพัฒนาการระบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลความหนาแน่นของการจราจร โดยใช้ข้อมูลของปริมาณรถในแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูล ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย สองจุดได้แก่ สี่แยกบริเวณอาคารอธิการบดี และสามแยกบริเวณศูนย์อาหาร
2. วิธีการศึกษา และรวบรวมข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลการจราจร เพื่อหาอัตราการมาในช่วงเวลาต่างของการจราจร วิเคราะห์จุดบกพร่อง และแนวทางการแก้ไขปัญหา จากข้อมูลการจราจรที่เก็บได้ในสถานการณ์จริง โดยการบันทึกค่าจริงตามช่วงเวลาที่กำหนด
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย โปรแกรม Microsoft excel, MATLAB ,Solver ใน Microsoft excel, Arduino 2560 และแผงวงจร Arduino

การรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล

การรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลการแก้ปัญหาการดำเนินการในทางโลจิสติกส์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพร้อมทั้งจับเวลาการจราจรในสถานการณ์จริงของแต่ละช่วงเวลา โดยมีการแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 11 ช่วงเวลาหลักๆ ตั้งแต่ 7:00-17:00 โดยทำการหาในช่วงวันทำการของทางมหาวิทยาลัย วันจันทร์ถึงวันศุกร์ในกรอบเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งจะนำมาหาค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่พิจารณา และแบ่งจุดสังเกตเป็นสองจุด ได้แก่ 1.บริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี 2. บริเวณสามแยกศูนย์อาหาร ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะมีการนำไปวิเคราะห์เป็นลำดับดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สร้างตารางอัตราการมาในแต่ละช่วงเวลา
2. วิเคราะห์ข้อมูลการจราจรตามรูปแบบสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งเป็น
2.1 รูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร(รูปแบบเดิม)
2.2 รูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา(รูปแบบปรับปรุง)
3. การนำรูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อเก็บข้อมูล
4. วิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลการของจราจรที่ใช้รูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เปรียบเทียบกับรูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร จากตารางคำนวณ และสถานการณ์จริง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 1 สี่แยกอาคารอธิการบดี และสามแยกศูนย์อาหาร

ผลการศึกษา

สร้างตารางอัตราการมาในแต่ละช่วงเวลา จากการเก็บข้อมูลในสถานการณ์จริงในแต่ละช่วงเวลา ระยะห่างแต่ละช่วงเวลาอยู่ที่ 1 ชั่วโมงตั้งแต่ 7.00-17.00น. แบ่งเป็น 11ช่วงเวลา โดยวัดปริมาณในช่วงเวลาเดิมเป็นเวลา 5 วัน จันทร์-ศุกร์ และเลือกค่ามากที่สุดเป็นตัววิเคราะห์ เพื่อให้ได้ปริมาณสูงสุดของการจราจรในแต่ละช่วงเวลา โดยจุดสังเกตของทางทางผู้ทำวิจัยมีด้วยกัน 2จุดได้แก่ 1.สี่แยกอาคารอธิการบดี 2.สามแยกศูนย์อาหาร ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นตารางได้ดังต่อไปนี้

1. ตารางอัตราการมาบริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี
2. ตารางอัตราการมาบริเวณสามแยกศูนย์อาหาร
3. เวลาที่ใช้ในการผ่านแยกจราจรเฉลี่ยต่อรถยนต์หนึ่งคัน

ตารางอัตราการมาบริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี

ตารางที่ 1 อัตราการมาบริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี จุดที่ 1

ช่วงเวลา / ช่องทาง	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1	486	342	276	114	204	474	102	120	390	168	144
2	546	126	192	156	246	180	114	60	375	312	228
3	66	36	132	96	174	132	72	72	150	150	192
4	12	30	18	12	24	24	12	0	36	30	24

ตารางอัตราการมาบริเวณสามแยกศูนย์อาหาร

ตารางที่ 2 อัตราการมาบริเวณสามแยกศูนย์อาหาร จุดที่ 2

ช่วงเวลา/ช่องทาง	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1	360	252	126	78	198	222	126	102	288	156	90
2	234	192	90	78	174	180	96	66	366	102	72
3	96	132	156	156	216	168	114	132	174	204	162

เวลาที่ใช้ในการผ่านแยกจราจรเฉลี่ยต่อรถยนต์หนึ่งคัน

จากการสังเกตปริมาณรถยนต์ในแต่ละจุดสังเกต เราได้เลือกช่องทางที่มีการจราจรหนาแน่น เพื่อหาปริมาณสูงสุดที่รถยนต์จะสามารถผ่านได้ในเวลา 15 วินาทีที่เป็นเวลาของไฟเขียว โดยเริ่มนับตั้งแต่เริ่มไฟเขียวถึงรถผ่านไฟเขียวไปแล้ว ได้ดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จะค่าอยู่ประมาณ 2 วินาที และทำการเผื่อค่าเวลาอีก 25% จึงได้ค่าเวลาที่รถยนต์แต่ละคันใช้ในการผ่านสัญญาณไฟจราจรเป็น 2.5วินาที = Tv (วินาที/คัน)

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการผ่านแยกจราจรเฉลี่ยต่อรถยนต์หนึ่งคัน

จำนวนครั้ง/จำนวนรถ	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย
1	1.33	2.33	1.68	1.4	1.69
2	4.81	3.37	3.41	3.03	3.66
3	6.36	4.93	6.21	5.77	5.82
4	8.59	6.66	8.83	7.15	7.81
5	10.08	9.35	10.19	9.23	9.71
6	12.3	11.5	13.09	11.92	12.20
7	14.07	13.3	13.82	14.33	13.88
8	16.32	16.08	16.24	16.4	16.26
ค่าเฉลี่ย	2.04	2.01	2.03	2.05	2.0325

วิเคราะห์ข้อมูลการจราจรตามรูปแบบสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งเป็น

1. รูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร (รูปแบบเดิม) โดยรูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร จะมีระยะเวลาของสัญญาณไฟที่คงที่ดังนี้

ระยะเวลาของไฟเขียว 15วินาที = Tg (วินาที)

ระยะเวลาของไฟเหลือง 3วินาที = Ty (วินาที)

ระยะเวลาของไฟแดง 54วินาที = Tr (วินาที)

ระยะเวลาในหนึ่งรอบสัญญาณไฟ 72วินาที =Tt (วินาที)

จากข้อมูลการอัตราการมา สามารถวิเคราะห์การจราจรได้ดังไปนี้

ปริมาณของรถที่ผ่านได้ในหนึ่งชั่วโมง = ((3600/Tt) * (Tg / Tv)) (คัน)

ปริมาณของรถยนต์ที่เหลือในหนึ่งชั่วโมง = (ปริมาณของรถในหนึ่งชั่วโมง - ปริมาณของรถที่ผ่านได้ในหนึ่งชั่วโมง) (คัน)

เวลาเผื่อที่ต้องการในหนึ่งชั่วโมง = (ปริมาณของรถยนต์ที่เหลือในหนึ่งชั่วโมง * Tv) (วินาที)

ปริมาณของรถเฉลี่ยที่ผ่านได้ในหนึ่งรอบสัญญาณไฟ = (Tg / Tv) (คัน)

ปริมาณของรถเฉลี่ยในหนึ่งรอบสัญญาณไฟ = ((อัตราการมาของรถในช่วงเวลานั้นๆ / 3600) * Tt) (คัน)

รูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา(รูปแบบปรับปรุง)

รูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา จะมีค่าของสัญญาณไฟเขียว และค่าของสัญญาณไฟแดงที่แตกต่างกันในแต่ละช่องทางจราจร ทำให้รอบสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนไป โดยค่าของสัญญาณไฟจะขึ้นอยู่กับปริมาณของการจราจรในช่องทางการจราจรนั้นๆ และจะมีการปรับเปลี่ยนค่าของสัญญาณไฟตามช่วงเวลาที่มีการกำหนดไว้ เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรจริงให้มากที่สุดและทำการสร้างตารางเวลาของรูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของบริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี ในการสร้างรูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณ

การนำรูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อเก็บข้อมูล

จากข้อมูลรูปแบบไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาในบริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี ผู้วิจัยได้มีการเขียนลงในโปรแกรมควบคุม Arduino1.8 เพื่อระบุข้อมูลลงในแผงวงจรควบคุม Arduino ที่ใช้ในการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยต่อพ่วงกับวงจรนาฬิกา เพื่อให้การสับเปลี่ยนรอบสัญญาณไฟจราจรเป็นไปตามเวลาจริง

วิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลการของจราจรที่ใช้รูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เปรียบเทียบกับรูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร จากตารางคำนวณ และสถานการณ์จริง

1. เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจรที่ใช้รูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา กับรูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร จากตารางคำนวณ จุดสังเกตทั้ง 2 บริเวณ

ตัวอย่างช่วงเวลา 8.00-9.00น. จุดสังเกตที่ 1 บริเวณสี่แยกอาคารอธิการบดี สามารถลงเวลารอสัญญาณไฟแดงลงได้ 37% และสามารถลดเวลาสูญเปล่าลงได้ 59% ดังแสดงในตารางที่ 4 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจร

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจรจุดสังเกตที่ 1

ช่วงเวลา	ช่องทาง	อัตราการมาของรถใน1วินาที	เวลาการมาของรถใน1คัน	อัตราการมาของรถใน1ลูป	ปริมาณรถที่ผ่านได้ใน1ลูป	ไฟสัญญาณ			รอบเวลาลูปเดิม	จำนวนลูปต่อชั่วโมง
						เขียว	เหลือง	แดง		
เดิม										
8:00-9:00	1	0.095	10.5	5.13	6.00	15	3	54	72	50
	2	0.035	28.6	1.89	6.00	15	3	54	72	50
	3	0.010	100.0	0.54	6.00	15	3	54	72	50
	4	0.008	120.0	0.45	6.00	15	3	54	72	50
ใหม่										
8:00-9:00	1	0.10	10.53	4.31	6.84	17	3	25	45	79
	2	0.04	28.57	1.59	2.52	6	3	36	45	79
	3	0.01	100.00	0.45	2.00	5	3	37	45	79
	4	0.01	120.00	0.38	2.00	5	3	37	45	79

ตัวอย่างช่วงเวลา 7.30-8.00น. จุดสังเกตที่ 2 สามารถลงเวลารอสัญญาณไฟแดงลงได้ 33% และสามารถลดเวลาสูญเปล่าลงได้ 45% ดังแสดงในตารางที่ 5 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจร

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจรจุดสังเกตที่ 2

ช่วงเวลา	ช่องทาง	อัตราการมาของรถใน1วินาที	เวลาการมาของรถใน1คัน	อัตราการมาของรถใน1ลูป	ปริมาณรถที่ผ่านได้ใน1ลูป	ไฟสัญญาณ			รอบเวลาลูปเดิม	จานวนลูปต่อชั่วโมง
						เขียว	เหลือง	แดง		
เดิม										
7:30-8:00	1	0.07	14.81	3.65	6.00	15	3	36	54	67
	2	0.05	18.75	2.88	6.00	15	3	36	54	67
	3	0.03	37.50	1.44	6.00	15	3	36	54	67
ใหม่										
7:30-8:00	1	0.07	14.81	2.43	4.80	12	3	21	36	100
	2	0.05	18.75	1.92	4.00	10	3	23	36	100
	3	0.03	37.50	0.96	2.00	5	3	28	36	100

2. เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจรที่ใช้รูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา กับรูปแบบไฟจราจรแบบคงที่ทุกช่องทางการจราจร จากข้อมูลการจราจรจริงในปัจจุบันจุดสังเกตทั้ง 2 บริเวณ ตัวอย่างช่วงเวลา 7.30-8.00น. สามารถลงเวลารอสัญญาณไฟแดงลงได้ 33% และสามารถลดเวลาสูญเปล่าลงได้ 53% ในตารางที่ 6 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจร

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการของจราจรจุดสังเกตที่ 2

ช่วงเวลา	ช่องทาง	อัตราการมาของรถใน1วินาที	เวลาการมาของรถใน1คัน	อัตราการมาของรถใน1ลูป	ปริมาณรถที่ผ่านได้ใน1ลูป	ไฟสัญญาณ			รอบเวลาลูปเดิม	จานวนลูปต่อชั่วโมง
						เขียว	เหลือง	แดง		
เดิม										
7:30-8:00	1	0.10	10.19	5.30	6.00	15	3	36	54	67
	2	0.09	11.74	4.60	6.00	15	3	36	54	67
	3	0.04	25.71	2.10	6.00	15	3	36	54	67
ใหม่										
7:30-8:00	1	0.10	10.19	3.53	4.80	12	3	21	36	100
	2	0.09	11.74	3.07	4.00	10	3	23	36	100
	3	0.04	25.71	1.40	2.00	5	3	28	36	100

วิจารณ์และสรุปผล

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยการออกแบบสัญญาณจราจรในงานวิจัยครั้งนี้จะอ้างอิงจากปริมาณการจราจรจริง แล้วปรับเปลี่ยนค่าเวลาสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด โดยวัดผลจากค่าเวลาสูญเปล่า และเวลารอสัญญาณไฟแดง โดยเฉลี่ยตลอดทั้งวันบริเวณสี่แยก เวลารอสัญญาณไฟแดงลดลง 32% และเวลาสูญเปล่าลดลง 50% ส่วนบริเวณสามแยกเวลารอสัญญาณไฟแดงลดลง 41% และเวลาสูญเปล่าลดลง 58% โดยบริเวณสามแยกจะลดตัวชี้วัดได้ดีกว่าบริเวณสี่แยกเนื่องจากปริมาณการมาของรถที่มาในช่วงเวลาที่ทำการกำหนดสัญญาณไฟจราจรที่รูปแบบ และปริมาณที่ใกล้เคียงกับของมูลที่ทำการออกแบบระยะเวลา ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 จุดสังเกตที่ 1 บริเวณสี่แยก อาคารอธิการบดี

ช่วงเวลา	ลดเวลารอสัญญาณไฟแดง	ลดเวลาสูญเปล่า
7.00-7.30	11%	36%
7.30-8.00	47%	88%
8.00-9.00	37%	59%
9.00-10.00	35%	51%
10.00-11.00	51%	72%
11.00-11.30	33%	50%
11.30-12.00	25%	33%
12.00-13.00	22%	29%
13.00-14.00	54%	74%
14.00-15.00	54%	78%
15.00-16.00	13%	21%
16.00-16.30	3%	5%
16.30-17.00	31%	48%
17.00-18.00	37%	59%
เฉลี่ย	32%	50%

ตารางที่ 8 จุดสังเกตที่ 2 บริเวณ สามแยกศูนย์อาหาร

ช่วงเวลา	ลดเวลารอสัญญาณไฟแดง	ลดเวลาสูญเปล่า
7.00-7.30	31%	52%
7.30-8.00	33%	53%
8.00-9.00	28%	45%
9.00-10.00	54%	72%
10.00-11.00	54%	73%
11.00-11.30	43%	70%
11.30-12.00	34%	51%
12.00-13.00	44%	60%
13.00-14.00	56%	72%
14.00-15.00	56%	71%
15.00-16.00	26%	49%
16.00-16.30	6%	16%
16.30-17.00	49%	65%
17.00-18.00	54%	68%
เฉลี่ย	41%	58%

สรุปผลที่ได้โดยการออกแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามความความหนาแน่นของการจราจรจะมีค่าของตัวชี้วัดที่ดีกว่าเดิม เนื่องจากเวลาในการให้สัญญาไฟนั้นเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆ และสามารถสร้างชุดควบคุมนำไปติดตั้งได้ง่าย จากการออกแบบนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของการควบคุมไฟจราจรภายในพื้นที่ จังหวัดเชียงรายได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ในส่วนของข้อมูลการจราจรที่ใช้ในการอ้างอิงควรมีการเก็บข้อมูลเพื่อเปลี่ยนแปลงไฟสัญญาณจราจรเป็นภาคการศึกษาไป และควรหาค่าการอัตราการผ่านของแต่ละเส้นทางโดยละเอียดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสัญญาณไฟจราจร

เอกสารอ้างอิง

[1] B. Pongsarun and M. Phayung, A Review of Optimization and Intelligence Approaches for Traffic Engineering in IP Network, Information Technology Journal, Vol. 7, No. 14, July - December 2011.

[2] R. Cohen and G. Nakibly, A Traffic Engineering Approach for Placement and Selection of NetworkServices, Proceedings of IEEE INFOCOM, pp. 1793–1801, 2007.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพยากรณ์โลจิสติกส์ด้วยการค้นหาแบบนกกาเหว่า: กรณีศึกษา การขนส่งสินค้าทางน้ำบริเวณเมืองท่าชายฝั่งของประเทศไทย

Logistic Forecasting by Cuckoo Search: A Case Study of Coastwise Shipping in Thailand

สุภาภรณ์ สุวรรณรังษี[1] และ เดชา พวงดาวเรือง[2,*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 8630 E-mail: supaporn.s@eng.kmutnb.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160 โทรศัพท์ 02-807-4500 ต่อ 317 E-mail: deachap@sau.ac.th

[*]ผู้ประพันธ์ให้การติดต่อ (Corresponding author)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพยากรณ์โลจิสติกส์ด้วยการค้นหาแบบนกกาเหว่า (cuckoo search: CS) ซึ่งเป็นเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดแบบอภิศึกษาสำนึก (metaheuristic optimization technique) เพื่อการพยากรณ์การขนส่งสินค้าทางน้ำบริเวณเมืองท่าชายฝั่งของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลในฐานะกรณีศึกษา จากผลการจำลองสถานการณ์พบว่า CS สามารถให้แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกได้อย่างมีประสิทธิภาพและพบว่าแบบจำลองพหุนามอันดับสองมีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่าแบบจำลองเลขชี้กำลัง

คำสำคัญ: การพยากรณ์โลจิสติกส์, การค้นหาแบบนกกาเหว่า, การขนส่งสินค้าตามชายฝั่ง, อภิศึกษาสำนึก

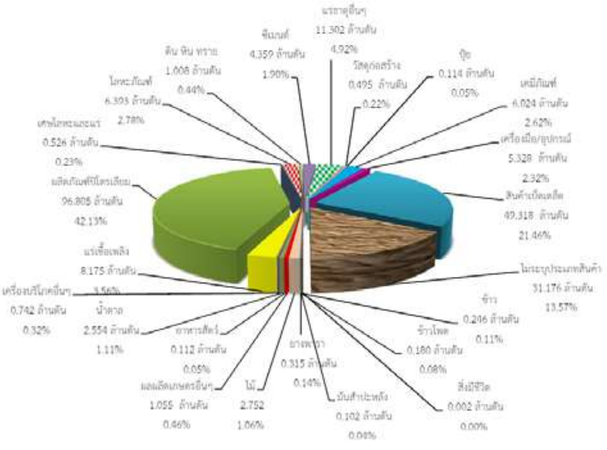
Abstract

This paper proposes logistic forecasting by cuckoo search (CS), one of the metaheuristic optimization techniques, to forecast the coastwise shipping in Thailand. Such the coastwise shipping is focused on the quantity of inbound and outbound cargo ships of both foreign trade ships and merchant ships coast seaport seashore as a case study. As simulation results, it was found that the CS can provide the optimal models for efficiently forecasting the quantity of inbound and outbound cargo ships. Moreover, the second-order model obtained by the CS yields more accurate than the exponential model.

Keywords: logistic forecasting, cuckoo search, coastwise shipping, metaheuristics

1. บทนำ

การขนส่งสินค้าทางน้ำบริเวณเมืองท่าชายฝั่งของประเทศไทยมีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ของการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ จากรายงานสถิติการขนส่งสินค้าทางน้ำบริเวณเมืองท่าชายทะเล ปี พ.ศ. 2558 โดยกลุ่มสถิติวิเคราะห์ สำนักแผนงานกรมเจ้าท่า [1] พบว่า ปริมาณสินค้าบริเวณเมืองท่าชายทะเลที่ขนส่งโดยเรือสินค้าขาเข้าและขาออกของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลในปี พ.ศ.2558 แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งปริมาณสินค้าสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปิโตเลียม สินค้าเบ็ดเตล็ด ไม่ระบุประเภทสินค้า แร่ธาตุอื่นๆ และแร่เชื้อเพลิง [1] เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเล ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 – พ.ศ.2558 จากรายงานพบว่าจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 ปริมาณสินค้าบริเวณเมืองท่าชายทะเลปี พ.ศ.2558 [1]

รูปที่ 2 จำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกบริเวณเมืองท่าชายทะเล [1]

การพยากรณ์โลจิสติกส์เป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุและการขนส่งสินค้าอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การพยากรณ์โลจิสติกส์สามารถพิจารณาเป็นปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดในบริบทของการหาค่าเหมาะที่สุดแนวใหม่ จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ได้มีการนำเทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุดแบบอภิศึกษาสำนึก (metaheuristic optimization technique) มาใช้เพื่อการพยากรณ์ทางอุตสาหกรรม เทคโนโลยี และพลังงานมากยิ่งขึ้น อาทิเช่น การประยุกต์การหาค่าเหมาะที่สุดแบบฝูงอนุภาค (particle swarm optimization: PSO) เพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงาน [2], การหาค่าเหมาะที่สุดแบบอาณานิคมมด (ant colony optimization: ACO) เพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงาน [3], การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (genetic algorithm: GA) เพื่อการพยากรณ์ความต้องการน้ำมัน [4] ฟอสซิล [5] และการขนส่ง [6], การใช้โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network: ANN) เพื่อพยากรณ์ความต้องการพลังงานเพื่อการขนส่ง [7], การประยุกต์การอบอ่อนจำลอง (simulated annealing: SA) เพื่อพยากรณ์ความต้องการพลังงานปิโตเลียม [8] และการใช้ ACO เพื่อพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า [9] เป็นต้น

ในปี ค.ศ.2009 Yang และ Deb ได้นำเสนอการค้นหาแบบนกกาเหว่า (cuckoo search: CS) [10] ซึ่งเป็นอภิศึกษาสำนึกที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่า GA และ PSO [10] อีกทั้งยังได้รับพิสูจน์คุณสมบัติการลู่เข้าหาผลเฉลยวงกว้าง (global convergence) [11] และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมอย่างแพร่หลาย [10-12] บทความนี้จึงได้ประยุกต์ CS เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลของประเทศไทยในฐานะกรณีศึกษา โดยให้การเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลังและแบบจำลองพหุนามกำลังสอง

2. แบบจำลองการพยากรณ์

จากรูปที่ 2 พบว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงแนวโน้ม จึงพิจารณาเลือกแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลัง (exponential model) ดังแสดงในสมการที่ (1) และแบบจำลองพหุนามกำลังสอง (second-order polynomial model) ดังแสดงในสมการที่ (2) [13-14] เมื่อ x คือตัวแปรต้น, F_{exp} คือค่าพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลัง และ F_{sec} คือค่าพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองพหุนามกำลังสอง

ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ S_r แสดงดังสมการที่ (3) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า $S_{y/x}$ แสดงดังสมการที่ (4) ตามลำดับ

$$F_{exp} = \alpha_0 e^{\alpha_1 t} \tag{1}$$

$$F_{sec} = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 \tag{2}$$

$$S_r = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - F_i)^2 \tag{3}$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n-2}} \tag{4}$$

คุณภาพของการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการกำหนด (coefficient of determination) r^2 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) r ดังแสดงในสมการที่ (5) และ (6) เมื่อ S_t แสดงดังสมการที่ (7) และ $\bar{y}$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม y การพยากรณ์ที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อ $S_r = 0$ หรือ $r^2 = 1$ [13-14]

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \tag{5}$$

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{S_t - S_r}{S_t}} \tag{6}$$

$$S_t = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2 \tag{7}$$

3. การค้นหาแบบนกกาเหว่า

การค้นหาแบบนกกาเหว่า หรือ CS มีขั้นตอนวิธีที่เลียนแบบพฤติกรรมการวางไข่ของนกกาเหว่าในรังของนกอื่น [10] นกกาเหว่าจะบินแบบเลวี (Lévy flight) เพื่อวางไข่ในรังของนกอื่นที่ถูกเลือกแบบสุ่ม จากนั้นแม่นกเจ้าของรังจะตรวจสอบไข่แปลกปลอมโดยอาศัยค่าความน่าจะเป็น p_a ถ้าแม่นกเจ้าของรังพบไข่ของนักกาเหว่า จะกำจัดไข่ของนกกาเหว่าด้วยการเขี่ยไข่ทิ้งหรือทิ้งรังของตนไป ซึ่งไม่ว่าจะเป็นกรณีใด

จะถือว่าไข่ของนกกาเหว่าเสียหาย ดังนั้นนกกาเหว่าจะบินแบบเลวีอีกครั้งเพื่อวางไข่ในรังของนกอื่นชดเชยไข่ที่เสียหายไป กระบวนการดังกล่าวจะดำเนินไปจนกระทั่งผลเฉลยดีที่สุดถูกค้นพบ ขั้นตอนวิธีของ CS อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ (8) – (9) เมื่อ $\boldsymbol{x}^{(t+1)}$ คือผลเฉลยใหม่ และ $\boldsymbol{x}^{(t)}$ คือผลเฉลยปัจจุบัน ขนาดขั้นการค้นหา (step-size) s สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (10) เมื่อ u และ v คือการแจกแจงแบบเอกรูปดังสมการที่ (11) ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ u และ v แสดงดังสมการที่ (12) ขั้นตอนวิธีของ CS แสดงด้วยรหัสเทียมดังรูปที่ 3

$$\boldsymbol{x}_i^{(t+1)} = \boldsymbol{x}_i^{(t)} + \alpha \oplus \text{Lévy}(\lambda) \tag{8}$$

$$\text{Lévy} \approx u = t^{-\lambda}, \quad 1 < \lambda \le 3 \tag{9}$$

$$s = \frac{u}{|v|^{1/\beta}} \tag{10}$$

$$u \approx N(0, \sigma_u^2), \quad v \approx N(0, \sigma_v^2) \tag{11}$$

$$\sigma_u = \left\{ \frac{\Gamma(1+\beta)\sin(\pi\beta/2)}{\Gamma[(1+\beta)/2]\beta 2^{(\beta-1)/2}} \right\}^{1/\beta}, \quad \sigma_v = 1 \tag{12}$$

```
Initialized:
- Objective function f(x), x = (x1,…,xd)^T.
- Generate initial population of n host nests xi (i = 1, 2,…,n).
while (t < MaxGen) or (termination criteria: TC)
    - Get the j cuckoo randomly by Lévy flight.
    - Evaluate its quality by the given objective function Fi.
    - Choose a nest j among n nests randomly.
    if (Fi < Fj)
        - Replace j by the new solution.
    end
    - A fraction (pa) of worse nests are abandoned,
      and build new ones at new locations via Lévy flight.
    - Keep best solution (or nests with quality solutions).
    - Rank the solutions and find the current best.
end
- Report the best solution found.
```

รูปที่ 3 ขั้นตอนวิธีของ CS

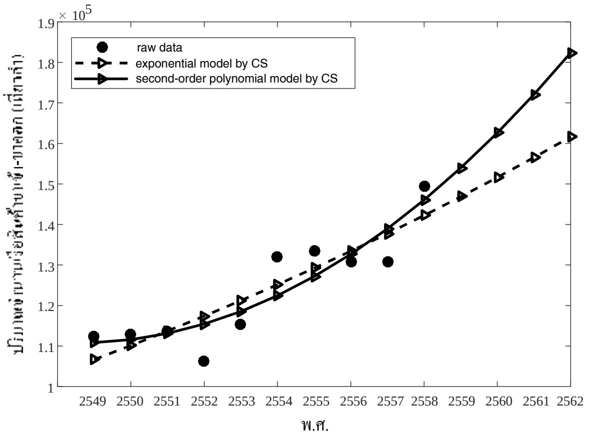
4. ผลการทดสอบและการอภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ CS เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ α_0 และ α_1 ของแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลังในสมการที่ (1) และค่าสัมประสิทธิ์ β_0, β_1 และ β_2 ของแบบจำลองพหุนามกำลังสองในสมการที่ (2) ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลขั้นตอนวิธีของ CS ได้รับการพัฒนาเป็นโปรแกรมการค้นหาด้วย MATLAB ที่ประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ Intel(R) Core(TM) i5-3470 CPU@3.60GHz, 4.0GB-RAM โดยที่ค่าพารามิเตอร์ของ CS กำหนดตามข้อแนะนำของ Yang และ Deb [10-11] ดังนี้ จำนวนรัง $n = 40$, ค่าความน่าจะเป็นของการที่แม่นกเจ้าของรังจะค้นพบไข่แปลกปลอม $p_a = 0.2$ และจำนวนรอบการค้นหาสูงสุด $MaxGen = 500$ ถูกกำหนดให้เป็นเงื่อนไขยุติการค้นหา ขอบเขตการค้นหาค่าสัมประสิทธิ์ α_0 และ α_1 ของแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลังคือ $\alpha_0 \in [1\times10^6, 2\times10^6]$ และ $\alpha_1 \in [0, 0.5]$ และขอบเขตการค้นหาค่าสัมประสิทธิ์ β_0, β_1 และ β_2 ของแบบจำลองพหุนามกำลังสองคือ $\beta_0 \in [1\times10^5, 2\times10^5]$, $\beta_1 \in [-5\times10^2, -3\times10^2]$ และ $\beta_2 \in [3\times10^2, 4\times10^2]$ ดำเนินการค้นหาจำนวน 40 ครั้ง เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด จากผลการทดสอบพบว่า CS ใช้เวลาในการค้นหาเฉลี่ยเท่ากับ 1.0125 วินาที สำหรับแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลัง และ 1.5712 วินาที สำหรับแบบจำลองพหุนามกำลังสอง

จากผลการทดสอบ แบบจำลองเชิงเลขชี้กำลังและแบบจำลองพหุนามอันดับสองที่ได้จาก CS แสดงดังสมการที่ (13) และ (14) ตามลำดับ ซึ่งพบว่าแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลังมีค่า $r^2 = 0.7782$ ในขณะที่แบบจำลองพหุนามอันดับสองมีค่า $r^2 = 0.8143$ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองพหุนามอันดับสองที่ได้จาก CS มีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่สูงกว่าแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลัง รูปที่ 4 แสดงผลการพยากรณ์ ซึ่งพบว่าในปี พ.ศ.2559 – 2562 ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลของประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ.2558 ประมาณ 1.49 แสนเที่ยวลำ ไปเป็นประมาณ 1.82 แสนเที่ยวลำ ในปี พ.ศ.2562

$$F_{exp} = 1.0330\times10^6 e^{0.0320t} \tag{13}$$

$$F_{sec} = 1.1092\times10^5 - 4.6560\times10^2 x + 3.9769\times10^2 x^2 \tag{14}$$



รูปที่ 4 ผลการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกด้วย CS

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์การค้นหาแบบนกกาเหว่า หรือ CS เพื่อการพยากรณ์โลจิสติกส์ ข้อมูลจากรายงานสถิติการขนส่งสินค้าทางน้ำของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2558โดยกลุ่มสถิติวิเคราะห์ สำนักแผนงานกรมเจ้าท่า ได้ถูกนำมาใช้ฐานะกรณีศึกษา เพื่อการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออก ของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเล จากผลการจำลองสถานการณ์พบว่า CS สามารถให้แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบบจำลองพหุนามอันดับสองที่ได้จาก CS มีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่สูงกว่าแบบจำลองเชิงเลขชี้กำลัง โดยในปี พ.ศ.2559 – 2562 ปริมาณจำนวนเรือสินค้าขาเข้า-ขาออกของเรือค้าต่างประเทศและเรือค้าชายฝั่งบริเวณเมืองท่าชายทะเลจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากประมาณ 1.49 แสนเที่ยวลำในปี พ.ศ.2558 ไปเป็นประมาณ 1.82 แสนเที่ยวลำในปี พ.ศ.2562

เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มสถิติวิเคราะห์, รายงานสถิติการขนส่งสินค้าทางน้ำบริเวณเมืองท่าชายทะเล ปี พ.ศ.2559, สำนักแผนงาน กรมเจ้าท่า, 2559.

[2] T. Paksoy, E. Özceylan, N.Y. Pehlivan, and G.W. Weber, "Particle swarm optimization approach for estimation of energy demand of Turkey," Transaction on Evolutionary algorithm and Continuous Optimization, Global Journal of Technology & Optimization, vol. 3, pp. 1–9, 2012.

[3] M.D. Toksari, "Ant colony optimization approach to estimate energy demand of Turkey," ELSEVIER Energy Policy, vol. 35, pp. 3984–3990, 2007.

[4] E. Assareh, M. A. Behrang, M.R. Assari, and A. Ghanbarzadeh, "Application of PSO and GA techniques on demand estimation of oil in Iran", Energy, vol. 35, pp. 5223–5229, 2010.

[5] O.E. Canyurt, and H.K. Öztürk, "Application of GA technique on demand estimation of fossil fuels in Turkey", Energy Policy, vol. 36, no. 7, pp. 2562–2569, 2008.

[6] S. Haldenbilen, and H. Ceylan, "Genetic algorithm approach to estimate transport energy demand in Turkey", Energy Policy, vol. 33, pp. 89–98, 2005.

[7] Y.S. Murat, and H. Ceylan, "Use of artificial neural networks for transport energy demand modeling", Energy Policy, vol. 34, pp. 3165–3172, 2006.

[8] Y. Özçelik, and A. Hepbaslı, "Estimating petroleum energy production and consumption using a simulated annealing approach", Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy, vol. 1, no. 3, pp. 255–265, 2006.

[9] M.D. Toksari, "Estimating the net electricity energy generation and demand using the ant colony optimization approach: case of Turkey", Energy Policy, vol. 37, pp. 1181–1187, 2009.

[10] X.S. Yang, and S. Deb, "Cuckoo search via Lévy flights," World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009), pp. 210–214, 2009.

[11] X.S. Yang, "Cuckoo search and firefly algorithm: overview and analysis," Studied in Computational Intelligence: Cuckoo search and Firefly Algorithm Theory and Applications, Springer, pp. 1–26, 2014.

[12] เดชา พวงดาวเรือง และ ไชโย ธรรมรัตน์ "การระบุเอกลักษณ์แบบจำลองตัวแปรสถานะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านด้วยการค้นหาแบบนกกาเหว่า," การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 38 (EECON-38), หน้า 613 – 618, 2558.

[13] S.C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineering and Scientists, McGraw-Hill, 2005.

[14] R.F. Jacobs, W.L. Berry, D.C. William, and T.E. Vollmann, Manufacturing Planning and Control: For Supply Chain Management, McGrall-Hill, New York, 2011.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทางและน้ำหนัก

Finding Shortest Way of Picking up Goods According to Order in Warehouse with Distance and Weight Conditions.

ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์[1] ธัญญาเรศ จันทร์แก้ว[2] อธิคม ศิริ[3] กมล บุญล้อม[4] อนุสรณ์ ใจแก้ว[5] ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง[6] และกฤตกรณ์ ศรีวันนา[7]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 ถนนพหลโยธิน ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100 โทรศัพท์ 053-776395 E-mail: googgig.tyr@gmail.com

บทคัดย่อ

การวางแผนการเลือกเส้นทางในสินค้าคงคลังคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุด ในปัจจุบันมีการนำเอาระบบอัตโนมัติสำหรับบรรทุกสินค้าในคงคลังขนาดใหญ่ ซึ่งวางแผนเลือกเส้นทางที่นำระบบอัตโนมัติเหล่านี้มาใช้จำเป็นต้องคำนึงนอกจากระยะทาง คือ น้ำหนักที่บรรทุกตลอดเส้นทางที่ได้รับมอบหมาย เนื่องจากปัจจัยนี้ส่งผลต้องพลังงานที่ใช้ในการเดินทาง ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ เพื่อคำนวณหาความสำคัญของปัจจัยทางด้าน ระยะทางและน้ำหนักบรรทุก เพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเลือกหยิบสินค้า ร่วมกับขั้นตอนหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยวิธีของไดก์สตรา (Dijkstra’s Algorithm) ผลการทดลองการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดด้วย พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถหาเส้นทางที่เส้นพร้อมกับน้ำหนักรวมของการบรรทุกที่ประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เส้นทางที่สั้นที่สุด การหาค่าที่เหมาะสมแบบสองปัจจัย ไดก์สตรา

Abstract

In general, a route planning problem only takes the shortest distances into account. Nowadays, the automation system such as robot often used to pick up the goods in the warehouse. Thus, the total weight that carried through the assigned path is another importance factor, because the energy usage of the pickup machine depends on the factor. In this work, we adopt the utility function to compute the significance of two factors that used as the weight of edge on the graph. Then, the graph is taken as input into the Dijkstra's algorithm for finding the shortest path. The experimental results show that the proposed method can obtain the reasonable path with lower energy consumption than the traditional method.

***Keywords**: Shortest path, Bi-objective optimization, Dijkstra's Algorithm*

1.บทนำ

ในคลังสินค้าแบบอัตโนมัติเนื่องจากต้องมีการวางแผนการหยิบสินค้าที่ใช้รถเข็นบรรทุกสินค้า สำหรับการหยิบสินค้าที่มีประสิทธิภาพได้นั้น นอกจากต้องคำนึงถึงระยะทางแล้ว ยังต้องให้ความสำคัญกับน้ำหนักที่บรรทุกด้วย เพราะทั้งสองปัจจัยนี้มีผลต่อการสิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งในงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้คำนึงถึงปัจจัยทางด้านระยะทาง หรือน้ำหนักสินค้ามาคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเพียงปัจจัยเดียว อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าในคลังสินค้าแบบอัตโนมัติที่ใช้รถเข็นบรรทุกสินค้าต้องใช้ปัจจัยทั้งสอง คือ ระยะทางรวม และน้ำหนักที่บรรทุกสินค้ามาคำนวณ เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสม

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เสนอการวางแผนการหยิบสินค้าจากเส้นทางที่มีระยะทางและน้ำหนักรวมกันแล้วเหมาะสมที่สุด จึงนำเสนอฟังก์อรรถประโยชน์ ในการคำนวณหาความสำคัญของปัจจัยทั้งสอง เพื่อวางแผนค้นหาเส้นทางการหยิบสินค้าในคลัง และประยุกต์ใช้กับขั้นตอนวิธีของไดก์สตรา (Dijkstra’s Algorithm) ประโยชน์จากงานวิจัยดังกล่าว จะช่วยให้ผู้ใช้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดและเป็นเส้นทางที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาในการทำงาน และลดระยะทางการเดินหยิบสินค้าภายในคลังสินค้าลงได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาหลักการของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้

2.1 การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Paths Algorithm)

เป็นปัญหาการเลือกเส้นทางของการหยิบสินค้าตามใบสั่งจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง ซึ่งมีหลายเส้นทางให้เลือก สามารถกำหนดเป็นผังการเดินทางหรือโครงข่ายของเส้นทาง [1] ปัญหาการเลือกเส้นทางของการหยิบสินค้าตามใบสั่งนี้จะคล้ายกับปัญหาการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest path problem) ซึ่งเป็นการเลือกเดินทางผ่านปมต่างๆในโครงข่ายเพื่อให้มีระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่จะหาคำตอบอย่างมีระบบ และวิธีนี้สามารถแก้ปัญหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2] [3] ขั้นตอนวิธีของไดก์สตรา (Dijkstra's algorithm) [4] [5] โดยพิจารณาจากกราฟระบุทิศทางที่ทุกๆเส้นเชื่อมมีค่าน้ำหนักเป็นบวก ใช้ทฤษฎีกราฟในการแก้ปัญหา เป็นอัลกอลิทึมสำหรับ การค้นหาเส้นทางหรือระยะทาง ที่สั้นที่สุด สามารถใช้ได้กับกราฟทั้งแบบมีทิศทางและไม่มีทิศทาง โดยจะค้นหาจากระยะทางสั้นที่สุดจากจุดยอดหนึ่ง ไปยังจุดยอดใด ๆ เพื่อให้ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด [6]

ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตรา (Dijkstra's algorithm) ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทางและน้ำหนัก เพราะเป็นการค้นหาเส้นทางเพียงเส้นทางเดียว ซึ่งเส้นทางที่ค้นหาได้เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่านั้น

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทาง และน้ำหนัก ได้แบ่งขั้นตอนและวิธีการออกเป็น 9 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

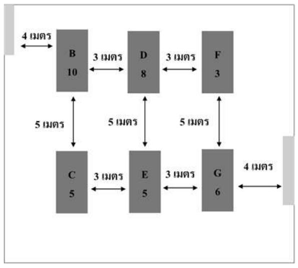
3.1 ภาพรวมของระบบ

การทำงานของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทาง และน้ำหนักในขั้นตอนที่ 1 ลูกค้าออกใบสั่งซื้อสินค้า ขั้นตอนที่ 2 เพิ่มข้อมูลสินค้าตามรายการใบสั่งซื้อจากลูกค้าลงสู่ระบบ ขั้นตอนที่ 3 รับใบสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า แล้วนำมาค้นหาเส้นทางการหยิบสินค้าภายในคลัง ขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมทำการประมวลผล โดยนำรายการสินค้าจากใบสั่งซื้อภายในฐานข้อมูลมาประมวลผลโดยใช้อัลกอริทึมของไดก์สตรา (Dijkstra's algorithm) ซึ่งเป็นการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหยิบสินค้า ขั้นตอนที่ 5 โปรแกรมแสดงผลออกมาเป็นเส้นทางการหยิบสินค้า และขั้นตอนที่ 6 หยิบสินค้าตามเส้นทางที่เลือก ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1: ระบบการทำงานของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการหยิบสินค้าตามใบสั่งในคลังสินค้าด้วยเงื่อนไขระยะทาง และน้ำหนัก

3.2 แผนผังจำลองคลังสินค้า

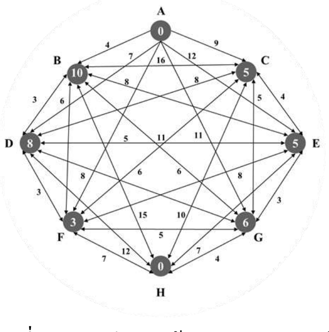
แผนผังจำลองคลังสินค้าโดยกำหนดให้จุดทางเข้าคลังสินค้าเป็น A, ตำแหน่งสินค้าที่ 1 เป็น B, ตำแหน่งสินค้าที่ 2 เป็น C ตำแหน่งสินค้าที่ 3 เป็น D, ตำแหน่งสินค้าที่ 4 เป็น E , ตำแหน่งสินค้าที่ 5 เป็น F , ตำแหน่งสินค้าที่ 6 เป็น G และจุดทางออกคลังสินค้าเป็น H ตามลำดับ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: จำลองคลังสินค้า

3.3 โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟจำลองคลังสินค้า

กราฟเป็นโครงสร้างที่นำมาใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยแทนวัตถุด้วยจุดเชื่อม และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยเส้นเชื่อม เขียนในรูปของสัญลักษณ์ได้เป็นส่วนประกอบของกราฟ $G = (V,E)$ จุดยอด $V(G)$ ได้แก่ A, B, C, D, E, F, G, H และเซตของจุดยอดแทนด้วย $V(G) = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: กราฟโครงสร้างจำลองคลังสินค้า

3.4 ตัวอย่างรายการใบสั่งซื้อสินค้า

ตัวอย่างรายการใบสั่งซื้อสินค้า กรณีศึกษาสั่งซื้อจำนวน 3 รายการได้แก่ รหัสสินค้า 10001 ชื่อสินค้า BBBB มีน้ำหนัก 10 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน B, รหัสสินค้า 10002 ชื่อสินค้า CCCC มีน้ำหนัก 5 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน C, และรหัสสินค้า 10003 ชื่อสินค้า DDDD มีน้ำหนัก 8 kg สั่งซื้อจำนวน 1 ชิ้น อยู่โซน D ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรายการสินค้าตามใบสั่งซื้อสินค้า

รายการใบสั่งซื้อสินค้า				
รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	น้ำหนัก (kg)	จำนวน	โซน
10001	BBBB	10	1	B
10002	CCCC	5	1	C
10003	DDDD	8	1	D

จากตารางที่ 3.3 สามารถเขียนในรูปแบบเซตรายการสินค้าได้ เซต L_{iw} เมื่อ L คือสินค้า, i คือลำดับรายการสินค้า และ w คือน้ำหนักสินค้า สามารถเขียนเซต L ได้ดังนี้

L_{iw} = { (1,10), (2,5), (3,8) }

3.5 เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด WD = 0.3, WI = 0.7

ตารางที่ 3.2 เส้นเชื่อมกราฟของเส้นทางในคลังสินค้าโดยกำหนด WD = 0.3, WI = 0.7

i \ j	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	8.2	0	7.6	7.9	9.7	8.2	8.8	0
C	5	4.1	0	6.2	4.7	5.3	5	0
D	7.1	6.5	8.3	0	8	7.4	8	0
E	5.3	6.2	4.7	5.9	0	5.6	4.4	0
F	5.1	3.3	3.9	3.9	4.2	0	3.3	0
G	7.5	6	5.7	6.6	5.1	5.4	0	0
H	0	11	12	8	9	5	6	0

3.6 ขั้นตอนและอัลกอลิทึมที่ประยุกต์ใช้เพื่อเป็นตัวแปรตัดสินใจหาเส้นทาง

ขั้นตอนนี้จะคำนวณหาเส้นเชื่อม E(G) ของกราฟทุกเส้นเชื่อมโยงที่มีความสัมพันธ์กันด้วยเส้นเชื่อม มีการพิจารณาทางด้านคณิตศาสตร์ประยุกต์ใช้ Utility Function มาวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกด้วย 2 ปัจจัย คือระยะทาง และน้ำหนัก โดยใช้สมการในคำนวณหาเส้นเชื่อมดังนี้

$$E_{ij} = W_D D_{ij} + W_I I_{iw} \quad (1)$$

ถ้าให้ความสำคัญของ $\sum W = W_D + W_I$ มีค่าเท่ากับ 1 กำหนด $W_D = 0.3$, $W_I = 0.7$, W_D คือค่า Weigth ระยะทาง, D_{ij} คือระยะทางระหว่างโหนด i และ j, W_I คือค่า Weigth สินค้า, I_{iw} คือเซตของจุดยอด ซึ่งค่า E(G) ของกราฟ คือค่าของเส้นเชื่อม สามารถเขียนเป็นอัลกอลิทึมหาเส้นเชื่อมได้ดังนี้

อัลกอริทึม 1: คำนวณค่า Utility Function บน Edge

```
1: for each E_ij ∈ E
2:         d [E_ij ] = W_D D_ij + W_I I_iw ;
3: Call Dijkstra
```

ในกราฟโดยพิจารณาหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปทีละจุดเรื่อยๆ จนครบ สามารถเขียนเป็นอัลกอลิทึมหาเส้นทางได้ดังนี้

อัลกอริทึม 2: ไดก์สตรา

```
1: Dijkstra ( G = ( V, E ), s )
2:     for each v ∈ V
3:         d [ v ] = ∞;  p [ v ] = null;
4:     d [ s ] = 0
5:     for each v ∈ Adj ( u ) {
6:         if ( d [ u ] + w ( u, v ) < d [ v ] )
7:                 d [ v ] = d [ u ] + w ( u, v )
8:                 p [ v ] = u
```

3.7 การหาค่าพลังงานที่ใช้

การหาค่าพลังงานจะช่วยให้ทราบว่าเส้นทางนั้นต้องใช้พลังงานเท่าใด ในกรณีที่เส้นทางมีค่าเท่ากันมากกว่าหนึ่งเส้นทาง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าทุกเส้นทางจะใช้พลังงานเท่ากันเสมอไป โดยงานเป็นปริมาณที่สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังสูตรคำนวณหางานดังนี้

$$Ep = mgh \quad (2)$$

เมื่อ Ep แทน พลังงานศักย์โน้มถ่วง มีหน่วยเป็นจูล (J), m แทน มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg), g แทนความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, h แทน ระยะหรือความสูง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

4. วิธีการวิจัย

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการหาเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตราระบบเก่า และการหาเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตราระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยแบ่งการทดลองออกตามจำนวนรายการสินค้า 3 และ 4 รายการ ซึ่งทดลองรายการละ 3 ครั้ง สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองการใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตราระบบเดิม จำนวนสินค้า 3 รายการ

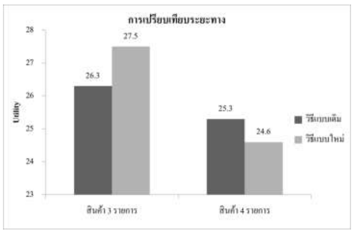
ครั้งที่	เส้นทางการเรียงลำดับ	ระยะทาง	พลังงาน
1	A > D > B > C > H	24	784.8
2	A > E > F > C > H	28	922.14
3	A > G > B > F > H	27	1304.73
ค่าเฉลี่ย		26.3	1003.89

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองการใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตราระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ จำนวนสินค้า 3 รายการ

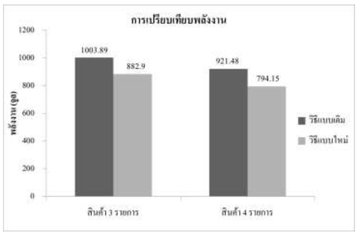
ครั้งที่	เส้นทางการเรียงลำดับ	ค่า Utility	พลังงาน
1	A > C > B > D > H	25.4	676.89
2	A > F > E > C > H	27.8	784.8
3	A > F > G > B > H	29.2	1187.01
ค่าเฉลี่ย		27.5	882.9

5. ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบจากการวิจัยค้นหาเส้นทาง กราฟที่ใช้หาระยะทางรวม โดยระบบเดิมมีระยะทางรวมอยู่ที่ **26.3** เมตร ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่มีระยะทางรวมอยู่ที่ **27.5** เมตร ดังภาพที่ 4 และกราฟที่ใช้หาพลังงานรวม โดยระบบเดิมใช้พลังงานทั้งหมดไป **1003.89** จูล ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ใช้พลังงานทั้งหมดไป **882.9** จูล ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: กราฟผลการทดลองหาระยะทางรวม



ภาพที่ 6: กราฟผลการทดลองหาพลังงานที่ใช้ทั้งหมด

6. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาของงานวิจัยจึงนำเอา Utility Function มาพิจารณาจากปัจจัยด้านระยะทาง และน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมในการหยิบสินค้าในคลัง ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดก์สตรา (Dijkstra's algorithm) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ประโยชน์ของงานวิจัยชิ้นนี้จะช่วยให้ประหยัดเวลาในการทำงานลงได้ จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการหาเส้นทางด้วยขั้นตอนวิธีของไดก์สตราระบบใหม่ช่วยลดระยะทางลงได้ 42.56% และลดการสิ้นเปลืองของพลังงานลงได้ถึง 71.43%

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning49/ec373/content3_3.htm#31. [10 กุมภาพันธ์ 2560]

[2] S. Panahi, M.R. Delavar. 2008. A GIS-based Dynamic Shortest Path Determination in Emergency Vehicles, World Applied Sciences Journal 3 (Supple 1): 88-94.

[3] E. W. Dijkstra, A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathe - matik1, CA:Springer, 1959, pp.269–271

[4] Biggs, Norman; Lloyd, E. H.; Wilson, Robin J. (1986). *Graph theory, 1736-1936*. Oxford [Oxfordshire]: Clarendon Press.

[5] นรินทร์ เนาวประทีป , กวิยา เนาวประทีป , สื่อเสริมสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 (กลศาสตร์ 2) , สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2548

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบนับและแยกประเภทรถโดยใช้การประมวลผลภาพ

Vehicles Counting and Classification Using Image Processing

ปัจจัย พวงสุวรรณ[1] วราพล ป้อมสุวรรณ[2] วรรัช ชัยประเสริฐ[3]

[1]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 081-8720433 E-mail: patchaip@yahoo.com

[2]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 0832898265 E-mail: warapon.psw@gmail.com

[3]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 0833572613 E-mail: vorratat.chai@gmail.com

บทคัดย่อ

ระบบนับและแยกประเภทรถโดยใช้การประมวลผลภาพ เป็นการนำเอาภาพวิดีโอที่ทำการบันทึกแล้วมาประมวลผล เพื่อนำไปใช้ในการนับและคัดแยกประเภทของยานพาหนะ โดยใช้การแบ่งไฟล์วิดีโอออกเป็นเฟรมภาพ แต่ละเฟรมจะนำไปแปลงเป็นภาพ Grayscale เพื่อนำไปหาพื้นหลังและพื้นหน้า โดยใช้Gaussian Mixture ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการสร้างโมเดลภาพพื้นหลัง เพื่อใช้ในการหาวัตถุหรือยานพาหนะที่เข้ามาในเฟรมภาพ หลังจากนั้นใช้ Blob Analysis *เป็นการวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพขาวดำ ซึ่งทำการนับขนาดของวัตถุที่สนใจเพื่อใช้ในการตรวจจับรถที่วิ่งเขามาในเฟรมภาพ และทำการนับจำนวนรถ และสามารถจำแนกประเภทของรถ โดยใช้ K-Nearest Neighbor Algorithm หรือ K-NN โดยมีฟีเจอร์หลักคือ ขนาดของรถแต่ละคัน นำมาหาประเภทของรถคันนั้นว่าเป็นรถประเภทใด โดยวัดประสิทธิภาพโดยใช้ 10-fold cross-validation ในการแยกประเภทรถอยู่ที่ 89.06%*

คำสำคัญ: *Image Processing , Binary ,Gaussian Mixture , K-Nearest Neighbor Algorithm , Blob analysis*

Abstract

This project counts and classifies cars by using image processing. By using video recording and then processed by a computer program. By dividing video files into frames. Each frame is converted to Grayscale image and separate background and foreground. Using a Gaussian Mixture, this technique creates a background image model. To use to find objects or vehicles that come into the picture frame. Then use Blob Analysis to analyze the group of black and white dots. . It counts the size of the object to detect the car that ran into frame. And count the number of cars. Can classify the cars by usings K-Nearest Neighbor Algorithm or K-NN main features is size of car to find out type of car. By measuring performance using 10-fold cross-validation The vehicle classification is 89.06%.

Keyword: *Image Processing , Binary ,Gaussian Mixture , K-Nearest Neighbor Algorithm , Blob analysis*

1. บทนำ

ปัจจุบัน ยานพาหนะเป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้ชีวิตเป็นอย่างมากในการเดินทาง เพื่อลดปัญหาการจราจรก็ควรที่จะมีการจัดการพื้นที่หรือเส้นทางการจราจรให้เพียงพอต่อการใช้งาน ทั้งนี้ทางกลุ่มจึงมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการจราจร ว่าควรจะมีการจัดการปริมาณของยานพาหนะ โดยการเก็บภาพวิดีโอเพื่อนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และได้จัดทำโปรแกรมนับและคัดแยกประเภทของยานพาหนะ โดยใช้การประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การนับและแยกประเภทของยานพาหนะ ทำได้ง่ายต่อการจัดการและรวดเร็วยิ่งขึ้น มีความถูกต้องมากขึ้นโดยไม่ต้องใช้สายตาของมนุษย์เพื่อมาทำการวัดและยังสามารถประหยัดเวลาและบุคลากร รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในงานหรือหน่วยงานต่างๆ เช่น งานโยธา งานจราจร งานเก็บสถิติการจราจร เพื่อให้สะดวกต่อการวางแผนการจราจรต่อไป

2. เทคนิคและวิธีการ

2.1 การเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา (Gray Scale)

การเปลี่ยนภาพสี (RGB) กระบวนการนี้จะทำให้ภาพที่ได้สามารถประมวลผลได้ง่ายขึ้นและเร็วขึ้น เพราะว่าภาพสีแต่ละภาพจะประกอบด้วยภาพสามประกอบไปด้วยภาพโทนสีแดง ภาพโทนสีเขียว ภาพโทนสีน้ำเงิน ฉะนั้นการที่จะเข้าถึงภาพและประมวลผลก็จะต้องเข้าถึงข้อมูลทั้งสามข้อมูล แต่ระดับสีเทาเท่านั้นจะทำให้ง่ายและเร็วกว่าเพราะมีเพียงโทนสีเดียวเนื่องจากภาพสีแต่ละจุดนั้นจะประกอบด้วยข้อมูล 3 ค่าคือสีแดง R สีเขียว G สีน้ำเงิน B ดังนั้นการที่จะเปลี่ยนแปลงเป็น ภาพระดับสีเทาจะมีการใช้สมการต่างๆในการเปลี่ยนแปลงมากมายแต่สมการที่นิยมมากที่สุดใช้มากที่สุดจะเป็นสมการของ Craig Mark Wart [1]

ดังสมการ Y=0.3*R+0.59*G+0.11*B (1)

โดยที่ Y แทน ค่าของระดับสีเทา
R แทน ค่าของระดับสีแดง
G แทน ค่าของระดับสีเขียว
B แทน ค่าของระดับสีน้ำเงิน

2.2 การแปลง Binary

การแปลงข้อมูลภาพที่มีความเข้มหลายระดับให้เป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียง 2 ระดับคือ 1 จุดภาพมีค่าได้ 2 ค่าเท่านั้นคือ 0 กับ 1 หรือเรียกอีกอย่างว่า Binary ซึ่ง 1 จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีขาวและ 0 หมายถึงจุดภาพที่มีสีดำการแปลงภาพเป็น Binary จึงมีความสำคัญมากในการแสดงผล ในการสร้างภาพ Binary นั้นสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการทำเทรซโฮล(Threshold Techniques) โดยพิจารณาว่าจุดใดควรเป็นจุดขาวหรือจุดดำจะกระทำโดยการเปรียบเทียบกันระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่าค่า Threshold ที่มีค่าตั้งแต่ 0-255 หากค่าของพิกเซลมีค่าน้อยกว่า Threshold ก็ให้พิกเซลนั้นเป็น 0 และหากพิกเซลนั้นมีค่ามากกว่า Threshold ก็ให้พิกเซลนั้นมีค่าเป็น 1[2]

2.3 การแยกพื้นหน้าออกจากพื้นหลังของภาพ

วิธีนี้เป็นวิธีการนำเอาเฉพาะวัตถุที่เคลื่อนไหวเปลี่ยนไปในแต่ละเฟรมมาเปรียบเทียบเพื่อแยกวัตถุออกจากภาพ มีเทคนิตในการหาหลายวิธีเช่น Optical Flow, Background Subtraction, GMM เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการของ Gaussians Mixer Models ซึ่งมีวิธีการแยกดังนี้

ในการหาวัตถุหรือรถเคลื่อนที่ในแต่ละเฟรมภาพจะใช้เทคนิค Gaussian Mixture ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการสร้างโมเดลภาพพื้นหลัง ที่สามารถปรับค่าพื้นหลังให้เป็นปัจจุบันได้ตลอดเวลาเพื่อให้เหมือนกับพื้นหลังของทุกๆเฟรมปัจจุบัน ที่มีวัตถุเคลื่อนที่เกิดขึ้นภายในเฟรมนั้นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมจริงจะมีความไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้น เช่นสภาพภูมิอากาศ ความเข้มแสง เงาจากวัตถุต่างๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าของจุดสี ณ ตำแหน่งเดิมของแต่ละเฟรมภาพที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมได้โดยแต่ละจุดสีของเฟรมภาพจะถูกจำแนกออกเป็นจุดสีของภาพพื้นหลัง หรือจุดสีของวัตถุด้วยวิธีเกาส์เซียน (Gaussians Distribution) ที่มีมากกว่า 1 ดิสทริบิวชั่นเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราดห์หาพื้นหลังของภาพที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น[3]

การสร้างโมเดลการหาพื้นหลังของภาพที่มีหลายๆค่านั้น เพื่อแก้ปัญหาเรื่องของจุดสีที่อยู่บนภาพพื้นหลังที่มีหลายค่า ทำให้การแบ่งประเภทของจุดสีมีความใกล้เคียงตามสภาพแวดล้อมจริงมากยิ่งขึ้น ซึ่งความน่าจะเป็นของการพิจารณาค่าของจุดสี พิจารณาได้ดังสมการด้านล่าง[6]

$$f(x) = \sum_{i=1}^{k} p_i N(x|\mu_i, \sigma_i^2) \quad (2)$$

เมื่อ k คือ จำนวน *Gaussian Distribution*
p_i คือ ค่าความน่าจะเป็นของ *Gaussian* ตัวที่ i
μ_i คือ ค่าเฉลี่ยของ *Gaussian* ตัวที่ i
σ_i คือ ค่าความแปรปรวนร่วมของ Gaussian ตัวที่ i
N คือ Gaussian Probability Density Function หรือ ฟังก์ชั่น หนาแน่นน่าจะเป็น
x คือ จุดสี

ซึ่ง
$$N(\mu_i, \sigma_i^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2pi}} \exp\frac{-(x-\mu_i)^2}{2\sigma^2} \quad (3)$$

เริ่มต้นให้กำหนดค่าความน่าจะเป็นของพื้นหลัง ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ตั้งต้นจากการคาดเดา โดย หากจุดสีนั้นๆมีค่ามากกว่าค่า mean แสดงว่า จุดสีนั้นเป็นพื้นหลัง ที่เหลือคือวัตถุ

เริ่มต้น

$$\theta^{(0)} = (p_1^{(0)}, \ldots, p_k^{(0)}, \mu_1^{(0)}, \ldots, \mu_k^{(0)}, \sigma_1^{2\,(o)}, \ldots, \sigma_k^{2\,(o)}) \quad (4)$$

ขั้นที่ 1
$$p_{ij}^{(r+1)} = P_{ij}^{(r+1)}(i|x_j) = \frac{p_i^{(r)} N(x_j|\mu_i^{\,r}, \sigma_i^{\,2^r})}{f(x_j)} \quad (5)$$

ขั้นที่ 2
$$\hat{p}_i^{(r+1)} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^{(r)} \quad (6)$$

$$\hat{\mu}_i^{(r+1)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^{(r+1)} x_j}{n\hat{p}^{(r+1)}}$$

$$\sigma_i^{2\,(r+1)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^{(r+1)}(x_j - \hat{\mu}_i^{(r+1)})}{n\hat{p}^{(r+1)}}$$

ทำขั้นตอนที่หนึ่งกับสอง ซ้ำ จนกว่าค่า error น้อยกว่าเทรสโฮล โดยที่ $p = \mathrm{ArgMax}(X_i|\mu_k, \sigma_k)$

ทั้งนี้ เกณฑ์ในการพิจารณาแยกประเภทจุดสีว่าเป็นจุดสีของภาพพื้นหลังหรือจุดสีของวัตถุที่เคลื่อนที่หาได้จากเมื่อพิจารณาจุดสีค่าแอมปลิจูดสูงสุดของทุกๆดิสทริบิวชั่นจะมีค่าเป็น p_i และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น σ_i โดยที่

$$\sum_{i=1}^{B} p_i > T \quad (7)$$

เมื่อ *T* คือ ค่าเทรสโฮลด์

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบภาพต้นแบบและภาพหลังเทรชโฮล

2.4 การจำแนกคลาสด้วย K-Nearest Neighbor Algorithm

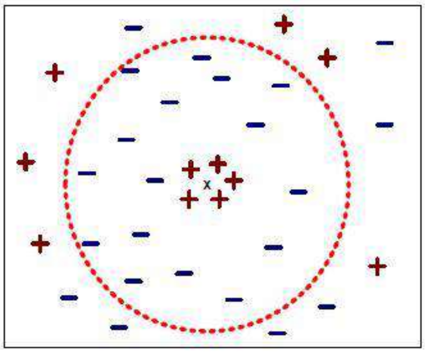
วิธีการในการจัดแบ่งคลาส เทคนิคนี้จะตัดสินใจ ว่าคลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน (“K” *ใน* K-nearest neighbor) ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count Up) ของจำนวนเงื่อนไข หรือกรณีต่างๆสำหรับแต่ละคลาส และกำหนดเงื่อนไขใหม่ๆให้คลาสที่เหมือนกันกับคลาสที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

ในการนำเทคนิคของ K-NN ไปใช้ในนั้นเป็นการหาวิธีการวัดระยะห่างระหว่างแต่ละ*Attribute* ในข้อมูล โดยใช้ Euclidean Distance ดังสมการ

$$D_{euclidean}(x_{test}, x_{train}) = \sqrt{(F1_{test} - F1_{train})^2 + (F2_{test} - F2_{train})^2} \quad (8)$$

โดยที่ x_{test} คือ วัตถุที่ทดสอบ
x_{train} คือ วัตถุที่นำมาฝึก
$F1_{test}$ คือ feature ตัวที่ 1 ของวัตถุทดสอบ
$F1_{train}$ คือ feature ตัวที่ 1 ของวัตถุที่นำมาฝึก
$F2_{test}$ คือ feature ตัวที่ 1 ของวัตถุทดสอบ
$F2_{train}$ คือ feature ตัวที่ 1 ของวัตถุที่นำมาฝึก

เมื่อเราสามารถคำนวณระยะห่างระหว่างเงื่อนไขหรือกรณีต่างๆ ได้ จากนั้นเราเลือกชุดของเงื่อนไข ที่ใช้จัดคลาสมาเป็นฐานสำหรับการจัดคลาสในเงื่อนไขใหม่ๆ ได้แล้วเราจะตัดสินได้ว่าขอบเขตของจุดข้างเคียงที่ควรเป็นนั้น ควรมีขนาดใหญ่เท่าไร และตัดสินใจได้ด้วยว่าจะนับจำนวนจุดข้างเคียงได้อย่างไร[4]



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด k ตัว

2.5 การติดตามวัตถุที่สนใจ

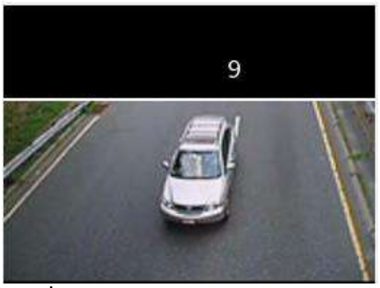
การวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพที่เป็นขาวดำ (Blob analysis) การวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพที่เป็นขาวดำ เป็นการแยกกลุ่มของจุดภาพที่แตกต่างกันด้วยการคำนวณหาตำแหน่งของขนาดของวัตถุ แล้วทำการสร้างบล๊อกสี่เหลี่ยม เพื่อตัดเฉพาะบริเวณที่สนใจ ซึ่งจากบล๊อบนี้เราจะสามารถรู้ จุดกึ่งกลางของวัตถุ ความกว้าง ความยาวของบล๊อบสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์[5]

3. การพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชั่น

งานวิจัยนี้พัฒนาตามที่ออกแบบไว้ในส่วนที่ 3 โดยใช้ Visual Studio C# เป็นส่วนของผู้ใช้และ โปรแกรม Matlab ช่วยในการประมวลผล และวัดประสิทธิภาพของระบบแบ่งออกเป็น 2ส่วนสำหรับการนับยานพาหนะและ แยกประเภทยานพาหนะ

3.1 ผลการทดสอบการนับยานพาหนะ

จากการทดสอบจากไฟล์วิดีโอที่ได้จากเทศบาลนครอุดรธานีนำมาทดสอบ



ภาพที่ 3 แสดงการนับในระหว่างประมวลผล

ตารางที่ 1 ประเมินความถูกต้องของการนับ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	รถที่นับได้	นับจริง	ความถูกต้อง
จุดที่ 1	10	10	100%
จุดที่ 2	9	6	67%
จุดที่ 3	7	6	86%

ผลการทดลองจากวิดีโอทั้ง 3 วีดีโอ โดยแต่ละวีดีโอ เนื่องจากจุดที่ 2 มีความแตกต่างเรื่องเวลา และจุดตั้งกล้อง ทำให้เกิดเงา ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดค่อนข้างสูง

4.2 การทดสอบการแยกประเภทยานพาหนะ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบแยกประเภทยานพาหนะ

รถยนต์ที่จับได้	ผลการประเมิน	
	ขนาด	ประเภท
คันที่ 1	860	**1**
คันที่ 2	944	**1**
คันที่ 3	1433	**2**
คันที่ 4	859	**1**
คันที่ 5	2121	**3**
คันที่ 6	1486	**2**
คันที่ 7	964	**1**
คันที่ 8	689	**1**
คันที่ 9	2255	**3**
คันที่ 10	760	**1**

* **1** คือ รถ 4 ล้อ* **2** คือ รถ 6 ล้อ* **3** คือ รถ 10 ล้อ

จากตารางด้านบนแสดงถึงตัวอย่างขนาดของวัตถุแต่ละตัวที่นับได้ และแบ่งแยกคลาสของวัตถุนั้นว่าเป็นรถแต่ละประเภท โดยใช้ 10-fold cross-validation ในการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 89.06%

5. บทสรุป

สรุปผลการทดสอบโปรแกรม จากการทดลองการนับและแยกประเภท จะต้องทำการบันทึกวิดีโอในช่วงเวลา ที่แสงส่องไปยังรถและเกิดเงาให้น้อยที่สุด และ จุดตั้งกล้องกับ ความสูงของกล้อง ก็มีผลทำให้เกิดเงา ในภาพเช่นกัน

หลังจากได้ทดลองใช้โปรแกรมนี้แล้วสามารถใช้ในการนับรถและแยกประเภทถูกต้องที่สุดในช่วงเที่ยงของวัน ซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้การสนับสนุนข้อมูลจาก สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และข้อมูลภาพวิดีโอการจราจร จาก สำนักงานเขตเทศบาลเมืองอุดรธานี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรกิจ กุมารบุตร, ตรีกฤตญ ปัญญาราษฎร์ และขจรศักดิ์ กาญจนบุรางกูร.ธัญบุรี. (2555). “**ระบบจำลองที่จอดรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพ**”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[2] ชลธิชา เวทโอสถ, นิคม สุวรรณ. (2556). “**การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อตรวจนับปริมาณรถบนถนนด้วยการประมวลผลภาพจากกล้องวิดีโอ**”.นราธิวาส. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.

[3] ทักษ์ดนัย สุวรรณและ ปาริฉัตร เสริมวุฒิสาร. (2556). “**ระบบนับจำนวนคนจากกล้องวงจรปิด**”. นครพนม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

[4] นิเวศ จิระวิชิตชัย. (2553). “**การค้นหาเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรคอัตโนมัติ**”.อุดรธานี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

[5] **Blob Analysis**. Compute statistics for labeled regions ค้นหาเมื่อ 10/9/2558 จาก https://www.mathworks.com/help/vision/ref/blobanalysis.html

[6] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. “**Digital Image Processing**”. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458

[7] Rahman Farnoosh, Gholamhessein Yari and Behnam Zarpak. **“Image Segmentation using Gaussian Mixture Models**. Iran. Iran University of Science and Technology

การประเมินระบุตำแหน่งจุดติดขัดจากแผนที่รายงานสภาพการจราจร

Traffic congestion identification by using traffic report display

วิรภพ เมฆพฤกษาวงศ์[1] เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง[2] เอกรินทร์ เหลืองวิลัย[3] และ ศักดิ์ดา พรรณไวย[4]
[1,2]นักวิจัย กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2964 E-mail: virapob.exat@gmail.com, palm5712@gmail.com
[3]หัวหน้าแผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2960 E-mail: x_ekarin@yahoo.com
[4]ผู้อำนวยการฝ่ายการเงินและบัญชี การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 0-25795380-9 ต่อ 2945 E-mail: sakda.duk@gmail.com

บทคัดย่อ

ทางพิเศษได้มีบริการรายงานสภาพการจราจร ผ่านทางอินเตอร์เน็ตและ Smart Phone ในรูปของเส้นสี เขียว เหลือง แดง ตามระดับความติดขัดผ่านแผนที่เส้นสี (Schematic Map) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย และแผนที่เส้นสีดังกล่าว ยังสามารถนำมาใช้ประมาณการระยะเวลาการเดินทางได้ด้วย แต่ปัจจุบันแผนที่เส้นสีนี้เป็นการรายงานแบบ Real-time ที่ไม่มีการบันทึกผลจัดเก็บไว้ โดยหากมีการจัดเก็บผลบันทึกเป็นฐานข้อมูลไว้ จะสามารถนำมาใช้ในการประเมินเพื่อหาตำแหน่งที่เป็นสาเหตุความติดขัดพร้อมจัดลำดับความรุนแรงของแต่ละตำแหน่งได้ และนำตำแหน่งของความติดขัดมาใช้ประกอบการพิจารณาหามาตรการแก้ไขปัญหาจราจร ทั้งการจัดการจราจรก็ดีหรือการแก้ไขทางด้านกายภาพก็ดี นอกจากนี้แผนที่เส้นสียังใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของมาตรการการแก้ไข และใช้ประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนได้

งานวิจัยฉบับนี้ จึงเป็นการจัดทำฐานข้อมูลแผนที่เส้นสีแสดงสภาพการจราจรบนทางพิเศษ คัดเลือกและระบุตำแหน่งจุดติดขัดของโครงข่าย รวมทั้งจัดลำดับความรุนแรงและประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์โดยการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นสีแดงเป็นเส้นสีเขียว ซึ่งวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบของการจัดทำอัตราราคาต่อหน่วย (Unit Cost) โดยใช้แบบจำลองสภาพจราจรเป็นเครื่องมือในการประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนแก้ไขปัญหาจราจรต่อไป

คำสำคัญ: การจราจรติดขัด, แผนที่เส้นสี, จุดวิกฤตการจราจร

Abstract

The Expressway Authority of Thailand (EXAT) provides an application service on smart phones and the Internet for reporting traffic conditions on the expressways. The application displays a schematic map in green, yellow, and red colors depending on levels of traffic congestion. The colors are used to help users understand the traffic conditions easily. The schematic map also provides the travel time estimation. However, the current schematic map system is unable to record. If it is recordable in a form of database, the data will be used to evaluate the most congested locations, Accordingly the developed system will list the locations in order of severity. The locations will be collected and evaluated for initiating solution plans in both traffic management and physical solving. Moreover, the system will be used to indicate the efficiency of the developed plans compared with the deployment and also used to estimate economic benefits.

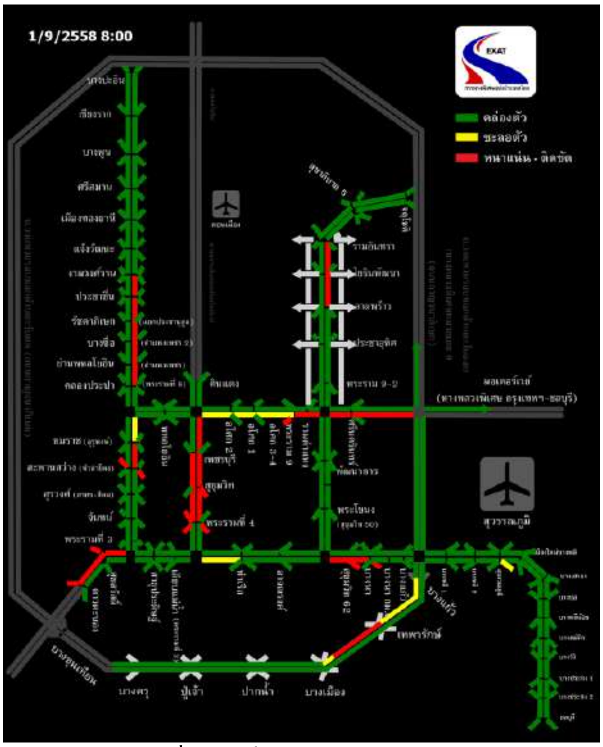
This research focuses on designing the schematic map database, indicating the highly selected congestion. This can be used for prioritizing levels of severity and estimating economic benefits by comparing the system benefit of different traffic stages e.q. from red line to green line of schematic map. Then, it can analyze benefit into unit cost using traffic simulation model. It is a tool for analyzing economic benefits and can be used as a economic feasibility concerns in order to solve traffic congestion.

Key Word : Traffic Congestion, Schematic Map, Critical Point

1. บทนำ

ทางพิเศษ ปัจจุบันมีปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้โครงข่ายทางพิเศษบางสายทางประสบปัญหาการจราจรติดขัดในบางช่วงเวลา ทั้งในบริเวณสายทาง, จุดขึ้น-ลง ทางพิเศษ และบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ซึ่งเป็นผลมาจากหลายสาเหตุ เช่น ผู้ใช้ทางจำนวนมากเลือกใช้ทางพิเศษในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน, การจัดการจราจรบริเวณถนนระดับดินเชื่อมกับทางลงทางพิเศษที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ รวมถึงพฤติกรรมการเดินทาง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณใกล้เขตทาง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเดินทางและความสะดวกสบายของผู้ใช้ทางพิเศษ

จากปัญหาฯ ดังกล่าวจึงได้ดำเนินการพัฒนาระบบประมาณและคาดการณ์สภาพจราจร (State Estimation and Prediction System) เพื่อให้ผู้ใช้ทางทราบสภาพจราจรบนทางพิเศษแบบทันกาล (Real-Time) เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินทางของผู้ใช้บริการ และช่วยในการปฏิบัติหน้าที่จัดการจราจรบนทางพิเศษของเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจร ซึ่งระบบประมาณและคาดการณ์สภาพจราจรนั้น มีความสามารถในการรายงานสภาพจราจรแบบเส้นสี ซึ่งมีลักษณะเป็นแผนที่อย่างง่าย (Schematic Map) แสดงระดับความติดขัดในรูปของเส้นสี เขียว เหลือง แดง ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเป็นการรายงานแบบทันกาล (Real-Time) ซึ่งเป็นการรายงานสดที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลไว้



รูปที่ 1 แผนที่เส้นสีแสดงความติดขัด

การวิจัยนี้จึงทำการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์จากแผนที่เส้นสีให้มากขึ้นโดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลของแผนที่เส้นสี และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกและระบุตำแหน่งที่เป็นสาเหตุความติดขัดของโครงข่ายทางพิเศษ

2. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้จะใช้ข้อมูลจากแผนที่เส้นสีเพื่อนำมาวิเคราะห์ตำแหน่งที่ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดของโครงข่ายทางพิเศษ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 การจัดทำฐานข้อมูลเส้นสีและใช้คัดเลือก ระบุตำแหน่งจุดติดขัดบนทางพิเศษ

2.2 การใช้เส้นสีเพื่อประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์หลังการแก้ไขปัญหาจราจร

3. การใช้แผนที่เส้นสีสำรวจจุดวิกฤติ

3.1 วิธีการเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลแผนที่เส้นสีรายงานสภาพจราจร (Schematic map) ได้กำหนดหมายเลข Link ของแผนที่เส้นสี (643 Link) เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูล โดยจะทำการบันทึกข้อมูลเส้นสีทุกๆ 5 นาที เนื่องจากระบบแผนที่เส้นสีในปัจจุบันจะรายงานสภาพจราจรทุก 5 นาที ซึ่งในการวิเคราะห์จะเก็บข้อมูลของวันทำการตลอด 24 ชม. ทุกวันทำให้มีจำนวนข้อมูลในแต่ละวันสูงถึง 185,184 ข้อมูลต่อวัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลวันทำการของเดือน ธันวาคม 2559

3.2 แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการจัดทำฐานข้อมูลโดยการบันทึกข้อมูลเส้นสี เขียว เหลือง แดง ตามหมายเลข Link ที่กำหนด จะสามารถทราบระยะเวลาในการแสดงเส้นสีแต่ละสี ของแต่ละ Link ได้ ตัวอย่างการบันทึกแสดงดังตารางที่ 1

โดยในการวิเคราะห์จะพิจารณาเฉพาะเส้นสีเขียว และสีแดงเท่านั้น เนื่องจากระยะเวลาที่แสดงสีเหลืองมีระยะเวลาแสดงน้อยมากซึ่งไม่มีนัยสำคัญและในการวิเคราะห์ตำแหน่งจุดติดขัดจะประเมินจากระยะเวลาการครอบครองสีแดงของแต่ละ Link โดยในแต่ละวันจะทำการจัด Ranking ของ Link ที่มีระยะเวลาติดขัดนานที่สุด 20 อันดับ โดยเมื่อได้ข้อมูล Ranking 20 อันดับของทุกวันแล้วจะนำข้อมูลในแต่ละวันมาเปรียบเทียบกัน โดยหาก Link ใดที่อยู่ใน Ranking 20 อันดับมากกว่าร้อยละ 50 จะถูกนำมาพิจารณาในแผนแก้ไขปัญหาจราจรในระยะเร่งด่วนก่อน (ตัวอย่าง : จากข้อมูล 100 วัน Link ที่ถูกนำมาพิจารณาต้องอยู่ใน Ranking 20 อันดับอย่างน้อย 50 วัน)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลแผนที่เส้นสี

Schematic ID	ชื่อ	เวลาในการติดขัด (นาที)
201*	สุขุมวิท 62 - เนินสุขุมวิท 62 A	860
202*	เนินสุขุมวิท 62 - ท่าเรือ A	860
113*	สุขุมวิท - พระรามที่สี่ A	880
1401**	ประชาชื่น - พระรามหก A	845
157*	ทางลงพระรามที่สี่ A	905
211*	พระรามสี่ - เพชรบุรี B	525
8344**	รัชดาภิเษก – ประชาชื่น B	525
156*	ทางลงสุขุมวิท A	840
208**	ต่างระดับรามคำแหง–พระราม9 B	470
209**	พระราม 9–ต่างระดับมักกะสัน B	475
115*	ต่างระดับท่าเรือ - ท่าเรือ B	325
203*	ท่าเรือ - ต่างระดับท่าเรือ A	355
212*	เพชรบุรี - ต่างระดับมักกะสัน B	525
253**	ทางลงพระราม 9 B	245

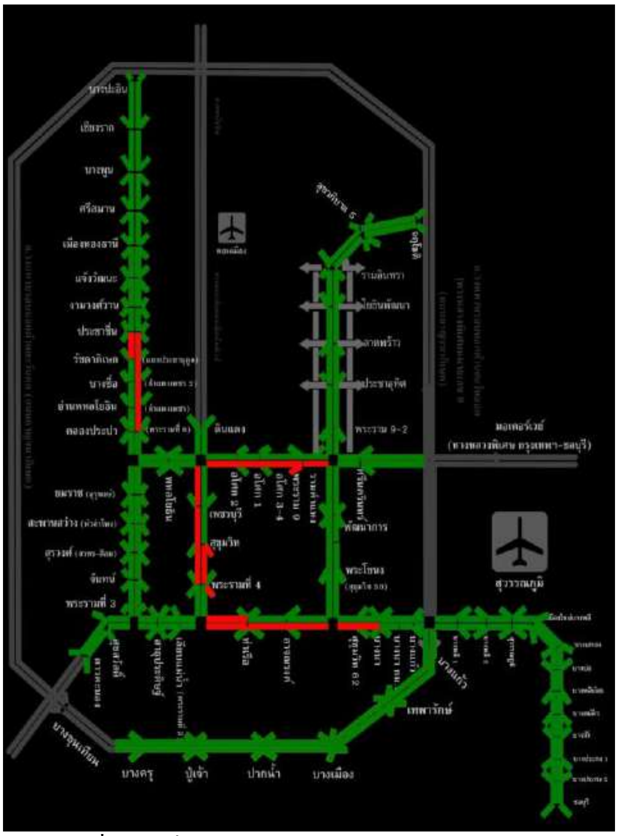
หมายเหตุ : ข้อมูลเดือนธันวาคม 2559 *ทางพิเศษเฉลิมมหานคร **ทางพิเศษศรีรัช

3.3 การระบุจุดติดขัด

ในการจัดระดับความรุนแรงของการติดขัด ตามที่ได้กล่าวไปในหัวข้อ 3.2 ผู้วิจัยจะพิจารณา Link ที่เกิดการติดขัดเป็นเวลานานและเป็นประจำก่อน (มากกว่าร้อยละ 50) โดยจากข้อมูลประจำเดือน ธันวาคม 2559 พบว่ามี Link ที่อยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด 14 Link โดย Link ที่มีระยะเวลาติดขัดนานสุด 905 นาที (ทางลงพระรามที่สี่ ทิศทาง A) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 และเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจจึงนำข้อมูลที่บันทึกไว้ดังกล่าวมาทำเป็นภาพแผนที่แสดงติดขัดดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งนอกจากระยะเวลาการติดขัดแล้วจากงานวิจัยยังสามารถระบุช่วงเวลาที่ติดขัดได้ด้วย

ตารางที่ 2 ลำดับความรุนแรงในการติดขัดประจำเดือน ธ.ค. 2559

ชื่อ	ร้อยละการอยู่ใน Ranking 20 อันดับ	เวลาในการติดขัด (นาที)
ทางลงพระรามที่4 ทิศทาง A	100%	905
สุขุมวิท 62 - เนินสุขุมวิท 62 ทิศทาง A	100%	860
เนินสุขุมวิท 62 - ท่าเรือ ทิศทาง A	100%	860
ประชาชื่น - พระราม6 ทิศทาง A	100%	845
สุขุมวิท - พระรามที่สี่ ทิศทาง A	100%	615
ทางลงสุขุมวิท ทิศทาง A	83%	840
พระราม4 - เพชรบุรี ทิศทาง B	83%	525
รัชดาภิเษก - ประชาชื่น ทิศทาง B	83%	525
พระราม 9 - ต่างระดับมักกะสัน ทิศทาง B	83%	475
ต่างระดับรามคำแหง - พระราม 9 ทิศทาง B	83%	470
เพชรบุรี - ต่างระดับมักกะสัน ทิศทาง B	67%	525
ท่าเรือ - ต่างระดับท่าเรือ ทิศทาง A	67%	355
ต่างระดับท่าเรือ - ท่าเรือ ทิศทาง B	67%	325
ทางลงพระราม 9 ทิศทาง B	67%	245



รูปที่ 2 แผนที่เส้นสีแสดงจุดติดขัดประจำเดือน ธ.ค. 2559

4. การใช้เส้นสีประเมินผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์หลังการแก้ไขปัญหาจราจร

4.1 แนวคิด

การแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดจำเป็นต้องมีการลงทุนหากมีเครื่องมือช่วยในการประเมินผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นหลังการแก้ไข (Before & After) จะทำให้การตัดสินใจในการลงทุนมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยหากแก้ไขปัญหาจราจรบริเวณที่เป็นเส้นสีแดง ให้กลายเป็นสีเหลืองหรือสีเขียว หรือลดระยะเวลาการติดขัดลง ย่อมเกิดเป็นผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแสดงในรูปของ มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC Saving) และค่ามูลค่าการประหยัดเวลาในการเดินทาง (VOT Saving) ได้

4.2 การพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำประยุกต์แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation Model) ด้วยซอร์ฟแวร์ AIMSUN 8.0 เพื่อวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของเส้นสีที่แตกต่างกัน ซึ่งการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรแบบจุลภาค จำเป็นต้องดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองให้มีความเสมือนกับสภาพจราจรจริงมากที่สุด โดยจะดำเนินการสอบเทียบข้อมูลจากแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

โดยผลการวิเคราะห์มูลค่าประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะพบว่าหากสามารถแก้ไขปัญหาจราจรจากเส้นสีแดงให้เป็นเส้นสีเขียวได้จะช่วยให้ผู้ใช้ทางประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะลงได้ 7,209 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร

และผลการวิเคราะห์มูลค่าประหยัดระยะเวลาเดินทางพบว่าหากสามารถแก้ไขปัญหาจราจรจากเส้นสีแดงให้เป็นเส้นสีเขียวได้จะช่วยให้ผู้ใช้ทางมูลค่าระยะเวลาในการเดินทางลงได้ 8,647 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร

ซึ่งหากสามารถแก้ไขปัญหาจราจรได้จะเกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์รวม 15,856 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร ทางพิเศษมี 3 ช่องจราจรหากแก้ไขปัญหาจราจรให้ลดลงได้ 1 ชม. หรือ 1 กม. ในระยะเวลา 1 ปี (240 วัน) จะเกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ถึง 11.4 ล้านบาท/ปี (15,856 x 3 x 240) ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนต่อไป

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 ข้อมูลจากแผนที่เส้นสีแสดงสภาพจราจรบนทางพิเศษสามารถนำมาประเมินเพื่อหาตำแหน่งจุดติดขัดบนทางพิเศษได้ โดยมีสมมติฐานว่าจุดที่เป็นสาเหตุของการติดขัดจะมีระยะเวลาครอบครองสีแดงนานกว่าชุดอื่น ๆ (Shockwave Theory) และบนทางพิเศษการติดขัดแบบปกติ (Recurrent Congestion) นั้นเกิดขึ้นจาก 3 สาเหตุหลักๆ ได้แก่ ติดขัดหน้าด่านฯ ติดขัดบริเวณทางลง และติดขัดบริเวณจุดเชื่อมต่อและจุดตัด (ทางแยก, ทางร่วม) จึงทำให้การประเมินด้วยแผนที่เส้นสีสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในเดือน ธ.ค. พบว่ามี Link ที่มีปัญหาการจราจรอยู่ทั้งหมด 14 Link ดังที่ได้แสดงไปในผลการศึกษา

5.2 การประเมินผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จากแบบจำลองสภาพจราจรของเส้นสีเขียวและสีแดง พบว่าหากมีแนวทางการแก้ไขปัญหาจราจรให้สภาพจราจรเปลี่ยนจากเส้นสีแดงกลายเป็นสีเขียวได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางลงได้รวม 15,856 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร โดยแบ่งเป็นมูลค่าประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะเท่ากับ 7,209 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร และเป็นมูลค่าประหยัดระยะเวลาเดินทางเท่ากับ 8,647 บาท/ชั่วโมง/กิโลเมตร/ช่องจราจร ซึ่งจะใช้เป็นฐานในการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรต่อไป

5.3 ปัจจุบันการประเมินตำแหน่งจุดติดขัดจากแผนที่เส้นสียังมีบางส่วนที่ต้องใช้บุคลากรในการประเมินและสรุปข้อมูล ซึ่งปัจจุบัน กทพ. อยู่ระหว่างการพัฒนาระบบประเมินดังกล่าวให้เป็นระบบอัตโนมัติซึ่งคาดว่าจะสามารถนำวิธีมาเผยแพร่ต่อสาธารณะชนในอนาคตอันใกล้นี้ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Transportation Research Board, Framework for application of the HCM, Highway Capacity Manual (HCM 2000). Transportation Research Board National Research, 2000.

[2] กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, คู่มือการแสดงเส้นสีความติดขัดของการจราจรบนทางพิเศษจากระบบจราจรอัจฉริยะ, พฤศจิกายน 2557.

[3] TSS-Transport Simulation Systems, AIMSUN 8 User's Manuals, July 2014

[4] ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากูล, วิรภพ เมฆพฤกษาวงศ์, พรณรงค์ เลื่อนเพ็ชร, สัณห์ พันธ์อุไร, ศักดิ์ดา พรรณไวย, การประเมินผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจจากการพัฒนาระบบจราจรอัจฉริยะบนทางพิเศษกาญนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์), การประชุมวิชาการขนส่งแห่งชาติครั้งที่ 9, กรุงเทพมหานคร, 20 – 21 พฤศจิกายน 2557.

[5] กองวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ฝ่ายนโยบายและแผน การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, โครงการทางพิเศษสายพระราม 3 – ดาวคะนอง – วงแหวนรอบนอก กรุงเทพมหานครด้านตะวันตก, พฤษภาคม 2556.

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธี Rate Quality Control

Analysis of the Accident Locations on Expressways by Using GIS and Rate Quality Control

เสาวนี ศรีสุวรรณ[1] กิตติคุณ รอดสกุล[2] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[3] ดร.ศักดิ์ดา พรรณไวย[4]
[1]วิทยากร 6 แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร E-mail: saonoy@gmail.com
[2]วิศวกร 6 แผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน E-mail: kittikun.rod@gmail.com
[3]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร E-mail:thepp9@hotmail.com
[4]ผู้อำนวยการ ฝ่ายการเงินและบัญชี E-mail: sakda.duk@gmail.com
[1,2,3]กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[4]ฝ่ายการเงินและบัญชี การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
2380 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ 02-5589800 ต่อ 2955

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้เปิดให้บริการทางพิเศษแล้ว 8 สายทาง ระยะทางรวม 224.6 กม. มีผู้ใช้บริการกว่า 1.8 ล้านเที่ยวต่อวัน ซึ่งในการบริหารจัดการจราจรบนทางพิเศษ กทพ. ได้จัดให้มีระบบการตรวจสอบการจราจรด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยตลอด 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุเป็นรายวันและจากการบันทึกสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยเฉลี่ย พบว่าเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษประมาณ 1,800 ครั้ง/ปี ซึ่ง กทพ. ให้ความสำคัญในการป้องกันและแก้ไขอย่างเร่งด่วน บทความนี้จึงเป็นการนำเสนอการวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยวิธีการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation: KDE) ร่วมกับวิธี Rate Quality Control (DF) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ จากฐานข้อมูลในระบบงานเหตุการณ์บนทางพิเศษในปี พ.ศ. 2559 (1 ปี) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงจุดซ้อนทับของการวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุทั้ง 2 วิธีการบนทางพิเศษ พร้อมทั้งนำเสนอออกมาในรูปแบบของแผนที่จุดอันตรายบนทางพิเศษเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในการวางแผนหามาตรการป้องกันที่เหมาะสมที่จะสามารถลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, อุบัติเหตุ, ทางพิเศษ, การวิเคราะห์เชิงพื้นที่, Rate Quality Control

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) operates 8 expressways with 224.6 kilometers of total length and there are more than 1.8 million trips per day. Due to traffic management, EXAT has provided the 24-hour traffic monitoring system. The process has been operated by EXAT rescue team with daily accident reports. Then, the reports show that the average of accidental rates on the expressway network is approximately 1,800 times per year. Accordingly, EXAT seriously concerns about this issue and eagers to provide preventions and solutions. This article aims to analyze the accident locations on the expressways by using Kernel Density Estimation (KDE) and Rate Quality Control (DF). By doing this, statistic information from traffic accident records on the expressway network during the year 2016 will be applied to spatial analysis. The purpose of this study is to illustrate the overlap of accident location on the expressways by mentioned methods. The result will be presented by hazardous map which is easy to develop the suitable plan for decreasing accident rates on the expressways in the future.

Keywords: Geographic Information System, Accident, Expressway, Spatial Analysis, Rate Quality Control

1. บทนำ

กทพ. ได้จัดให้มีการบริหารจัดการทางด้านการจราจรด้วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยตลอด 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของ กทพ. ซึ่งพบว่าปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมีแนวโน้มลดลง ได้มีนโยบายยกเลิกการรายงานอุบัติเหตุที่เกิดจากการชนไม้กั้นเลนจนมาถึงปัจจุบัน แต่แนวโน้มการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุและการเสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มมากขึ้น[1] และเมื่อเข้าไปศึกษาในรายละเอียดการเกิดอุบัติเหตุนั้นปรากฏว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขับรถเร็ว สาเหตุรองลงมาคือเปลี่ยนช่องทางกะทันหัน และหลับใน ทั้งนี้จึงได้ศึกษาหาวิธีการโดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมจราจรเพื่อวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนทางพิเศษ ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการนำ GIS มาใช้ในการระบุจุด

อันตรายซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่แต่ไม่ได้เอาสถิติ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังนั้น จึงได้นำวิธี Rate Quality Control มาใช้ วิธีนี้จะแสดงในรูปของ Dangerous Factor (DF) ซึ่งสามารถคำนวณแยกย่อยเป็นรายกิโลเมตรได้เพื่อการคาดการณ์ของผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งยังได้นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้บริหารจัดการทางด้านความปลอดภัยบนทางพิเศษได้

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อวิเคราะห์หาจุดอันตรายที่เกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษและเป็นจุดที่ต้องการเฝ้าระวังโดยใช้วิธีการทาง GIS ร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้ Rate Quality Control

2) นำฐานข้อมูลอุบัติเหตุไปใช้ในการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มความปลอดภัยบนทางพิเศษให้ตรงจุด

3. ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลอุบัติเหตุที่จัดเก็บในระบบงานเหตุการณ์บนทางพิเศษปีงบประมาณ 2559

2) วิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบ Kernel) ร่วมกับวิธี Rate Quality Control

3) นำเสนอผลการวิเคราะห์ด้วยแผนที่

4. เทคนิคและทฤษฎี

1) เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) [2] เป็นเทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ของแต่ละจุดข้อมูล ก่อนจะเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Bandwidth) [3]

2) ในการวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตราย จะใช้หลักการ "Ranking Hazardous Location" ซึ่งปัจจุบันมีเทคนิคที่ใช้ในการดำเนินการ 5 วิธี [4] ดังนี้ 1) วิธีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency Method) 2) วิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate Method) 3) วิธีความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Severity Method) 4) วิธีควบคุมคุณภาพของการเกิดอุบัติเหตุ (Rate Quality Control Method) และ 5) วิธีรวมการวิเคราะห์ (Combination Method) ในการศึกษานี้จะกล่าวถึงวิธีการที่ 4 ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้ศึกษาเลือกใช้ซึ่งได้นำหลักการทางสถิติมาใช้เพื่อวิเคราะห์ โดยมีสมมติฐานว่าการเกิดอุบัติเหตุมีค่าการกระจายตัวแบบ Poisson และค่าวิกฤตของอัตราการเกิดอุบัติเหตุเป็นไปตามสมการที่ 1 หากค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุของบริเวณใด ๆ มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตของอัตราการเกิดอุบัติเหตุของบริเวณนั้น ๆ จะถือว่าบริเวณนั้นเป็นจุดเสี่ยงอันตราย ดังสมการที่ 2 ทั้งนี้จะมีความหลากหลายของพารามิเตอร์ที่นำมาใช้ เช่น อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ

$$RC = RA + K(RA / E)0.5 + 1 / (2E) \quad (1)$$

$$DF = R / RC \quad (2)$$

โดยที่ R = อัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละส่วนบนถนน (จำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน-กิโลเมตร)
= A*1,000,000 / (365 * T * V * L)
RC = อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤติในแต่ละส่วนบนถนน (จำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน-กิโลเมตร)
RA = อัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยของทุก ๆ ส่วนบนถนน
E = ปริมาณยานพาหนะล้านคัน-กิโลเมตรบนช่วงถนนในช่วงเวลาศึกษา
= (365 * T * V * L) / 1,000,000
K = แฟคเตอร์อัตราทางสถิติ (สำหรับระดับความมั่นใจ 95 เปอร์เซ็นต์ K มีค่าเท่ากับ 1.645)

5. ขั้นตอนการดำเนินการ

ได้มีการกำหนดขั้นตอนการศึกษาดังนี้ (รูปที่ 1)

1) รวบรวมข้อมูลและแบ่งเป็นข้อมูล 2 ส่วน ข้อมูลส่วนแรกคือข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่ง กทพ. ได้มีการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางพิเศษและจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูล ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลอุบัติเหตุในรูปแบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ซึ่งมีการระบุตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุเป็นตำแหน่ง x, y ของเลขบอกหลักกิโลเมตรบนทางพิเศษ

2) ในการเลือกวิธีที่จะวิเคราะห์นั้น พบว่าในการศึกษาครั้งที่ผ่านมาได้ใช้การวิเคราะห์แบบ Kernel Density มาวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งความหนาแน่นของจุดการเกิดอุบัติเหตุบนทางพิเศษ แต่ยังไม่ได้มีการนำอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ทั้งนี้จึงได้นำวิธี Rate Quality Control Method เพื่อให้การวิเคราะห์จุดเกิดอุบัติเหตุแสดงผลได้ทั้งเชิงพื้นที่และดัชนีความอันตราย

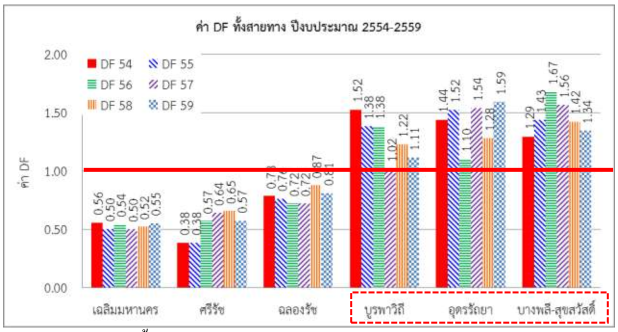
3) เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีการแล้ว จึงนำผลการวิเคราะห์มาซ้อนทับกันและแสดงผลในรูปแบบของแผนที่

รูปที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

6. ผลการศึกษา

6.1 ได้มีการคำนวณโดยใช้วิธี Rate Quality Control (DF) ทุกสายทาง ซึ่งสรุปค่า DF ของทุกสายทางได้ดัง รูปที่ 2 (มากกว่า 1.0 เป็นจุดอันตราย) ซึ่งเห็นว่าทางพิเศษเส้นนอกเมือง ได้แก่ ทางพิเศษบูรพาวิถี ทางพิเศษอุดรรัถยา และทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) มีค่า DF มากกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่าทางพิเศษสายนอกเมือง ซึ่งมีทางส่วนใหญ่เป็นทางตรง มีการจราจรไม่มาก แต่กลับต้องการการควบคุมดูแลในด้านความปลอดภัยมากกว่าทางพิเศษที่มีการจราจรหนาแน่น มีทางโค้ง ทางร่วมทางแยก ทางขึ้น-ลง จำนวนมากอย่างทางพิเศษในเขตเมือง

นอกจากนี้ ยังพบว่า ทางพิเศษบูรพาวิถี และกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) มีค่า DF เพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้น หากจะต้องจัดลำดับความสำคัญ ก็ต้องมุ่งเน้นที่ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) และทางพิเศษบูรพาวิถีตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์แยกย่อยลงไปในรายกิโลเมตรของทุกสายทางแล้ว พบว่าในแต่ละสายทางยังมีช่วงกิโลเมตรที่ยังต้องเฝ้าระวังและดูแลเป็นพิเศษ ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมช่วงกิโลเมตรที่มีค่า DF เกินกว่า 1 ไว้ดังตารางที่ 1



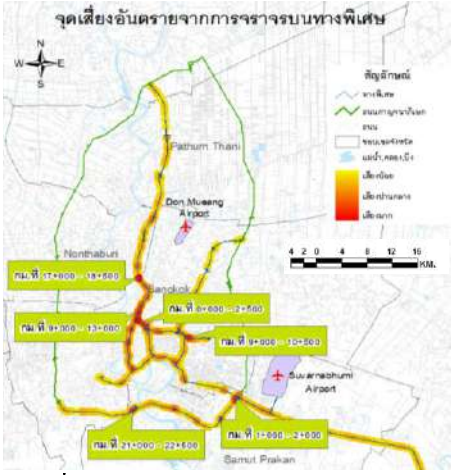
* ไม่รวมการชนไม้กั้นเลนและอุปกรณ์เก็บค่าผ่านทาง

รูปที่ 2 สรุปค่า DF ทุกสายทาง

ตารางที่ 1 ช่วงกิโลเมตรที่มีค่า DF มากกว่า 1.0 ปี 2559 3 อันดับแรกของแต่ละสายทาง

ทางพิเศษ	ช่วง กม.	ค่า DF
เฉลิมมหานคร	4-5, 16-17, 21-22	2.76, 1.1, 1.52
ศรีรัช	0-1, 20-21, 24-25	2.11, 1.20, 1.20
ฉลองรัช	9-10, 14-15, 15-16	1.15, 1.02, 1.15
บูรพาวิถี	14-15, 15-16, 20-21	1.67, 1.21, 1.21
อุดรรัถยา	0-1, 3-4, 4-5*,12-13*	1.33, 1.67, 1.17*
กาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์)	0-1, 5-6, 18-19	1.04, 1.48, 1.04

6.2 ได้มีการวิเคราะห์จุดอันตรายบนทางพิเศษโดยนำ GIS ในฟังค์ชั่นของการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) มาวิเคราะห์โดยกำหนดให้รัศมีความหนาแน่นระหว่างจุดทุก ๆ 1,000 ม. ซึ่งค่าของระยะห่างที่นำมาวิเคราะห์นั้น กำหนดให้ค่ารัศมีอยู่ที่ประมาณ 100-1,000 เมตร เนื่องจากการบันทึกข้อมูลจะระบุการเกิดอุบัติเหตุบริเวณเลขบอกหลักกิโลเมตรซึ่งมีระยะทุก ๆ 100 เมตร ดังรูปที่ 3



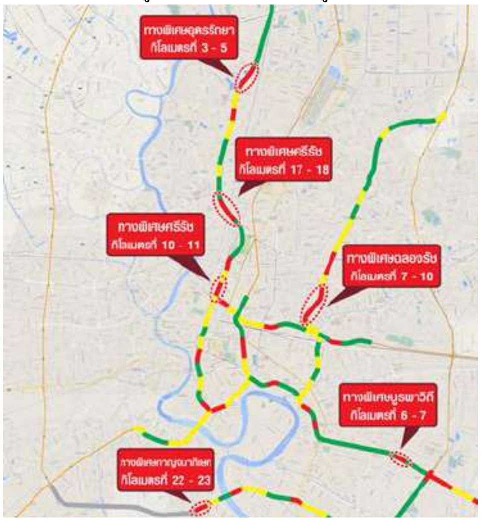
รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์จุดอันตรายด้วยวิธี KDE

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี GIS-KDE แล้วนั้นสามารถสรุปจุดอันตรายของแต่ละสายทางเป็นช่วงกิโลเมตรได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์จุดอันตรายด้วยวิธี KDE

ลำดับที่	ทางพิเศษ	ช่วง กม. (วิธี GIS-KDE)
1	ทางพิเศษเฉลิมมหานคร	23+500 - 24+500
2	ทางพิเศษศรีรัช	4+500 - 6+000
		7+000 - 8+500
		9+000 - 13+000
		17+000 - 18+500
		9+000 - 10+500 (อโศก- ศรีนครินทร์)
3	ทางพิเศษฉลองรัช	9+000 - 10+000
4	ทางพิเศษบูรพาวิถี	6+000 - 7+000
5	ทางพิเศษอุดรรัถยา	4+500 - 5+500
6	ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์)	1+000 - 2+000
		9+500 - 10+000
		14+000 - 15+000
		21+000 - 22+500

6.3 เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีการแล้ว จึงได้นำผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีการ มาซ้อนทับกัน ในรูปแบบของแผนที่ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การซ้อนทับผลการวิเคราะห์จุดอันตรายด้วยวิธี Rate Quality Control (DF) กับวิธี Kernel Density Estimation (KDE)

จากการซ้อนทับของผลการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ได้จุดอันตรายที่วิเคราะห์ได้ตรงกันใน 5 สายทางตามช่วงกิโลเมตรต่าง ๆ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบช่วงกิโลเมตรที่มีค่า DF มากกว่า 1.0 และช่วง กม. ที่เป็นจุดอันตรายที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ GIS-KDE

ลำดับที่	ทางพิเศษ	ช่วง กม. (วิธี DF)	ช่วง กม. (วิธี GIS-KDE)
1	ทางพิเศษศรีรัช	10 – 11	9+000 - 13+000
		17 - 18	17+000 - 18+500
2	ทางพิเศษฉลองรัช	7 - 10	9+000 - 10+000
3	ทางพิเศษอุดรรัถยา	3 - 5	4+500 - 5+500
4	ทางพิเศษบูรพาวิถี	6 - 7	6+000 - 7+000
5	ทางพิเศษกาญจนาภิเษก	22 - 23	21+000 - 22+500

หลังจากที่ได้ผลการศึกษาแล้ว ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจพื้นที่ตามช่วงกิโลเมตรดังกล่าว ได้มีการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของทางพิเศษเพื่อให้ทราบถึงปัญหา และนำไปใช้ประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงจุดดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 การซ้อนทับผลการวิเคราะห์จุดอันตรายด้วยวิธี Rate Quality Control (DF) กับวิธี Kernel Density Estimation (KDE) และกายภาพของแต่ละช่วง กม.

7. สรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุของทางพิเศษในปี 2559 ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธี Rate Quality Control ทำให้ทราบถึงบริเวณช่วงกิโลเมตรที่เป็นจุดอันตรายบนทางพิเศษที่ต้องควบคุมดูแลเป็นพิเศษ และเมื่อได้ทำการสำรวจลักษณะทางกายภาพบริเวณดังกล่าว พบว่า จุดที่ต้องควบคุมดูแลเป็นพิเศษเป็นช่วงทางตรง ทางโค้ง และบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางบนทางพิเศษที่มีปริมาณจราจรน้อยนอกเมืองแทนที่จะเป็นทางพิเศษที่มีปริมาณจราจรหนาแน่นในเขตเมือง เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการที่ผู้ใช้ทางใช้ความเร็วสูงในการเดินทาง และเมื่อเดินทางถึงบริเวณที่เป็นจุดตัดกระแสจราจรจึงทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

ดังนั้น ในอนาคตอันใกล้นี้ผู้ศึกษาจึงได้มีแนวคิดที่จะนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในการประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขจุดที่ต้องควบคุมดูแลเป็นพิเศษเพื่อให้การแก้ไขปัญหาจุดอันตรายแก้ไขได้อย่างตรงจุด และมีมาตรฐานตามหลักวิศวกรรมจราจรสอดคล้องกับสภาพการจราจรบนทางพิเศษ และเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้ทางอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้าง กทพ. ทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] รายงานสถิติอุบัติเหตุบนทางพิเศษ ปีงบประมาณ 2559 (ตุลาคม 2558-กันยายน 2559), แผนกสถิติ, กองประเมินผล, ฝ่ายนโยบายและแผน, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

[2] เสาวนี ศรีสุวรรณ, พรณรงค์ เลื่อนเพ็ชร, สุรเชษฐ์ ประวีณวงศ์วุฒิ, และศักดิ์ดา พรรณไวย "การวิเคราะห์และระบุตำแหน่งเสี่ยงอันตรายจากการจราจรบนทางพิเศษด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์", การประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติครั้งที่ 8, 20 - 21 ตุลาคม 2554

[3] Maurizio, G., Paul, L., & Phil, A., 2007. Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas. GISRUK 2007: Proceedings of the Geographical Information Science Research UK 15th Annual Conference. Maynooth, Ireland, 11th-13th April 2007.

[4] กิตติคุณ รอดสกุล, เอกรินทร์ เหลืองวิลัย และ ศักดิ์ดา พรรณไวย "การวิเคราะห์อุบัติการณ์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยบนทางพิเศษโดยใช้วิธี Rate Quality Control", การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, 14-16 พฤษภาคม 2557 จังหวัดขอนแก่น

ระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ

Traffic Conditions Monitoring System (TCMS)

อุดมโชค สุริยะจรัสแสง[1], อุทัย วังชัยศรี[2], เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง[3], เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4], ดร.ศักดิ์ดา พรรณไวย[5]

[1]วิศวกร 4 แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: udomchok.exat@gmail.com

[2]วิทยากร 6 แผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: authai_wan@exat.co.th

[3]ช่าง 3, แผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน Email: palm5712@gmail.com

[4]หัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาระบบจราจร Email: thepp9@hotmail.com

[5]ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ Email: sakda@exat.co.th

[1,2,3,4,5]กองวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมระบบทางพิเศษ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์ควบคุมจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) พร้อมทั้งติดตั้งระบบเพื่อเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก มาตั้งแต่ปี 2556 โดยการแสดงผลของระบบดังกล่าวนั้นแสดงผลอยู่ใน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วินโดน์แอพลิเคชั่น (Windows Application) 2) เว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) และ 3) โมบายแอพพลิเคชั่น (Mobile Application) ซึ่งทั้งการแสดงผล 3 รูปแบบนี้ได้ถูกใช้งานได้เป็นอย่างดี แต่ยังขาดการนำสารสนเทศที่มีอยู่มาสร้างรายงานอัจฉริยะ (TCMS) สำหรับเป็นมุมมองในการวิเคราะห์และตรงตามความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งาน โดยการแสดงผลอยู่ในรูปแบบของค่าดัชนีเฉลี่ยของความเร็วของรถ ระยะเวลาการเดินทาง ภาพจากกล้อง CCTV แผนภาพความหนาแน่นของโครงข่ายเส้นทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก (Density Map) และแผนภาพเครือข่ายรวม (Schematic Map) ผู้พัฒนาได้พัฒนาระบบ TCMS โดยได้ใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น PHP Web service XML Google Map API และมีการบูรณาการข้อมูลจากระบบต่าง ๆ ร่วมด้วย ได้แก่ ระบบ Data Exchange Center (DXC) ระบบ Schematic Map เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจุบันระบบดังกล่าวได้ถูกใช้งานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และมีแผนที่จะให้เจ้าหน้าที่ตามศูนย์ควบคุมจราจรใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความผิดปกติของโครงข่ายทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) อีกด้วย

คำสำคัญ: ทางพิเศษกาญจนาภิเษก, ค่าดัชนีเฉลี่ยของความเร็วของรถ, ระยะเวลาการเดินทาง

Abstract

The Expressway Authority of Thailand (EXAT) has established the Intelligent Transportation System Center (ITS Center) on 27 September 2012 to inform the traffic data to Expressway customers. The traffic data collection system has been set up on the Kanchanaphisek Expressway and has shown the information as Windows Application, Web Application and Mobile Application. These have been deployed effectively respond to the Expressway as well, later ITS Center has developed Data Exchange Center (DXC) and the development of tools such as Google maps, the concept of bringing the tools to integrate data gathered and presented in a format called Traffic Conditions Monitoring System (TCMS) on the "Kanchanapisek Expressway", which is displayed in form of AVG Speed, Estimate Travel Time, CCTV, Density Map and Schematic Map. It is a user-friendly system to the related road agencies, especially in case of accident.

Keywords: Kanchanapisek Expressway, AVG Speed, Estimate Travel Time

1. บทนำ

ปัจจุบันหลายองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน มักประสบกับปัญหาในการนำข้อมูลที่มีอยู่อย่างมหาศาลมาเปลี่ยนเป็นสารสนเทศที่มีคุณค่า การนำระบบสารสนเทศที่สมบูรณ์แบบมาสนับสนุนการดำเนินงานจะช่วยจัดการสายงานขององค์กรให้สามารถเข้าถึงอย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำเพื่อเป็นเครื่องมือการตัดสินใจในการปฏิบัติงาน หรือเสนอให้กับผู้บริหารได้ดูภาพรวมขององค์กร

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เล็งเห็นความสำคัญของการรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษให้กับผู้ใช้ทางทราบ จึงได้ทำการพัฒนาระบบการรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่น

โทรศัพท์สมาร์ทโฟน [1] และป้ายรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทาง [2] อย่างไรก็ตาม กทพ. พบว่าการรายงานสภาพจราจรแก่ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานยังไม่มีเครื่องมือประกอบการช่วยตัดสินใจในการปฏิบัติงาน ดังนั้น กทพ. จึงได้พัฒนาระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ แก่ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นภาพรวมของโครงข่ายทางพิเศษทั้งหมดได้ชัดเจน โดยออกแบบให้สามารถใช้งานกับระบบสารสนเทศที่มีอยู่เดิมได้อย่างสะดวก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เว็บเซอร์วิส (Web Service)

เว็บเซอร์วิส คือระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนโดยภาษาต่าง ๆ และทำงานบนแพลตฟอร์มต่างกันสามารถใช้เว็บเซอร์วิสเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น อินเทอร์เน็ต ในลักษณะเดียวกันกับการสื่อสารแบบอินเตอร์โปรเซส (Inter-Process Communication) บนเครื่องประมวลผลเดียวกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบที่ต่างกันนี้ เกิดขึ้นได้เนื่องจากการใช้มาตรฐานเปิด โดย OASIS และ W3C ซึ่งเป็นคณะกรรมการหลักในการรับผิดชอบมาตรฐานและสถาปัตยกรรมของเว็บเซอร์วิส [3,4]

2.2 ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI System)

การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะ มีขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากการพัฒนาระบบสารสนเทศทั่วไปขององค์กรเนื่องจากระบบ BI เป็นระบบที่มุ่งเน้นการเรียกดูรายงาน ดังนั้นขั้นตอนการพัฒนาระบบจะเริ่มจากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งาน การวิเคราะห์รายงานที่ต้องการ การออกแบบคลังข้อมูล และพัฒนาระบบรายงานหรือสนับสนุนการตัดสินใจ [5]

2.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Business Intelligence: BI)

Business Intelligence คือ ซอฟต์แวร์ที่นำข้อมูลที่มีอยู่เพื่อจัดทำรายงานในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับมุมมองในการวิเคราะห์ แสดงความสัมพันธ์ และทำนายผลลัพธ์ของแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นได้ตามความต้องการขององค์กร เพื่อประโยชน์ในการวางแผนกลยุทธด้านต่างๆ ทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ สำหรับผู้บริหาร และผู้ใช้งาน

ปัจจุบัน กทพ. ได้มีแนวโน้มที่จะนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ให้เข้ากับงานของ กทพ. โดยจะรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในทางปฏิบัติ ดั้งนั้นระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ (TCMS) เป็นสิ่งที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น และเป็นผลดีกับการรายงานผลการดำเนินงานของผู้บริหาร กทพ. [6]

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ (TCMS) ถือได้ว่าเป็นระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลจราจรจากระบบรายงานสภาพจราจรแบบเส้นสี (Schematic Map) ข้อมูลภาพนิ่งจากกล้อง CCTV ผ่านระบบ DXC ระบบเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) และทำการประมวลผลข้อมูลเพื่อสนับสนุนการรายงานสภาพจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ

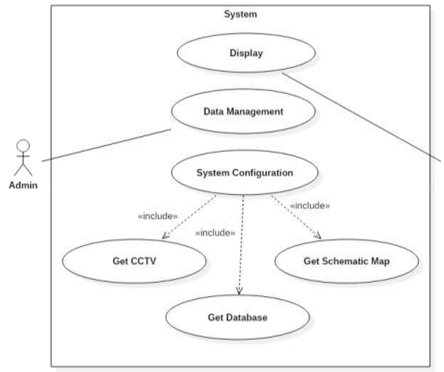
ระบบ TCMS ได้บูรณาการข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่

1) ภาพจราจรบนทางพิเศษจากกล้อง CCTV ผ่านระบบ DXC จำนวน 1 สายทางได้แก่ ทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) โดยเลือกจุดสำคัญต่างๆ มาทั้งหมดมาแสดง โดยมีการดึงเป็นภาพนิ่งทุก ๆ 10 วินาทีเก็บเข้าฐานข้อมูล

2) ข้อมูลจากระบบรายงานสภาพจราจรแบบเส้นสีบนแผนที่โครงข่ายทางพิเศษ (Schematic Map) ซึ่งเป็นการรายงานสภาพจราจรแบบแผนที่เส้นสี 3 สี (เขียว หมายถึงการจราจรคล่องตัว เหลือง หมายถึงการจราจรชะลอตัว แดง หมายถึงการจราจรหนาแน่น ติดขัด) โดยทำการดึงภาพแผนที่เส้นสีทุกๆ 3 นาที

3) ระบบเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) โดยระบบจะเก็บข้อมูลค่าดัชนีเฉลี่ยของความเร็วของรถ (AVG Speed) ระยะเวลาการเดินทาง (Estimate travel Time) เข้าฐานข้อมูลซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบ Database Center

ระบบงานถูกออกแบบโดยแบ่งผู้ใช้งานระบบเป็น 2 กลุ่ม เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน ได้แก่ 1) กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ (Admin) เป็นผู้มีสิทธิ์สูงสุดในระบบ ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการระบบ (System Configuration) โดยระบบจะทำการดึงข้อมูลภาพนิ่งจากกล้อง CCTV ผ่านระบบ DXC (Get CCTV) โดยดึงข้อมูลภาพ Schematic Map (Get Schematic Map) และดึงข้อมูล Data ของระบบเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษเส้นกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) (Get Database) มาทำการบริหารจัดการข้อมูลที่มีอยู่แล้ว (Data Management) เป็นการรวบรวมข้อมูลมาประยุกต์รวมถึงประมวลผล 2) กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปหรือผู้บริหาร (User) ทำหน้าที่ดูการแสดงผล (Display) ได้เพียงอย่างเดียว สามารถอธิบายโครงสร้างระบบโดยใช้แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบและความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Use Case Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 1 และคำอธิบายดังตาราง 1



รูปที่ 1 Use Case Diagram ของระบบรายงานอัจฉริยะ

ตารางที่ 1 คำอธิบาย Use Case Diagram ของระบบรายงานอัจฉริยะ

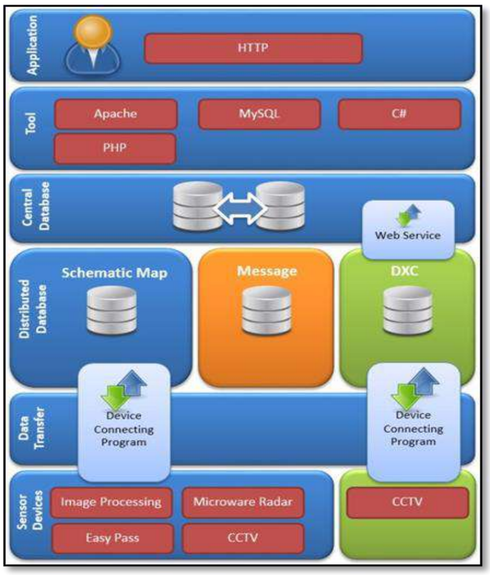
สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Admin	หมายถึง กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ
User	หมายถึง กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปหรือผู้บริหาร
Display	หมายถึง การแสดงผลของระบบ
Data Management	หมายถึง การบริการจัดการข้อมูล
System Configuration	หมายถึง การบริหารจัดการกับระบบ
Get CCTV	หมายถึง การดึงข้อมูลภาพนิ่งจากกล้อง CCTV ผ่านระบบ DXC
Get Database	หมายถึง การดึงข้อมูลต่างจาก Database
Get Schematic Map	หมายถึง การดึงข้อมูลภาพ Schematic Map

4. ผลการดำเนินการ

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบที่เรียกว่า ระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ หรือระบบ TCMS ในการพัฒนาระบบได้ใช้ภาษา PHP และ JavaScript ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ทั้งนี้ MySQL ทำหน้าที่เก็บข้อมูลข้อความที่ปรับเปลี่ยนได้ตามระยะเวลา (Message) เก็บข้อมูลภาพ Schematic Map และเก็บข้อมูลภาพนิ่งจากกล้อง CCTV โดยมี Web Service ที่อยู่ในรูปแบบ XML ทำหน้าที่ดึงข้อมูลภาพจากกล้อง CCTV ของระบบ DXC และดึงระบบเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) ข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในฐานข้อมูลแสดงผลไปยังโปรแกรม Apache ผ่านโปรโตคอล HTTP ดังแสดงในรูปที่ 2

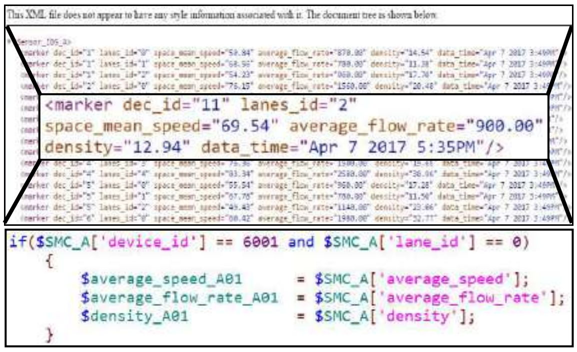
การทำงานของระบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อ Admin Login เข้าระบบ Admin จะทำการนำข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น ระบบเก็บข้อมูลการจราจรบนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) ระบบ DXC และระบบรายงานสภาพจราจรแบบเส้นสี (Schematic Map) จัดเก็บในรูปแบบเดียวกัน โดยผ่านกระบวนการกรองข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ XML เพื่อเข้าสู่การประมวลผล



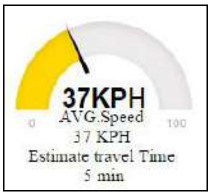
รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบ **TCMS**

ขั้นตอนที่ 2 การประมวลผลข้อมูล เมื่อเจ้าหน้าที่ Admin นำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ XML มาประมวลผลผ่าน WebService ระบบดึงข้อมูลมาแสดงผลตามระยะเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ให้ข้อมูลแสดงผล โดยจะแสดงผลอย่างง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3

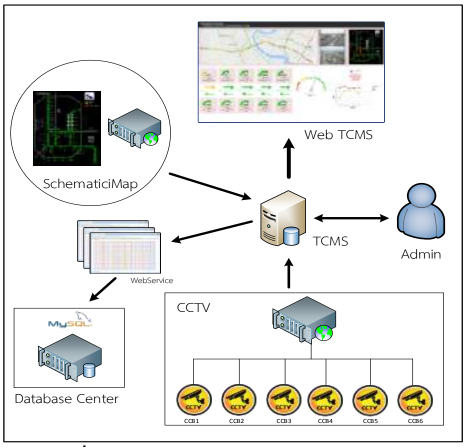


รูปที่ 3 การประมวลผลผ่าน WebService ในรูปแบบ XML

ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผล เมื่อทำการประมวลผลข้อมูลและบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการแสดงผล ค่าดัชนีเฉลี่ยของความเร็วของรถ (AVG Speed) ระยะเวลาการเดินทาง (Estimate travel Time) ดังแสดงในรูปที่ 4 ภาพจากกล้อง CCTV แผนภาพความหนาแน่นของโครงข่ายเส้นทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี สุขสวัสดิ์) (Density Map) และแผนภาพเครือข่ายรวม (Schematic Map) แบบ Real time กลุ่มกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปหรือ User สามารถเข้าดูระบบ Cockpit ได้ ผ่านโปรโตคอล HTTP และระบบCockpit จะติดตั้ง ณ ศูนย์ควบคุมทางพิเศษของ กทพ. ภาพรวมของการทำงานของระบบ TCMS ดังแสดงในรูปที่ 5 และลักษณะระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษ TCMS ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 ค่าดัชนีเฉลี่ยของความเร็วของรถ และระยะเวลาการเดินทาง



รูปที่ 5 ภาพรวมการทำงานของระบบ TCMS

รูปที่ 6 หน้าต่างของระบบ TCMS

5. สรุป

กทพ. ได้ทำการพัฒนาระบบบริหารศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางพิเศษเพื่อเพิ่มช่องทางการรวบรวมข้อมูลที่ กทพ. ได้พัฒนาขึ้นนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์แก่ผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานสามารถเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจหรือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบข้อมูลบนทางพิเศษได้ และระบบถูกนำไปติดตั้งซึ่งสามารถใช้งานได้ผ่าน Web Browser Mobile App และศูนย์ควบคุมจราจรทางพิเศษเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และมีแผนจะขยายการให้ข้อมูลแก่ผู้ใช้ทางได้ใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] วุฒิชัย เกษรปทุมานันท์, อุทัย วังชัยศรี และคณะ. การรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษผ่านแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์สมาร์ทโฟน, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7 (ECTI-CARD2015). 2558.

[2] วุฒิชัย เกษรปทุมานันท์, อุทัย วังชัยศรี และคณะ. การประยุกต์ใช้ระบบป้ายรายงานสภาพจราจรบนทางพิเศษบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทาง, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 (NCCE18). 2556.

[3] อภิรักษ์ ปาลรังษี และ กิตติมา เมฆาบัญชากิจ. การพัฒนาเว็บเซอร์วิสสำหรับธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT2007). 2550, หน้า 50-55.

[4] อุดมเดช ทาระหอม และกิตติมา เมฆาบัญชากิจ. การออกแบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการจัดการบริการของมหาวิทยาลัย, การประชุมวิชาการทางคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CIT2007). 2550, หน้า 74-78.

[5] เอกภพ บุญเพ็ง, อนุสรณ์ เบญธนรัตน์ และคณะ การบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับระบบธุรกิจอัจฉริยะ, The 9th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2013).2556, หน้า 154-160.

[6] อุดมโชค สุริยะจรัสแสง, วุฒิชัย เกษรปทุมานันท์ และคณะ ระบบให้ข้อมูลสภาพจราจรบนทางพิเศษบริเวณจุดพักรถ, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 (ECTI-CARD 2016). 2559

SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC

SMS for the Blind on Tablet PC

ปัจจัย พวงสุวรรณ[1] ชรินทร์ อำพนพิศลย์[2] และวรรณนิภา อามาตย์[3]
[1] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042-211040 ต่อ 1510 E-mail: patchaip@yahoo.com
[2]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042-211040 ต่อ 1510 E-mail: klimgofudru@gmail.com
[3]สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 โทรศัพท์ 042-211040 ต่อ 1510 E-mail: noonong94@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาและพัฒนาโปรแกรม SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับผู้พิการทางสายตาให้สามารถส่งข้อความติดต่อกับบุคคลอื่นได้ด้วยตนเอง

ผลศึกษาและพัฒนาการทำงานของโปรแกรม พบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานที่ตอบสนองเกี่ยวกับการพิมพ์ตัวอักษร โดยการป้อนชุดรหัสอักษรเบรลล์เป็นไปตามผลที่คาดหวังเอาไว้ เมื่อกดรหัสอักษรเบรลล์ตามที่ต้องการ ก็จะได้ตัวอักษรตรงตามกับชุดรหัสของอักษรเบรลล์ และส่วนของการออกเสียง ก็สามารถออกเสียงได้ตรงกับตัวอักษร และ อ่านออกเสียงประโยคได้ถูกต้องตามที่ผู้ใช้พิมพ์ ในส่วนของการควบคุมหน้าจอเพื่อเรียกใช้ฟังชันต่างๆ ก็สามารถทำงานได้ตรงตามที่ผู้ใช้เรียกใช้ฟังก์ชันการทำงาน และได้ทำการทดสอบให้ผู้พิการทางสายตาทดลองใช้โปรแกรมจำนวน 10 คน เพื่อวัดความพึงพอใจ ต่อโปรแกรม SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC พบว่าอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : ผู้พิการทางสายตา, อักษรเบรลล์ , SMS , Tablet PC , VAJA TTS

1.บทนา

การจัดทำเอกสารในเมื่อก่อนนั้นใช้เครื่องพิมพ์ดีดแต่สมัยปัจจุบันใช้การพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ในสมัยนี้หรือในสมัยก่อนก็จำเป็นต้องมีแป้นพิมพ์ สำหรับผู้ที่มีความปกติของร่างกายนั้นก็ทำได้ไม่ยาก แต่หากคือผู้พิการทางสายตา หากต้องการจะพิมพ์ข้อความนั้นแต่มองไม่เห็น ดังนั้นจึงมีการทำเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ขึ้นมาเพื่อให้ผู้พิการทางสายตาโดยแป้นพิมพ์ของเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์[1] นั้นคือต้องซื้อเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์[3]และไม่สะดวกในการใช้งาน

ผู้จัดทำจึงเห็นว่า Tablet PC ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ นั้นมีการประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย แต่ยังมีปัญหาต่อผู้พิการทางสายตาเพราะ Tablet PC นั้นเป็นหน้าจอสัมผัสและพื้นผิวหน้าจอนั้นเรียบ และการที่ผู้พิการทางสายตานั้นจะต้องการป้อนข้อความในการส่ง SMS ก็จำเป็นต้องใช้ แป้นพิมพ์แต่แป้นพิมพ์ที่เฉพาะสำหรับผู้พิการบน Tablet PC แต่ยังไม่มีการพัฒนา

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้พัฒนา Application SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC นี้ขึ้นมา เพื่อให้ผู้พิการใช้รหัสอักษรเบรลล์เหมือนการพิมพ์บนเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ และเมื่อผู้พิการกดรหัสอักษรเบรลล์ตัวที่ต้องการเสร็จ จะมีการออกเสียงบอกว่าเป็นตัวอักษรอะไร และสามารถฟังข้อความที่พิมพ์มาแล้วทั้งหมดได้ ด้วยซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียง VAJA TTSแป้นพิมพ์ในการพิมพ์ส่งข้อความ SMS จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้พิการได้มีชีวิตที่ดีขึ้น

2. เทคนิคและวิธีการ

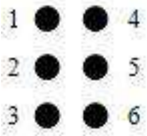
2.1 เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ (Brailler)

เบรลล์เลอร์ ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์[3] สำหรับผู้พิการทางสายตามีลักษณะเป็นปุ่มเรียงกัน 4 ปุ่ม ปุ่มที่ใช้ 1, 2, 3 จะอยู่ด้านซ้ายส่วนปุ่มตรงกลางจะเป็นปุ่มเว้นวรรคปุ่มที่มีตัวเลข 4, 5, 6 จะอยู่ด้านขวาถัดจากปุ่มตรงกลาง ส่วนปุ่มลงบรรทัดใหม่จะอยู่ซ้ายมือเหนือปุ่มทั้งหมด[5] มีลักษณะกลมการพิมพ์นั้น เครื่องพิมพ์มีลักษณะดังภาพที่ 1

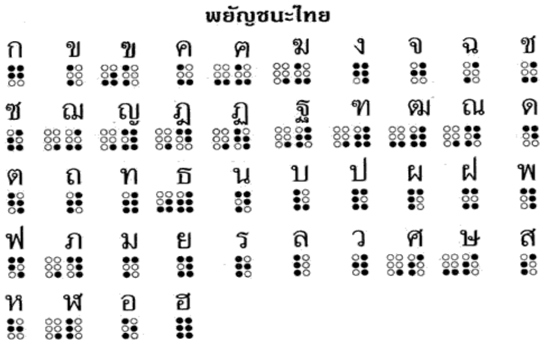
ภาพที่ 2.1 เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์

2.2 อักษรเบรลล์

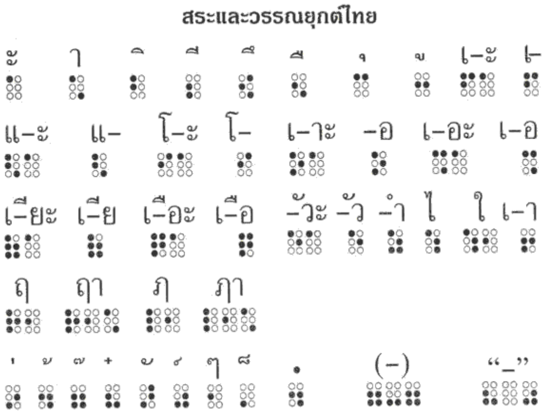
อักษรเบรลล์ (Braille code)[1] เป็นตัวอักษรสำหรับผู้พิการทางสายตาซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1921 โดยครูตาบอดชาวฝรั่งเศส ชื่อ หลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) อักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์ ประกอบด้วยปุ่มนูนเล็ก ๆ จำนวน 6 ปุ่มวางตัวในลักษณะต่าง ๆ กันไปตามรหัสที่กำหนดขึ้นใช้แทนตัวอักษรปกติ หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ ภาพที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของปุ่มนูนซึ่งกำกับด้วยตัวเลข 1 ถึง 6 สำหรับระบบอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะ สระและวรรณยุกต์ไทยแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ส่วนอักษร ตัวเลขและเครื่องหมายต่าง ๆ ในภาษาอังกฤษแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัญลักษณ์บางตัวต้องใช้อักษรเบรลล์ประกอบกันถึง 3 เซลล์



ภาพที่ 2.2 ตำแหน่งของปุ่มนูนในอักษรเบลล์ขนาด 1 เซลล์



ภาพที่ 2.3 อักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะไทย



รูปที่ 2.4 อักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนสระและวรรณยุกต์ไทย

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การแปลงอักษรเบรลล์เป็นรหัส

ทางคณะผู้จัดทำได้นำเอา อักษรเบรลล์มาแปลงเป็น รหัส เพื่อให้มีความง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม โดยทางผู้จัดทำได้มีการตัดสระ ที่ไม่ใช้ออก สรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่1 การแปลงอักษรเบรลล์เป็นรหัส

ตัวอักษร	รหัสอักษรเบรลล์
ก	1245
ข	13
ฃ	356 , 12

3.2 การพัฒนาโปรแกรมบน Android

การเริ่มต้นการเขียน Android[5] นั้น ถ้ามีพื้นฐานการเขียนภาษา JAVA มาแล้วนั้น ก็จะสามารถเข้าใจโครงสร้างและรูปแบบการเขียนได้อย่างรวดเร็ว เพราะ Android จะใช้โครงสร้างของภาษา JAVA ในการพัฒนาเป็นหลัก และใน Android นั้นการเขียนโปรแกรมจะมี API Library ที่ถูกพัฒนาสำหรับ Android ให้เลือกใช้มากมาย เช่น

API Library ที่ช่วยจัดการเกี่ยวกับพวก Graphic การออกแบบ Multimedia

3.2.1 Event Multitouch

เป็นการตรวจจับเหตุการณ์ที่เกิดจากการสัมผัสจอภาพพร้อมกันมากกว่าหนึ่งจุดพร้อม ๆ กันซึ่งเราสามารถตรวจจับเหตุการณ์นี้ได้ด้วยการใช้ OnTouchListener ที่คอยตรวจจับการกระทำบนจอในแบบต่าง ๆ OnTouchListener มี Method ดังนี้

1.)ACTION_DOWN เกิดขึ้นเมื่อมีการสัมผัสจอมากกว่าหนึ่งจุดโดยเริ่มการสัมผัสจุดที่หนึ่ง

2.)ACTION_POINTER_DOWN เกิดขึ้นเมื่อมีการสัมผัสจอจุดที่ 2

3.)ACTION_MOVE เกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหวหลังจากสัมผัสจอทั้ง 2 จุดแล้ว

4.)ACTION_POINTER_UP เกิดขึ้นเมื่อมีการปล่อยนิ้วที่สัมผัสจอจุดที่ 2

5.)ACTION_UP เกิดขึ้นเมื่อมีการปล่อยนิ้วที่สัมผัสจอภาพจุดที่ 1 และการทำงานของเจสเจอร์เสร็จสิ้น

3.2.2 การตรวจจับอีเวนต์เจสเจอร์

การ Touchc แต่ละครั้งจะมี onTouchEvent() คอยตรวจสอบจับเหตุการณ์การสัมผัสจอภาพ ซึ่งทำงานร่วมกับการตรวจจับการทำงานของเจสเจอร์

3.2.3 Android Send SMS

ในการส่ง SMS ข้อความ Message ไปยังหมายเลขโทรศัพท์อื่น ๆ บนApplication ที่เราพัฒนาขึ้นบน Android นั้นสามารถทำได้ง่ายโดยใช้ Library ของ telephony .SmsManager

VAJA TTS เป็นฟังก์ชั่น หนึ่งในความสามารถของ **Google Translate** ที่สามารถแปลงข้อความ ออกมาเป็นเสียงด้วยการสังเคราะห์เสียง ของทาง Google แต่ฟังค์ชันนี้ยังไม่มีการเปิดบริการเป็น API Text-to-speech อย่างเป็นทางการ แต่นักพัฒนาสามารถเรียกใช้ผ่าน HTTP GET (REST) ดังนี้

http://translate.google.com/translate_tts? tl=en&q=textซึ่ง Url นี้มีรายละเอียดดังนี้

tl=en คือ tl เป็นการกำหนดว่าต้องการสังเคราะห์เสียงเป็นภาษาใด

q=text คือ q เป็นบอกว่าข้อความที่ส่งไปสังเคราะห์

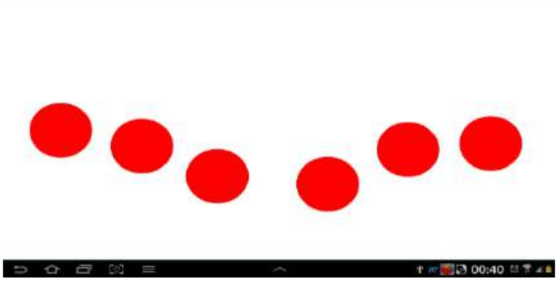
4. ผลที่ได้จากการศึกษา

จากการศึกษาและการพัฒนาโปรแกรม SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ประกอบด้วยหน้าต่างโปรแกรมดังนี้

ภาพที่3.1 ตัวอย่างผลการรันโปรแกรม

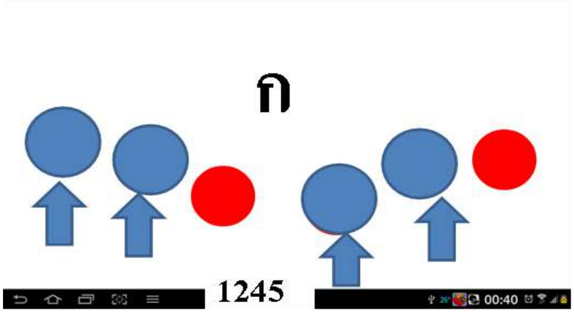
1) หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม เมื่อผู้ใช้งานเปิด Application

2) เมื่อผู้ใช้งาน วางนิ้วลงบนหน้าจอ โดยวางลงบนหน้าจอ 6 นิ้ว มือซ้าย 3 นิ้ว มือขวา 3 นิ้ว เพื่อสร้างปุ่มกดรหัสอักษรเบรลล์



ภาพที่ 3.2 สร้างปุ่มกดรหัสอักษรเบรลล์

3) เมื่อผู้ใช้งานสร้างปุ่มกดแล้ว ก็ทำการกดรหัสอักษรเบรลล์ตามที่ต้องการ ดังตัวอย่างทำการกดรหัส 1245 ซึ่งเป็นตัวอักษร ก และเมื่อตัวอักษรปรากฏ ก็จะมีการบอกออกเสียงตัวอักษร



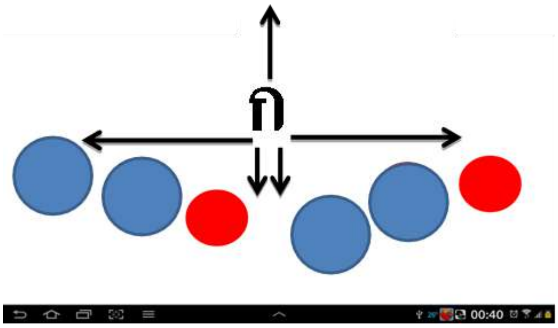
ภาพที่ 3.3 กดรหัสอักษรเบรลล์

4) เมื่อผู้ใช้งานกดรหัสแล้วได้ตัวอักษรแล้วนั้น ก็จะมีการสไลด์บนหน้าจอเพื่อควบคุมการทำงาน ดังนี้

4.1. สไลด์ขวา จะเป็นการเก็บตัวอักษรเพื่อนำไปต่อเป็นประโยค

4.2. สไลด์ซ้าย เป็นการลบตัวอักษรตัวสุดท้ายที่เก็บผิดเข้าไป

4.3. สไลด์ขึ้น เป็นการออกเสียงประโยคที่พิมพ์ทั้งหมดจาก TTS

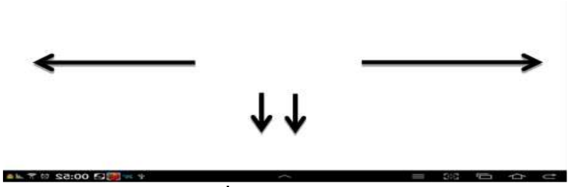


ภาพที่ 3.4 รหัสอักษรเบรลล์

5) หน้าจอเลือกผู้ติดต่อ ให้ผู้ จะมีการสไลด์บนหน้าจอเพื่อควบคุมการทำงานดังนี้

5.1. สไลด์ซ้าย หรือ สไลด์ขวา เพื่อทำการเลือกผู้ติดต่อ ในหน้าจอนี้เมื่อสไลด์เลือกผู้ติดต่อก็จะมีการบอกว่าหน้านี้ผู้ติดต่อชื่ออะไร ด้วยการออกเสียงจาก VAJA TTS

5.2. Double Tab เป็นการเลือกผู้ติดต่อ เพื่อส่งข้อความไปยังผู้ติดต่อที่เลือก



ภาพที่3.5 หน้าจอเลือกผู้ติดต่อ

6) หน้าจอการบันทึกผู้ติดต่อ หน้าจอส่วนนี้จะให้ผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้พิการทำการบันทึกชื่อ และ เบอร์โทรของผู้ติดต่อ ให้ผู้พิการทางสายตา สามารถแก้ไขชื่อและเบอร์โทรได้ตามต้องการ

ภาพที่ 3.6 หน้าจอการบันทึกผู้ติดต่อ

สรุปผล

จากการศึกษาและพัฒนาการทำงานของโปรแกรม SMS สำหรับผู้พิการทางสายตาบน Tablet PC นั้นมีการพิมพ์ตัวอักษรได้ถูกต้องตามรหัสอักษรเบรลล์ แต่ในความเร็วในการพิมพ์อักษร ต้องอาศัยทักษะการจดจำรหัสของแต่ละบุคคล การทำงานในส่วนของการ ลบ ตัวอักษรสามารถทำงานได้ปกติ ในส่วนของการออกเสียง จะมีการหน่วงบ้างในบางเวลา ส่วนระบบการส่ง SMS สามารถส่งออกไปยังหมายเลขปลายทางได้อย่างถูกต้องตามที่ได้บันทึกผู้ติดต่อเอาไว้

บรรณานุกรม

[1] กมลวรรณ อินอร่าม.(2547). **การเรียนรู้อักษรเบรลล์**, กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

[2] วรัตน์ ยิ่งเสรี. (ม.ป.ป.). **คีย์บอร์ดอัจฉริยะ**. โครงงานวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] **เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์(Brailler)**.(2549,31 ตุลาคม)ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม, 2555จาก
http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=roseblindgirl&date=31-10-2006&group=1&gblog=2

[4] **หน้าจอแบบ Resistive.** ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม , 2555 จาก
http://hitech.sanook.com/technology/news_13265.php

[5] ไพบูลย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ.(2554). **รวมโค๊ด Android App**. กรุงเทพมหานคร.
ทรู ดิจิตอล คอนเท้นท์ แอนด์ มีเดีย.

[6] **ตัวแสดงผลอักษรเบรลล์.**ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม , 2555 จาก
http://www.slri.or.th/th/index.php?option=com_content&view=article&id=361%3A2011-02-27-09-33-06&catid=58%3Abl6-dxl&Itemid=91

[7] Daniel J. Wigdor. (2004). **Chording and Tilting for Rapid, Unambiguous text entry to mobile phones**. Master of Science. University of Toronto. Toronto.

[8] James Keogh, **The Complete Reference J2ME**. McGraw-Hill/Osborne. 2600 Tenth StreetBerkeley, California 94710 U.S.A.

[9] John Wiley, **Programming Java2 Micro Edition on Symbian OS a Develop Guide to MIDP 2.0**. NewYork: Mc Graw – Hill, 2004.

[10] Jun Gong. (2007). **Improved text entry for mobile devices : alternate keypad designs and**

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนบนโปรโตคอล 802.1x ด้วยโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์

Implementation of the Authentication Protocol 802.1x with Open Source Software

กฤษณ์วรา รัตนโอภาส[1] สรายุทธ กูลเกื้อ[2] พรศักดิ์ ศรีช่วย[2] และ พัชรพงษ์ เอกสินิทธ์กุล[3]
[1] โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933 E-mail: kritwara.ra@skru.ac.th
[1]สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933
E-mail: sarayut.ku@skru.ac.th, phonsak.sr@skru.ac.th
[3]สำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา
328 ถนนศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ10400 โทรศัพท์ 0-2354-5678 E-mail: phachara@uni.net.th

บทคัดย่อ

การเข้าถึงระบบเครือข่ายในปัจจุบันต้องการความสะดวกและความปลอดภัยที่สูงขึ้น ด้วยรูปแบบการยืนยันตัวตนและโปรโตคอลที่หลากหลาย ซึ่งการนำโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์ มาพัฒนาการให้บริการได้แก่ Radius server และ 802.1x เพื่อนำเสนอค่าแบนด์วิดท์ที่ให้บริการด้วยความถี่ 2.4 GHZ และ 5 GHz โดยผลการวัดค่าแบนด์วิดท์ได้สูงสุดที่ 83.94 Mbps ที่ความถี่ 5 GHz พร้อมทั้งการทดสอบแบบเคลื่อนที่ข้ามอุปกรณ์กระจายสัญญาณสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่องและเข้าถึงเครือข่ายแบบ AAA กับบัญชีผู้ใช้จากบริการ Radius-MySQL

คำสำคัญ: IEEE 802.1x, EAP, RADIUS, AAA server

Abstract

Nowadays, Network Access Control must be easy to access and has a high security. There are various types of authentication methods and protocols to deploy on network system. This paper implements the authentication system on a dual band access point, includes Radius server with MySQL database and protocol 802.1x. The results found that the maximum bandwidth is 83.94 Mbps in 5 GHz band. In case of walk-around multiple access points, the results showed that a device can continue connecting during a download process. It can use AAA with Radius-MySQL service.

Keywords: IEEE 802.1x, EAP, RADIUS, AAA server

1. บทนำ

การให้บริการอินเตอร์เน็ตสำหรับหน่วยงานหรือองค์กรในปัจจุบันมักพบปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับการออกแบบระบบยืนยันตัวเอง โดยที่ได้รับความนิยมด้วยรูปแบบของการบริหารจัดการเข้าถึงเครือข่าย (Network Access Control - NAC) [1] ที่ถือเป็นพื้นฐานของความรู้ในการควบคุมการเข้าถึงระบบเครือข่ายทั้งแบบมีสายหรือไร้สายที่รวมถึงสิทธิการติดตั้งโปรแกรมที่เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ด้วยโปรโตคอลที่สำคัญคือ authentication protocol [2] ที่มีความนิยมดังนี้

- PAP - Password Authentication Protocol ที่ถูกงานในยุคเริ่มต้นและไม่ปลอดภัยเนื่องจากส่งข้อความรหัสผู้ใช้ในรูปแบบตัวอักษรไปบนระบบเครือข่าย
- CHAP - Challenge-handshake authentication protocol ได้ทำการพัฒนาให้มีการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ตลอดเวลา โดยเข้ารหัสข้อมูลอย่าง MD5 ซึ่งให้ความปลอดภัยที่สูงขึ้น
- EAP - Extensible Authentication Protocol ถือเป็นโปรโตคอลที่แพร่หลายในหลายมาตรฐานได้แก่ IEEE 802.3 IEEE 802.11(WiFi) IEEE 802.16 และถูกพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อความปลอดภัยของข้อมูลและควบคุมการเข้าใช้เครือข่ายเช่น EAP-MD5 EAP-TLS EAP-TTLS EAP-FAST และ EAP-PEAP
- AAA (Authentication, Authorization, Accounting) architecture protocols ซึ่งแพร่หลายและนิยมสูงสุดในปัจจุบันสำหรับเครือข่ายขนาดใหญ่ โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายและระบบคำนวณค่าใช้จ่าย โดยมีระบบบัญชี/รายชื่อผู้ใช้ด้วยโปรแกรมเช่น TACACS RADIUS และ DIAMETER

สำหรับการทำระบบยืนยันตัวตนหรือเข้าใช้เครือข่ายมีรูปแบบขั้นกลางโดยแยกเครือข่ายออกเป็นสองฝั่ง เพื่อคัดกรองผู้ใช้บริการหรือติดตั้งควบคู่กับเกตเวย์ของเครือข่ายย่อยตามความต้องการ ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบที่ไม่เหมาะสมกับเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีเครือข่ายย่อยหลายเครือข่าย จึงถือเป็นสมมติฐานที่ผู้ออกแบบเครือข่ายมีแนวคิดในการกระจายจุดยืนยันตัวตนแยกตามเครือข่ายย่อย ซึ่งพบว่ามีรูปแบบที่เหมาะสมกับการให้บริการแบบ 802.1x [3] ที่ย้ายการยืนยัน

ตัวตนให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ และถูกออกแบบให้มีหน้ายืนยันตัวตนมาพร้อมกับทุกระบบปฏิบัติการในปัจจุบันได้แก่ Windows-XP Windows-7 Windows-8 Windows-10 OS-X และ Ubuntu โดยทำการจดจำพร้อมอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ที่ทำการระบุข้อมูลไว้เพียงครั้งเดียวและสามารถเข้าใช้เครือข่ายได้โดยอัตโนมัติในเวลาถัดไป ด้วยข้อดีดังกล่าวจึงเป็นที่มีของงานวิจัยนี้

ดังนั้นการให้บริการที่ผู้วิจัยให้ความสนใจของ 802.1x กล่าวย้อนไปในหลายปีที่ผ่านมารูปแบบการยืนยันตัวตนดังกล่าวจะถูกออกแบบกับอุปกรณ์เครือข่ายขนาดใหญ่ใน (Enterprise) เท่านั้น ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและพบว่าสามารถพัฒนาระบบดังกล่าวด้วยโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์ และได้รับการสนับสนุนจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายระดับกลางหลากหลายผลิตภัณฑ์ได้แก่ D-link TP-link Microtik Enginious และ UniFi ที่รองรับมาตรฐาน 802.1x ผู้วิจัยได้นำเสนอประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อไว้ในงานวิจัยนี้

เนื้อหาสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและพัฒนาระบบ ผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลการวิจัย โดยเนื้อหาแต่ละส่วนได้นำเสนอพื้นฐานสำหรับช่วยขยายแนวคิดและผลของการออกแบบและประสิทธิภาพการใช้งานเครือข่ายจากการยืนยันตัวตนด้วยโปรโตคอล 802.1x

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

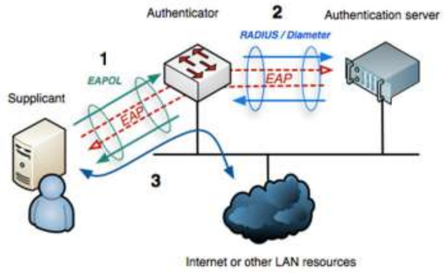
เนื้อหาส่วนนี้ผู้วิจัยต้องการอ้างอิงมาตรฐาน และข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาระบบพร้อมเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนและการนำโปรโตคอล 802.1x มาใช้งานพบว่ามีการนำโปรโตคอล 802.1x ใช้กับ Radius ของ A. I. A. Jabbar และคณะ [4] ในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งนำเสนอบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาทั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีความถี่หลากหลายและระบบปฏิบัติการที่รองรับมากขึ้นงานวิจัยนี้จึงให้มุมมองที่แตกต่างออกไป และงานวิจัยของ Gabriel-Cătălin และคณะ [5] ใน พ.ศ. 2559 ที่นำเสนอวิธีการยืนยันตัวตนแบบ AAA RADIUS ร่วมกับ EAP โดยเน้นที่ระบบเครือข่ายแบบสายผ่านสวิตซ์ของผลิตภัณฑ์ Alcatel-Lucent สำหรับในงานวิจัยนี้เน้นองค์ประกอบของโอเพนซอร์สซอฟต์แวร์ ที่สามารถสร้างระบบเพื่อให้บริการที่มีคุณภาพสำหรับองค์กร

2.2 มาตรฐาน 802.1x

โปตโตคอลนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนและเข้าใช้เครือข่ายทั้งเครือข่ายมีสาย (LAN) และเครือข่ายไร้สาย (WAN) โดยถูกพัฒนาให้ทำงานร่วมกับระบบบัญชีผู้ใช้อย่าง RADIUS หรือ DIAMETER ด้วยทำงานผ่านการยืนยันสิทธิแบบ EAP จากอุปกรณ์ส่วนตัวของผู้ใช้ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 การยืนยันตัวตนด้วยโปรโตคอล 802.1x [1]

จากรูปแสดงว่าการออกสู่อินเตอร์เน็ตผ่านทางอุปกรณ์ได้ทันทีเมื่อสามารถยืนยันสิทธิ์กับระบบบัญชีรายชื่อของ RADIUS ได้ ซึ่งมีความแตกต่างจากรูปแบบการยืนยันตัวตนบนอุปกรณ์เกตเวย์ทั่วไปอย่างสิ้นเชิง และวิธีการนี้ได้ปรับปรุงแนวคิดจากการตรวจสอบสิทธิแบบแยกกันอิสระได้แก่ WEP WPA และ WPA2 ในอดีต

2.3 บัญชีผู้ใช้ Radius

ระบบ Radius [6] ประกอบด้วย Radius server และ PAM เพื่อสนับสนุนการยืนยันตัวตนที่ถือเป็นพื้นฐานของอุปกรณ์รองรับมาตรฐาน AAA และถูกนำมาสนับสนุนระบบ eduroam ที่ใช้กันทั่วโลกสำหรับระบบเครือข่ายไร้สาย และโปรโตคอล 802.1x ได้รับการพัฒนาถึงปัจจุบันที่รุ่น 3.0.13 ทำงานบนมาตรฐาน TCP และ TLS ซึ่งมีความสามารถในการรวมบัญชีผู้ใช้ระบบอื่นเข้ามาให้บริการพร้อมกันได้แก่ ฐานข้อมูล MySQL และOpenLDAP เป็นต้น

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

แนวคิดการพัฒนาออกแบบได้ความรู้จากการติดตั้งระบบบริการ eduroam ของทางสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษาในเอกสารที่มีชื่อว่า “EDUROAM TECHNICAL SETUP การตั้งค่า Radius สำหรับ Institute level” [7] ที่สามารถนำมาใช้ตั้งค่ากับการยืนยันตัวตนด้วย 802.1x ได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีซอฟต์แวร์จากกรณีศึกษาสำหรับให้บริการดังนี้

- ระบบปฏิบัติการลินุกส์ CentOS 6.8 แบบ 64 bits
- โปรแกรม Freeradius version 2 ขึ้นไป

กำหนดค่าสำคัญต่างๆ ให้กับ Freeradius ดังนี้

- ไฟล์ SITE-ENABLE เพิ่มชุดยืนยันตัวตน eap
- ไฟล์ eap กำหนดคุณลักษณะของ TLS TTLS PEAP และ MSCHAPV2 ตามรูปที่ 2

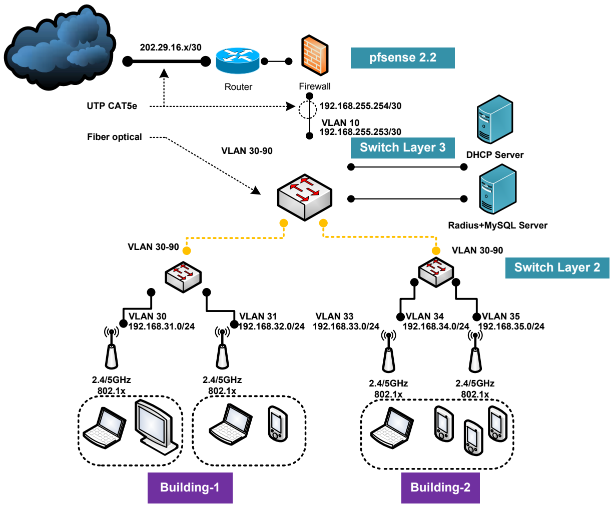
eap.conf	sites-enabled/802-1x
tls {	server 802.1x {
….	authorize {
private_key_password = whatever	auth_log
….	eap
}	files
ttls {	mschap
default_eap_type = mschapv2	pap
copy_request_to_tunnel = yes	}
use_tunneled_reply = yes	...
virtual_server = "802-1x"	eap
}	}
peap {	post-auth {
default_eap_type = mschapv2	reply_log
copy_request_to_tunnel = yes	Post-Auth-Type REJECT {
use_tunneled_reply = yes	reply_log
virtual_server = "802-1x"	}
}	}
mschapv2 {	}
}	

รูปที่ 2 การกำหนดค่า 802.1x บน Radius Server

จากตัวอย่างการกำหนดค่าบน Radius Server ผู้วิจัยตัดเนื้อหาบางส่วนที่สำคัญของการสร้างบริการที่รองรับการติดต่อจาก 802.1x ได้แก่ค่าของ virtual server และการระบุการยืนยันตัวตนในค่าของ authorize ซึ่งได้นำข้อมูลผู้ใช้ผสานกับ MySQL ที่ทำการเก็บข้อมูลไว้ด้วยรูปแบบฐานข้อมูล

3.1 โครงสร้างการให้บริการ

การออกแบบการให้บริการเลือกโปรแกรมทั้งหมดเป็นโอเพนซอร์ส โดยส่วนแรกสุดของเครือข่ายคือ ไฟร์วอลล์ pFsense และ DHCP Server ที่ใช้โปรแกรม dhcp สำหรับส่วน Radius Server ใช้งานร่วมกับ MySQL Server ตามรูปที่ 3 ซึ่งการใช้งานให้บริการยืนยันตัวตนกับ 802.1x จะเป็นส่วนที่มาพร้อมกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ซึ่งเลือกนำเสนอกับรุ่น 802.11n ที่ให้บริการได้ทั้ง 2.4 GHz และ 5 GHz



รูปที่ 3 โครงสร้างเครือข่ายบริการ 802.1x

สำหรับโครงสร้างทั้งหมดมีอุปกรณ์ที่สำคัญคือ สวิตซ์ (Switch) หรือ Switching Hub แบบเลเยอร์ 3 และ 2 ตามลำดับ เพื่อส่งเครือข่ายเสมือน(VLAN) ให้กับเครือข่ายย่อย และอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายแยกตามอาคารที่เชื่อมต่อด้วยสายใยแก้วนำแสงแบบ Single mode ที่มีความเร็วระดับ 1 Gigabit Ethernet

3.2 เครื่องมือทดสอบระบบ

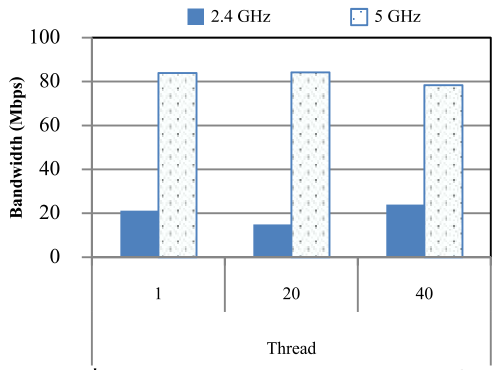
ผู้วิจัยเลือกทดสอบค่าแบนด์วิดท์ด้วยโปรแกรม iPerf และวัดค่าผลลัพธ์ในหน่วย Mbps โดยออกแบบทดสอบระหว่างช่วงความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz เพื่อนำเสนอค่าเฉลี่ยที่แยกตามค่าการร้องขอแบบขนานตั้งแต่ 1 ถึง 40 ในช่วงเวลา 30 วินาที และทำการใช้โปรแกรม Wireshark เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย โดยทำการดาวน์โหลดไฟล์ขนาด 4.7 GB แบบเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง

4. ผลการทดลอง

จากการออกแบบการทดสอบ 2 ส่วนหลักผู้วิจัยนำเสนอผลการวัดประสิทธิภาพส่วนแรกด้วยค่าแบนด์วิดท์ และความต่อเนื่องของบริการในส่วนที่ 2 เพื่อแสดงถึงความสะดวกและการใช้บริการของการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้ระบบเครือข่ายบนโปรโตคอล 802.1x

4.1 การทดสอบค่าแบนด์วิดท์

ผลการวัดแบนด์วิดท์จากโปรแกรม iPerf พบว่าการให้บริการทั้งความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนตามรูปที่ 4 ที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละ thread ของการให้บริการเมื่อเพิ่มการร้องขอ เพื่อจำลองการเข้าใช้พร้อมกันบนอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย



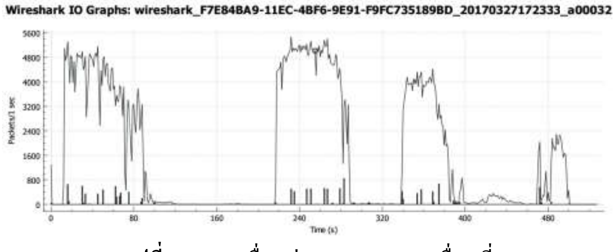
รูปที่ 4 ค่าแบนด์วิดท์เปรียบเทียบแยกตามความถี่

ผลของกราฟแท่งด้วยค่าแบนด์วิดท์ที่สูงบนความถี่ 5 GHz ที่สูงถึง 83.94 Mbps เมื่อเทียบกับความถี่ 2.4 GHz ที่ให้ค่าแบนด์วิดท์เพียง 23.89 Mbps และให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันทุกค่าของการร้องขอหรือ thread จึงสามารถสรุปได้ว่า ที่ความถี่ 5 GHz สำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

ระดับ 802.11n ที่นำมาทดสอบสามารถให้บริการการยืนยันตัวตนด้วยโปรโตคอล 802.1x ได้

4.2 การทดสอบเชื่อมต่อแบบเคลื่อนที่

การเชื่อมต่อในรูปแบบที่ผู้ใช้ทำการเคลื่อนที่ไปในแต่ละชั้นของอาคารอย่างต่อเนื่องและทำการเก็บค่าการเชื่อมต่อจากโปรแกรม Wireshark สามารถให้ผลของปริมาณข้อมูลเข้าออกตามรูปที่ 5 ด้วยภาระงานการดาวน์โหลดไฟล์ตลอดเวลาที่ทำการเคลื่อนที โดยเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์กระจายสัญญาณทั้งหมด 3 ตัวที่อยู่บนเครือข่ายเดียวกัน ซึ่งในมุมมองของช่องสัญญาณผู้วิจัยทำการออกแบบให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน



รูปที่ 5 ผลการเชื่อมต่อ 802.1x แบบเคลื่อนที่

จากผลการทดสอบพบว่า มีค่าการส่งข้อมูลสูงกว่า 4,800 ชุดต่อวินาทีขึ้นกับระดับสัญญาณของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ และสามารถแสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องและการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติเมื่อทำการเปลี่ยนการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณแต่ละตัวตามกราฟแต่ละช่วง โดยในช่วงท้ายมีค่าชุดข้อมูลลดลงเนื่องจากกำลังสิ้นสุดการดาวน์โหลด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การสร้างระบบยืนยันตัวตนถือว่ามีความสำคัญทั้งกับองค์กรและตามการควบคุมทางกฎหมาย ด้วยผลการทดสอบประสิทธิภาพของการยืนยันตัวตนด้วยโปรโตคอล 802.1x ซึ่งนำบัญชีผู้ใช้ของ Radius เข้ามาให้บริการ โดยเลือกเอาโปรแกรมโอเพนซอร์ส มาออกแบบและพัฒนาให้บริการ ด้วยผลของประสิทธิภาพเมื่อทำการเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล 802.1x ซึ่งใช้งานการยืนยันตัวตนแบบ eap มีประสิทธิภาพการให้บริการผ่านเครือข่ายด้วยค่าแบนด์วิดท์ที่สูงกว่า 80 Mbps จากการให้บริการของอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่ความถี่ 5 GHz และสามารถให้บริการแบบเคลื่อนที่ต่อเนื่องที่สูงกว่า 4,800 ชุดข้อมูลต่อวินาที เมื่อมีการสลับการเชื่อมต่อไปบนอุปกรณ์กระจายสัญญาณ ด้วยข้อจำกัดที่ลูกข่ายที่มีระบบปฏิบัติการบางรุ่นไม่สนับสนุนการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล 802.1x ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวนั้นในปัจจุบันได้แก่ Windows ของบริษัท Microsoft และ OS X ของบริษัท Apple รวมถึง อุปกรณ์เคลื่อนที่ Android ตั้งแต่รุ่น 4 ที่สามารถให้บริการ 802.1x EAP และ 802.1x Enterprise ซึ่งมีจุดเด่นคือ สามารถยืนยันตัวตนโดยไม่ต้องใช้หน้าเว็บในการกรอกรหัสผู้ใช้และเพิ่มความสะดวก

ในปัจจุบันผู้วิจัยทำการศึกษาบัญชีรายชื่อแบบโครงสร้างอย่าง OpenLDAP ที่รับความนิยมในหลายโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนากับการยืนยันตัวตนแบบ Single Signed On (SSO) ที่สำคัญกับองค์กร และนำเข้ามาใช้งานร่วมกับโปรโตคอล 802.1x

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้โอกาส สนับสนุนเครื่องมือแก่ผู้วิจัยในการทำงานวิจัยและทุนในการนำเสนอผลงาน พร้อมกับความรู้ที่เผยแพร่จากสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] Wikipedia. (2017, Jan. 12). “Network Access Control” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Access_Control

[2] Wikipedia. (2017, Mar. 20). “Authentication protocol” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Authentication_protocol

[3] Wikipedia. (2017, Mar. 21). “IEEE 802.1X” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1X

[4] A. I. A. Jabbar, and G. A. Harith, “ Analysis and Implementation of the Authentication Protocol 802.1x,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 87, no. 4, pp. 40-46, February 2014.

[5] G. C. Cristescu, V. Croitoru, and V. Sorici, “Implementing an AAA-RADIUS solution based on EAP,” in *2016 12th IEEE International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC)*, 2016, pp. 81–86.

[6] The FreeRADIUS Server Project and Contributors. (2016). “The FreeRADIUS Project” [Online]. Available: http://freeradius.org/

[7] สำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา. (2558, เมษายน 16). “บทความ และเอกสารเผยแพร่ ของ Eduroam” [Online].Available:http://eduroam.uni.net.th/eduroamth/index.php?var=doc&lang=thai

เกตเวย์ที่รองรับหลายโพรโทคอลสำหรับอุปกรณ์ไอโอที

Multi-protocol Gateway for IoT Devices

วัณศักดิ์ รุ่งพรประสิทธิ์, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, อนันต์ ผลเพิ่ม และ ชัยพร ใจแก้ว*
ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: wannasak.r@ku.th, aphirak.j@ku.ac.th, anan.p@ku.ac.th, chaiporn.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีการนำอุปกรณ์ที่เป็นอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรืออุปกรณ์ไอโอทีมาใช้งานในหลากหลายด้าน ทั้งการตรวจวัดค่าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม หรือการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่เนื่องจากอุปกรณ์ไอโอทีแต่ละชนิดมีมากมายหลายประเภท ทำให้เกิดข้อตกลงในการสื่อสารหรือโพรโทคอลที่แตกต่างกัน และอุปกรณ์ไอโอทีแต่ละชนิดไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้โดยตรง โครงงานนี้จึงต้องการพัฒนาอุปกรณ์ตัวกลางที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับสร้างระบบเครือข่ายท้องถิ่นของอุปกรณ์ไอโอทีที่รองรับได้หลากหลายโพรโทคอลหรือมาตรฐาน สามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้โดยง่าย รวมถึงปรับตั้งค่าและตรวจสอบสถานะของเกตเวย์และอุปกรณ์ไอโอทีภายในพื้นที่ผ่านเว็บบราวเซอร์ อีกทั้งอุปกรณ์ไอโอทีสามารถสื่อสารกันได้กรณีที่ขาดการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จากการทดสอบพบว่าจำนวนของอุปกรณ์และอัตราการส่งข้อมูลมีผลต่ออัตราส่วนของการได้รับข้อมูล โดยเกตเวย์สามารถรองรับอุปกรณ์ได้ประมาณ 5 ถึง 10 ตัว ที่อัตราการส่งข้อมูลที่ไม่สูงมาก

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เกตเวย์ โพรโทคอล

Abstract

Nowadays, IoT devices have been deployed in many fields such as environmental monitoring and electronic device control. However, various standards for IoT communication protocols prevent devices from exchanging their data directly. This project introduces an IoT gateway device that forms a local network among IoT devices using different protocols and standards. The gateway has been designed to be easy to deploy, configure and monitor on site via web browsers. In addition, it allows IoT devices to operate and communicate even during lack of an Internet connection. Evaluation shows that the number of devices and data transfer rate affects the message delivery ratio. Gateway can handle about 5 to 10 devices at little high data transfer rate.

Keywords: Internet of Things (IoT), Gateway, Protocol

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีไอโอทีกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้น สามารถทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในหลากหลายด้าน ทั้งการตรวจวัดค่าต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม หรือการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งข้อมูลต่างๆ จะถูกแลกเปลี่ยนกันผ่านระบบเครือข่าย แต่เนื่องจากอุปกรณ์ไอโอทีในปัจจุบันมีหลากหลายประเภท จึงทำให้เกิดโพรโทคอลที่หลากหลาย เช่น BLE 6LoWPAN เป็นต้น เป็นเหตุให้อุปกรณ์แต่ละชนิดไม่สามารถสื่อสารกันได้ จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ของอุปกรณ์ไอโอที เพื่อเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีแต่ละชนิด สามารถรองรับมาตรฐานและข้อตกลงในการสื่อสารได้หลากหลายประเภท สามารถนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานในสถานที่จริงได้ทันทีและผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าอุปกรณ์เกตเวย์ได้ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย

โครงงานนี้เป็นผลงานต่อเนื่องของผลงาน ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร[1] โดยส่วนที่พัฒนาไปแล้วได้แก่ส่วนของการรับข้อมูลและรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด และส่วนของการนำข้อมูลไปใช้งาน แต่ผลงานนี้มีเพียงอุปกรณ์ไอโอทีที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัด ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสื่อสารกัน อีกทั้งระบบยังมีความไม่ยืดหยุ่นในการเพิ่มอุปกรณ์ จึงได้คิดพัฒนาให้อุปกรณ์ตัวกลางสามารถเป็นทางผ่านของข้อมูลให้กับอุปกรณ์ไอโอทีที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดหรืออุปกรณ์กระทำการได้ และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ตัวกลาง

เพื่อตั้งค่าระบบเครือข่ายของอุปกรณ์ไอโอทีได้ง่ายขึ้น รวมทั้งรองรับการเพิ่มอุปกรณ์ในรูปแบบของปลั๊กอินที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบและใช้งานได้ทันที

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์ไอโอทีในปัจจุบันมีมาตรฐานการสื่อสารหลากหลายชนิด เช่น มาตรฐาน IEEE 802.11[2] ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย ใช้การส่งสัญญาณบนคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 และ 5 GHz และมีการเข้ารหัสข้อมูลและการตรวจสอบผู้ใช้เพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับระบบเครือข่าย เทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำ (Bluetooth Low Energy) [3] [4] [8] ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล ใช้ในการสื่อสารระยะใกล้และเน้นใช้พลังงานต่ำ รับส่งข้อมูลบนคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz หรือมาตรฐาน IEEE 802.15.4[4] ซึ่งใช้ในการสื่อสารในเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) มีการใช้พลังงานต่ำและราคาถูก เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ไอโอทีชนิดต่างๆ นั้นไม่สามารถสื่อสารกันได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องสร้างระบบกลางเพื่อรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เหล่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์จะใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบเอ็มคิวทีที (Message Queuing Telemetry Transport : MQTT) [5] ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการสื่อสารแบบเครื่องต่อเครื่อง (Machine-to-Machine : M2M) ประกอบไปด้วย Broker ซึ่งเป็นตัวกลางในการจัดการข้อความ Publisher ทำหน้าที่ส่งข้อความไปยังหัวข้อที่ต้องการ และ Subscriber ทำหน้าที่รับข้อความและดูการเปลี่ยนแปลงของข้อความที่ถูกอ้างอิงด้วยหัวข้อ

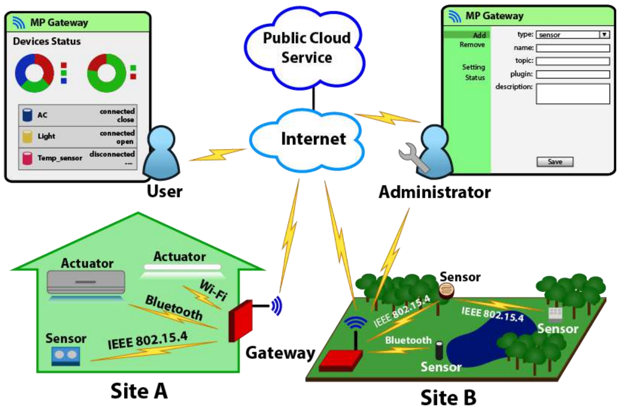
การทำงานของเกตเวย์ที่รองรับหลายโพรโทคอลสำหรับอุปกรณ์ไอโอทีที่มีลักษณะคล้ายกับเทคโนโลยี NETPIE[6] [7] ที่พัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ซึ่งเป็นคลาวด์แพลตฟอร์มที่เปิดให้บริการการเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ไอโอที แต่ความแตกต่างของระบบนี้กับเทคโนโลยี NETPIE คือ ระบบนี้สามารถใช้งานการสื่อสารได้ทั้งแบบเครือข่ายท้องถิ่นและแบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ในขณะที่ NETPIE จะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทุกครั้งที่ใช้งาน

3. รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนาระบบจะพัฒนาในส่วนของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีและรับส่งข้อมูลผ่านทางอุปกรณ์เกตเวย์

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของเกตเวย์ที่รองรับหลายโพรโทคอลสำหรับอุปกรณ์ไอโอที สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบ

โดยแต่ละพื้นที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไอโอทีต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะใช้มาตรฐานแตกต่างกัน ในทุกพื้นที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์เกตเวย์เพื่อรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ไอโอทีเหล่านั้น และทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้ส่งไปยังระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อนำไปเก็บไว้ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งระบบฐานข้อมูลไว้ กรณีที่เกตเวย์ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลท้องถิ่นก่อน เมื่อผู้ใช้ต้องการข้อมูลของอุปกรณ์ไอโอที สามารถใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือโทรศัพท์มือถือเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อดึงข้อมูลจากบริการคลาวด์สาธารณะและข้อมูลจะปรากฏบนจอแสดงผล ในส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เกตเวย์ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือทางระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อทำการตั้งค่าอุปกรณ์ไอโอที เกตเวย์ หรือระบบเครือข่ายโดยรวมได้

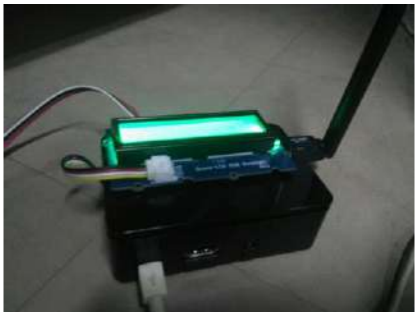
3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

องค์ประกอบโดยรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3 แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลัก คือ

3.2.1 ส่วนอุปกรณ์เกตเวย์ (A)

อุปกรณ์เกตเวย์เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ประกอบด้วยช่องทางการสื่อสารที่ใช้มาตรฐาน IEEE 802.11, Bluetooth และ IEEE 802.15.4 เพื่อ

รองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานดังกล่าว มี MQTT Broker สำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ระบบปลั๊กอินที่รองรับการทำงานของอุปกรณ์ และระบบฐานข้อมูลท้องถิ่นสำหรับเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ พัฒนาโดยใช้ Raspberry Pi 3 ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 อุปกรณ์เกตเวย์

3.2.2 ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดและอุปกรณ์กระทำการ (B)

อุปกรณ์ตรวจวัดและอุปกรณ์กระทำการที่มีมาตรฐาน IEEE 802.11, Bluetooth และ IEEE 802.15.4 จะถูกติดตั้งไว้ตามบริเวณต่างๆ เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบ และทำการส่งข้อมูลไปยังเกตเวย์ตามแต่ละประเภทของมาตรฐาน

3.2.3 ส่วนบริการคลาวด์สาธารณะ (C)

เป็นส่วนที่ใช้รับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์เกตเวย์ผ่าน MQTT Broker ของผู้ให้บริการภายนอกระบบ

3.2.4 ส่วนการจัดการ (D)

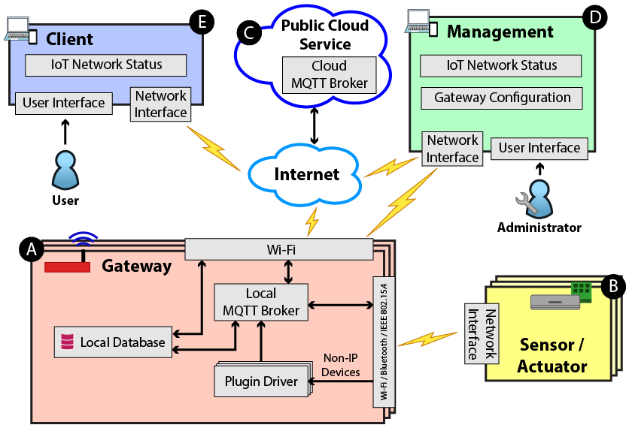
เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบ สามารถเรียกดูสถานะการทำงานของระบบเครือข่าย และจัดการระบบเครือข่ายไอโอทีของตนเองได้

3.2.5 ส่วนไคลเอนท์ (E)

เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อดูสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไอโอทีและระบบเครือข่าย โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือสมาร์ทโฟน และแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบที่พัฒนาบนอุปกรณ์เกตเวย์ใช้งานได้เฉพาะบนระบบปฏิบัติการ Linux และอุปกรณ์เกตเวย์สามารถรองรับเฉพาะอุปกรณ์ไอโอทีที่มีมาตรฐาน IEEE 802.11, Bluetooth และ IEEE 802.15.4 เท่านั้น



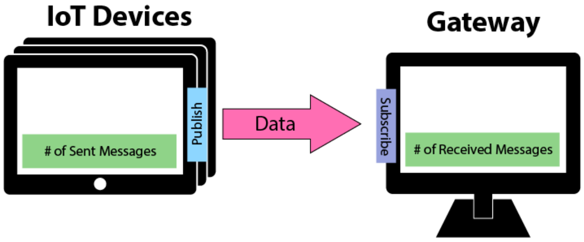
ภาพที่ 3 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

4. การทดสอบการใช้งาน

ทำการทดสอบระบบในส่วนของความสามารถของเกตเวย์ในการรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการรองรับอัตราการส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้น

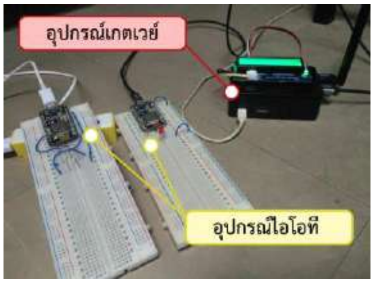
4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบระบบจะใช้อุปกรณ์ที่มีโพรโทคอลในการรับส่งข้อมูลเป็น MQTT ทั้งหมด โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะทำการเชื่อมต่อกับเกตเวย์ผ่านทาง Wi-Fi และส่งข้อมูลขนาด 16 ไบต์ เข้าสู่อุปกรณ์เกตเวย์ การทดลองจะทำการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ในการส่งข้อมูลเข้าสู่เกตเวย์จำนวน 1 ถึง 5 ตัว และเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลที่ 0.1 0.2 0.4 และ 0.8 ข้อความต่อวินาทีตามลำดับ (แสดงดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 สภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบ

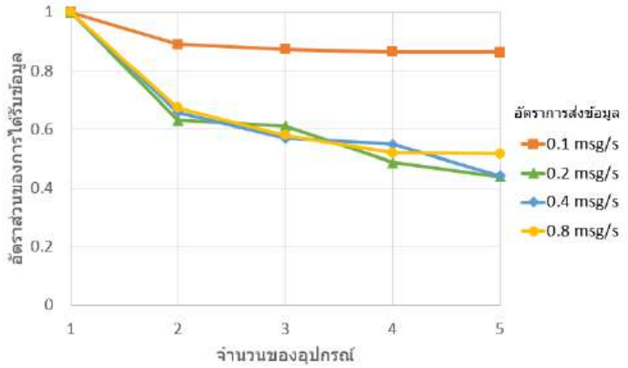
การวัดผลจะนำผลการส่งข้อมูลเข้าสู่เกตเวย์ในระยะเวลา 5 นาทีแรกมาวิเคราะห์อัตราส่วนของการได้รับข้อมูล



ภาพที่ 5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบ

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์และอัตราการส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 5 ซึ่งพบว่า จำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่ออัตราส่วนของการได้รับข้อมูล โดยอัตราส่วนของการได้รับข้อมูลมีค่าลดลงเมื่อมีจำนวนอุปกรณ์เพิ่มขึ้น และอัตราการส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเข้าสู่สภาวะคงที่ของอัตราส่วนการได้รับข้อมูล เนื่องจากมีการส่งข้อมูลเดิมใหม่ที่เกตเวย์ เป็นไปได้ว่าอุปกรณ์ขาดการเชื่อมต่อกับเกตเวย์ไปชั่วขณะ จึงเกิดการสูญหายของข้อมูลที่ส่งจากอุปกรณ์



ภาพที่ 6 การทดสอบความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์และอัตราการส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้น

5. บทสรุป

เกตเวย์ที่รองรับหลายโพรโทคอลสำหรับอุปกรณ์ไอโอที สามารถนำไปใช้งานในการรับส่งข้อมูลได้จริง โดยข้อมูลที่ส่งจากอุปกรณ์จะถูกส่งต่อไปยังอุปกรณ์อื่นผ่านอุปกรณ์เกตเวย์ สามารถตั้งค่าอุปกรณ์เกตเวย์เพื่อจัดการการรับส่งข้อมูลได้ผ่านทางเว็บไซต์ โดยระบบดังกล่าวสามารถรองรับอุปกรณ์ได้ประมาณ 5 ถึง 10 ตัว ขึ้นอยู่กับอัตราการส่งข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละตัว

แนวทางในการพัฒนาต่อ สามารถพัฒนาในส่วนของการรองรับอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสารเพิ่มเติมจากส่วนที่ได้พัฒนาไปแล้ว และปรับปรุงระบบการแสดงผลของสถานะอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19 โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

[1] ญาณกร ธัญญางค์, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, อนันต์ ผลเพิ่ม, ชัยพร ใจแก้ว*, “ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร (IoT Platform for Agricultural System)”, In 8th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2016), Hua Hin, Thailand July 27-29, 2016. หน้า 667-672

[2] ระบบเครือข่ายไร้สาย และมาตรฐาน IEEE 802.11, http://www.tanasan.co.th/index.php/blog/categories/item/6-network-standards.html, [สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2559]

[3] เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูธูท (Bluetooth Technology), http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Bluetooth_Technology/index.php, [สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2559]

[4] เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้ (Bluetooth and Zigbee), http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Bluetooth_and_Zigbee/index.php, [สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2559]

[5] MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) คืออะไร, http://www.mindphp.com/บทความ/31-ความรู้ทั่วไป/3343-mqtt.html, [สืบค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2559]

[6] NETPIE: Internet of Things, https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html, [สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559]

[7] About NETPIE, https://netpie.io, [สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559]

[8] Bluetooth Low Energy, https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_Low_Energy, [สืบค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2559]

ระบบระบุตำแหน่งในอาคารโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

Indoor localization using a wireless sensor network

สมชาย เตียเจริญ[1] และ สมพร เตียเจริญ[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
199/19 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ 043-222959 E-mail: tiacharoen@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายเกี่ยวกับการหาตำแหน่งภายในอาคารของวัตถุโดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย การตรวจหาตำแหน่งภายในอาคารจะใช้การวัดค่าความเข้มของสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ 2.4GHz ของโนดอ้างอิงที่จะติดตั้งไว้ในอาคารหลายๆจุด หมายเลขประจำตัวของโนดทั้งหมดในบริเวณอาคารจะเป็นตัวช่วยทำให้สามารถหาตำแหน่งของโนดที่เคลื่อนที่ได้ภายในบริเวณอาคาร ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถระบุตำแหน่งได้โดยประมาณเนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีผลต่อคลื่น

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สาย, ความเข้มของสัญญาณ, ติดตามวัตถุ, ในอาคาร

Abstract

This research presents an object tracking system using WLAN technology. Object tracking system finding an indoor position of object by using received signal strength indication of 2.4GHz radio frequency. Reference nodes in building have a node ID. Position of object movement is depending on reference nodes and RSSI from each node. Results show that this method has an error affected by indoor environment.

Keywords: WLAN, RSSI, object tracking system, indoor position

1. บทนำ

ระบบเครือข่ายไร้สายหมายถึงระบบที่มี โนด(Node) ที่ติดต่อสื่อสารกัน โดยสื่อสารภายในเครือข่ายเดียวกันหรือติดต่อกับเครือข่ายภายนอกอื่นๆ เครือข่ายไร้สายได้รับความนิยมเนื่องจากใช้อุปกรณ์ในการติดตั้งน้อยและมีราคาถูก เมื่อมีการรวมส่วนควบคุมและเซ็นเซอร์(sensor) เพื่อติดตามหรือควบคุมสิ่งต่างๆอัตโนมัติ เช่น ควบคุมแสงสว่าง อุณหภูมิ อัตราการไหลและการเคลื่อนที่ เมื่อรวมเข้ากับระบบเครือข่ายไร้สายทำให้เกิดเป็นระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (wireless sensor network) ที่มีการประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มีการเชื่อมโยงกันอย่างมีประสิทธิภาพ มีการส่งถ่ายข้อมูลกันไปมาแบบจุดต่อจุดผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุ

เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารได้ เนื่องจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายมีขนาดเล็กสามารถพกพาหรือติดตั้งได้สะดวก ใช้พลังงานต่ำดังนั้นจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือทดสอบการระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยการวัดค่าความเข้มของสัญญาณ (Received Signal Strength Indication หรือ RSSI) เพื่อหาตำแหน่งภายในอาคารของวัตถุ โดยกำหนดให้วัตถุมีการเคลื่อนที่หรือก็คือโนดที่เคลื่อนที่นั้นเอง และขณะที่โนดเคลื่อนที่ก็จะทำการอ่านค่าความเข้มของสัญญาณที่กระจายออกมาจากโนดอ้างอิงที่รู้พิกัดตำแหน่งแน่นอน โดยโนดอ้างอิงจะติดตั้งไว้ในอาคารหลายๆจุด เมื่อนำค่าความเข้มของสัญญาณจากแต่ละโนดอ้างอิงที่รับได้ทั้งหมดมาคำนวณด้วยโปรแกรมก็จะทำให้สามารถหาพิกัดตำแหน่งของโนดที่เคลื่อนที่ภายในอาคารได้ ผลจากงานวิจัยสามารถพัฒนาและนำไปใช้งานได้จริงในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับงานอื่นๆได้ต่อไป

2. บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51

บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51 คือบอร์ดที่ใช้สำหรับพัฒนาโนดในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จุดเด่นของ nRF51 คือ การใช้โปรแกรม Matlab/Simulink ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีหน้าที่ควบคุมการใช้พลังงานและการทำงานของแต่ละโนดบนเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของการสื่อสารแบบ ANT Network ซึ่งเกี่ยวข้องกับโปรโตคอลการรับส่งข้อมูลระหว่างโนดและการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

แต่ละโนดในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายคือบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51 โดยโนดอ้างอิงจะติดตั้งเพื่อควบคุมและวัดการทำงานของหลอดไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร และโนดเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่อยู่ในบริเวณอาคาร โนดเคลื่อนที่จะแสดงหมายเลขของโนดอ้างอิงแต่ละจุดพร้อมกับค่าความเข้มของสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรม

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51

ไมโครคอนโทรเลอร์	nRF51422 (ARM Cortex-M0)
ความถี่	16 MHz
หน่วยความจำ Flash	128 KB
หน่วยความจา RAM	16 KB
ขา Input/Output	31 pins
Power Supply	1.8VDC ถึง 3.6 VDC

รูปที่ 1 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51

3. การวัดค่าความแรงสัญญาณที่รับได้ (RSSI)

ในระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อระบุตำแหน่งในอาคาร ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจะอาศัยค่าความเข้มของสัญญาณที่รับได้ (Received Signal Strength Indicator : RSSI) เพื่อคำนวณหาระยะห่างของแต่ละโนดซึ่งรู้ตำแหน่งที่แน่นอนกับโนดที่มีการเคลื่อนที่ นั้นคือระยะห่างของแต่ละโนดจะนำมาใช้เพื่อคำนวณหาตำแหน่งในอาคารต่อไป โดยค่า RSSI เป็นค่าที่ใช้บอกความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในรูปแบบของพลังงานมีหน่วยเป็น dB (decibels) โดยค่า RSSI จะมีค่าขึ้นอยู่กับค่าความแรงของสัญญาณ กล่าวคือถ้าค่า RSSI มีค่ามาก แสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงของสัญญาณสูง ซึ่งกล่าวได้ว่าตัวส่งและตัวรับอยู่ใกล้กัน และในทางตรงกันข้ามถ้าค่า RSSI มีค่าน้อยแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงสัญญาณต่ำ แสดงว่าตัวส่งและตัวรับอยู่ไกลกัน ในงานวิจัยนี้จะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ nRF51ซึ่งค่า RSSI จะถูกเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ชื่อ “RSSISAMPLE” ในรูปแบบ 7 บิต แสดงด้วยค่าข้อมูลแบบจำนวนเต็มบวก โดยค่าความเข้มของสัญญาณที่รับได้จะเป็นค่าเฉลี่ยด้วยความละเอียด 1 dB ทำการสุ่มอ่านค่าได้สูงสุดทุกๆ 8.8 μs โดยใช้กระแสไฟฟ้า 250 μA ในการอ่านค่าแต่ละครั้ง ซึ่งจากสมการที่ 1 ค่า RSSI จะมีความสัมพันธ์กับค่าความแรงสัญญาณเป็นเชิงเส้น[4]

$$\text{Received signal strength} = -A\ [\text{dBm}] \qquad (1)$$

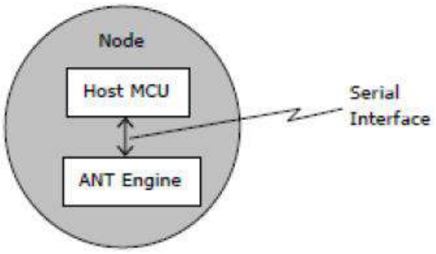
A คือค่าที่อ่านได้จากรีจิสเตอร์ RSSISAMPLE มีขนาด 32 บิต และมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 – 127

4. ANT Network

คุณสมบัติของ ANT Network มีการจัดการเวลาในการส่งและช่วงเวลา เพื่อหลีกเลี่ยง การขัดแย้งทางผลของสัญญาณคลื่นวิทยุ[4] นอกจากนี้ ยังมีกระบวนการทำงานของ CPU เพื่อทำการพักการใช้งานเพื่อขยายเวลาในการใช้งาน battery ที่โนดรับข้อมูล สามารถเข้าสู่โหมดการพักการทำงานได้ เพื่อประหยัดพลังงานแบตเตอรี่ จะเปิดการใช้งานเมื่อกำหนดการใช้งาน โครงสร้างพื้นฐานของโนดแสดงในรูปที่ 2

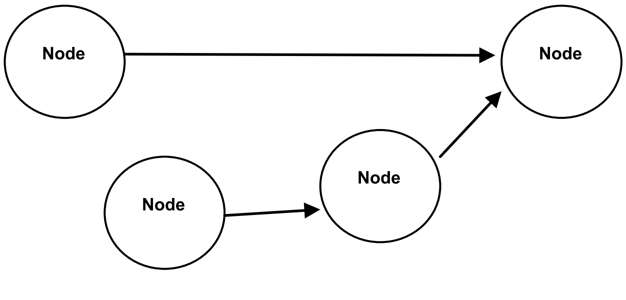
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของ ANT Network

Frequency band	2.4 GHz. (virtual channels 2400 MHz to 2524 MHz, physical channels : 1 MHz wide)
On-air data rate	1 Mbp/s (Actual throughput usually around 20 kbp/s.)
Modulation	GFSK
Output power	-20 dBm and +4 dBm (30 meters under ideal conditions.)
Collisions	Isochronous TDMA.
Payload Data	47%. (developer) ความเร็วการรับส่งสัญญาณไร้สาย (2.4 GHz RF Transceiver) ไม่ต่ำกว่า 2Mbps



รูปที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของโนดใน ANT Network

ระบบของการสื่อสารในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นแบบ Collection Tree Protocol(CTP) เป็นการส่งข้อมูลไปตามแต่ละโนดและข้อมูลจากทุกโนดจะถูกส่งเข้ามาที่ศูนย์กลางซึ่งจะแสดงไว้ดังรูป



รูปที่ 3 ลักษณะของ Collection Tree Protocol

5. การพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab/Simulink

เริ่มต้นทำการเขียนซอฟต์แวร์กำหนด ANT Network ให้ทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลแบบ ANT Network มีการตั้งค่า ANT Channel Type เป็น Master การกำหนดค่าให้ทำการส่งข้อมูลไปในอากาศในช่วงเวลาหนึ่งเพียงอย่างเดียวหรือกำหนดค่าให้เป็น Slave กำหนดค่าให้รับข้อมูลเพียงอย่างเดียว มีการกำหนดค่าความถี่คลื่นสัญญาณวิทยุ (2400MHz, ... , 2463MHz) กำหนดหมายเลขของอุปกรณ์และช่องจำนวนอุปกรณ์ (ระบุจำนวนอุปกรณ์ได้ 1-254) จากนั้นจะเป็นการอ่านค่าความเข้มของสัญญาณ (RSSI) เพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลหาตำแหน่งซึ่งจะต้องทำการเขียนส่วนของโปรแกรมเพื่อดึงค่าความเข้มของสัญญาณออกมาจากโนดที่กำลังทำการกระจายสัญญาณอยู่ การส่งแพ็กเก็ตจะเป็นในลักษณะ multi-hop ซึ่งเป็นการส่งแพ็กเก็ตไปให้โนดใกล้เคียงและให้โนดที่รับแพ็กเก็ตไปส่งต่อแพ็กเก็ต (Forward packet) ในลักษณะเดียวกันเป็นทอด ๆ จนกระทั่งถึงจุดหมาย

การเขียนโปรแกรมบนโนดเคลื่อนที่ โปรแกรมจะรับค่าความแรงของสัญญาณที่ส่งออกมาจากโนดต่างๆในบริเวณใกล้เคียง โดยโนดเหล่านี่จะอยู่กับที่และทราบตำแหน่งที่แน่นอน หลังจากนั้นโนดเคลื่อนที่จะส่งข้อมูลค่าความแรงสัญญาณทั้งหมดไปยังพอร์ตสื่อสารอนุกรม (UART) เพื่อใช้ในการประมวลผลหาค่าตำแหน่ง มีการกำหนดคุณสมบัติของพอร์ตสื่อสารอนุกรมทั้งฝั่ง Receiver และ Transmitter ให้เหมือนกันดังนี้ Start Bit เป็นสถานะ Low, จำนวนข้อมูลของ Data Bit เป็น 8 Bit, กำหนดชนิดของ Parity Bit เป็นแบบ None และStop Bit มีจำนวน 2 บิต

3. ผลการทดลอง

ใช้สายอากาศเครือข่ายแลนไร้สายประเภท omni type ทำการทดลองด้วยการจัดตั้งเสาตั้งฉากกับพื้นราบ แต่ละโนดสูงจากพื้น 1 เมตร แล้วทำการบันทึกค่า RSSI ในจุดที่ทำการทดสอบ โดยจะบันทึกทั้งหมด 3 ครั้งต่อ 1 จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ยค่า RSSI ของจุดนั้นๆ ทั้งนี้จุดที่ทดลองแต่ละจุดอยู่ห่างจากกันเป็นระยะทาง 2.5 เมตร โดยเริ่มต้นทำการทดสอบที่ระยะใกล้จุดที่โนดเคลื่อนที่ตั้งอยู่ที่ 2.5 เมตรเป็นจุดแรก และถัดไปทุกๆ 2.5 เมตร จนกว่าจะถึงจุดที่ไม่สามารถจับค่า RSSI ได้หรือค่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงถือว่าสิ้นสุดการทดลองครั้งนั้นๆ ทั้งนี้สถานที่ในการทดลองเป็นระเบียงตรงซึ่งเป็นทางเดินหน้าอาคารยาว 20 เมตรที่ไม่มีสิ่งกีดขวางอยู่บนระเบียง เพื่อให้เกิดลดทอนของคลื่นสัญญาณน้อยที่สุด

ทดลองรับค่าจากพอร์ตอนุกรมเมื่อโนดที่เคลื่อนที่รับค่าจากโนดต่างๆมา ก็ส่งข้อมูลที่รับได้ทั้งหมดมายังคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็นำค่าที่ได้มาแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทำการเก็บค่าความแรงสัญญาณการเก็บค่า RSSI เพื่อนำไปคำนวณเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยทางสถิติของแต่ละพิกัดตำแหน่ง ซึ่งกำหนดพิกัดไว้หนึ่งตำแหน่งเพื่อนำมาใช้

รูปที่ 4 แผนผังการวัดค่าระเบียงทางเดินอาคาร

ในการทดลองหาตำแหน่ง โดยจะใช้ระเบียงทางเดินอาคาร เป็นสถานที่ทดลอง ดังนั้นเราจะกำหนดตำแหน่งอ้างอิงขึ้นมา 6 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกันจุดละ 2 เมตร หลังจากนั้นจะหาค่าความแรงสัญญาณและเลขของโนดที่ส่งสัญญาณ ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของความแรงสัญญาณ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และยังได้จานวนครั้งที่ทำการวัดในแต่ละโนด

ตารางที่ 3 ค่า RSSI เทียบระยะทางจากจุดวัด

ระยะทางจากจุดวัด	โนดที่ 1	โนดที่ 2	โนดที่ 3
1m	-55	-55	-61
2m	-69	-69	-71
3m	-73	-72	-71
4m	-75	-71	-71
5m	-72	-73	-75
6m	-71	-81	-89
7m	-73	-78	-79

ตารางที่ 4 ผลการวัดซ้ำค่า RSSI เทียบกับระยะทาง

ระยะทางจากจุดวัด	โนด	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2
2 m	โนดที่ 1	-69	-61
	โนดที่ 2	-69	-69
	โนดที่ 3	-71	-69
4 m	โนดที่ 1	-75	-71
	โนดที่ 2	-71	-68
	โนดที่ 3	-71	-68
8 m	โนดที่ 1	-71	-71
	โนดที่ 2	-82	-77
	โนดที่ 3	-81	-77

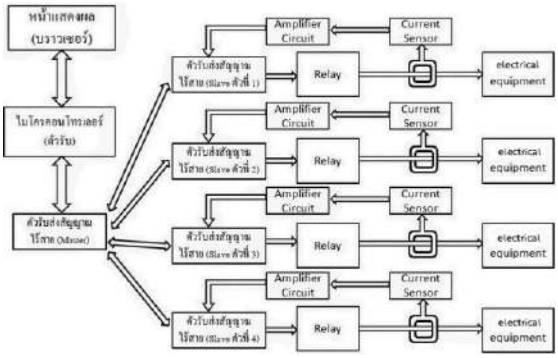
จะสังเกตได้ว่าค่าทีวัดได้จากตารางที่ 3 และจาดตารางที่ 4 มีความผิดพลาดอยู่บ้างซึ่งมีความผิดพลาดสูงสุดประมาณ 4 เมตรจากการทดลองรวมทั้งหมด 2 ครั้ง (การวัดครั้งที่ 1, การวัดครั้งที่ 2) ซึ่งค่าความผิดพลาดดังกล่าวอาจเกิดได้หลายกรณี โดยบางส่วนอาจเกิดจากการวัดที่คลาดเคลื่อนเพราะสภาพแวดล้อมในอาคาร

การทดลองบอกตำแหน่งโนดที่เคลื่อนที่ภายในอาคาร โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟใน

อาคาร ส่งสัญญาณเป็นทอดๆ และส่งพิกัดตำแหน่งที่โนดเคลื่อนที่ส่งมาให้เพื่อแสดงตำแหน่งในอาคาร

รูปที่ 5 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟแสดงดังรูปที่ 7 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายแต่ละตัวจะใช้ควบคุมหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง 1 ดวง โดยสามารถสั่งเปิดปิดหลอดไฟแต่ละดวงได้จากอินเตอร์เน็ตผ่านทางหน้าบราวเซอร์ โครงสร้างการทำงานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟแสดงดังรูปที่ รูปที่ 8



รูปที่ 6 โครงสร้างการทำงานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย
เพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟจะถูกติดตั้งภายในบริเวณอาคารและในห้องต่างๆ ตามระยะที่กำหนดจากการออกแบบแสงสว่างภายในอาคาร เมื่อโนดเคลื่อนที่ผ่านเข้ามายังบริเวณใดในอาคารก็จะส่งพิกัดตำแหน่งผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายไปแสดงยังหน้าจอคอมพิวเตอร์ จากภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นว่าโนดเคลื่อนที่อยู่หน้าห้องหมายเลข 227 ชั้นสองภายในอาคาร ผลจากการทดลองบอกตำแหน่งโนดที่เคลื่อนที่ภายในอาคารพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายที่โนด แต่ละตัวมีค่า RSSI ไม่เท่ากันทุกตัวยกตัวอย่างเช่น ที่ระยะ 3m อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย 2 ตัวอาจจะให้ค่า RSSI ไม่เท่ากัน ทำให้ในการใช้งานจริงควรจะต้องมีการปรับเทียบค่า RSSI ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายแต่ละตัวก่อนทำการติดตั้งใช้งาน

3. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและทดสอบระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จากงานวิจัยทำให้ทราบถึงผลความคลาดเคลื่อนโดยรวมของการทดสอบหาตำแหน่งทั้งจากอุณหภูมิ ความชื้น และสภาพของบริเวณอาคารที่ทำการทดลอง เนื่องจากความแรงสัญญาณที่วัดได้มีความไวต่อสิ่งแวดล้อมมาก ซึ่งถ้าหากมีคนบังสัญญาณหรือวางใกล้กับวัตถุที่สะท้อนคลื่นวิทยุได้ดีจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัด

4. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนในการทำโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

[1] Kaveh Pahlavan ,“Wireless Information Networks”, John Wiley & Sons INC, pp. 37-76, 1995.

[2] Erin-Ee-Lin Lau., and Wan-Young Chung, “Enhanced RSSI-based Real-time User Location Tracking System for Indoor and Outdoor Environments”. ICCIT 2007: 1213–1218, 2007.

[3] Akyildiz, IF., and Stuntebeck, “EP. Wireless underground sensor networks: research challenges”. Ad Hoc Networks, 4 (6): 669-686, 2006.

[4] Nordic Semiconductor, “nRF51 Series Reference Manual v2.1,” November 2013.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

แอปพลิเคชันช่วยเหลือผู้เป็นตาบอดสีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Color Blinder Assistant Application for Android

นายไพบูลย์ พัฒนเสถียร[1] และนางสาวจรรยา สายนุ้ย[2]

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: [1]s5610210619@psu.ac.th, [2]janya.s@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ตาบอดสีเป็นอาการผิดปกติของการมองเห็นสีที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ที่เป็นตาบอดสีมากพอสมควร เนื่องจากผู้เป็นตาบอดสีไม่สามารถมองเห็นสีได้เหมือนกับบุคคลทั่วไป อาจส่งผลให้เกิดความเข้าใจผิดในการสื่อสารหรือการเลือกซื้อสิ่งของต่างๆ ให้ตรงตามสีที่ต้องการ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสมาร์ทโฟนได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้ใช้มากขึ้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อเป็นผู้ช่วยในการบอกสีของสิ่งต่างๆ สำหรับผู้เป็นตาบอดสีผ่านทางสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอปพลิเคชันจะบอกสีของสิ่งต่างๆ ผ่านทางรูปภาพ เมื่อผู้ใช้ชี้ตำแหน่งของภาพที่ต้องการทราบสี แอปพลิเคชันจะแสดงข้อความเพื่อบอกชื่อสีแก่ผู้ใช้ นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังมีเมนูสำหรับให้ผู้เป็นตาบอดสีเรียนรู้จำสี และมีแบบทดสอบการรู้จำสี เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เป็นตาบอดสีที่ต้องการเรียนรู้จำสีอีกด้วย

คำสำคัญ: ตาบอดสี, แอปพลิเคชั่น, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Abstract

Color blindness is the decreased ability to see color or differences in color. It can make a difficulty for communication or buying things, for example. However, nowadays, smart phones play an important role in daily life. Therefore, we have an idea to develop a Color Blinder Assistant application on android in order to help people who are color blind know the colors around them. To use this application, users have to point the location in the image where they need to know the color, and then the color name will be displayed on the screen of smart phone. Moreover, we provide the menus for color learning and color testing, so that users can learn about colors by themselves.

Keywords: color blindness, android application

1. บทนำ

ตาบอดสี (Color blindness) [1] เป็นอาการที่เซลล์ประสาทในม่านตาทำงานบกพร่อง ทำให้ดวงตาไม่สามารถที่จะมองเห็นสีบางสีได้ ตาบอดสีมีหลายชนิด ชนิดที่ทุกคนรู้จักโดยทั่วไปได้แก่ ตาบอดสีที่มองสีเขียวกับสีแดงไม่เห็น ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถแยกสีแดงกับสีเขียวจากสีอื่นๆ ได้ ดังนั้นคนตาบอดสีชนิดนี้จะมองเห็นสิ่งต่างๆ ในโลกเป็นสีน้ำเงิน สีเหลือง สีขาว สีดำ สีเทา และส่วนผสมของสีเหล่านี้ทั้งหมด ปัจจุบันคนเป็นตาบอดสีมีเยอะมากประมาณ 8% ของประชากร และจะพบในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง [2] แม้ผู้เป็นตาบอดสีสามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติ แต่มีบางครั้งที่อาจจะต้องการทราบว่าสิ่งต่างๆ นั้นมีสีอะไร เพื่อใช้ในการสื่อสาร หรือเลือกซื้อสิ่งของให้ได้สีตรงตามที่ต้องการ ภาวะตาบอดสีจึงส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันมากพอสมควร

ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสามาร์ทโฟนเพื่อเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เป็นตาบอดสีบอกสีสิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าแอปพลิเคชันช่วยบอกสีจะถูกพัฒนามาบ้างแล้ว เช่น Color Blind Mate, Color Blind Pal แต่แอปพลิเคชันเหล่านี้บอกชื่อสีเป็นภาษาอังกฤษที่มีหลายระดับของชื่อสี ซึ่งยากแก่การเข้าใจว่าคือสีอะไร เพราะฉะนั้นผู้ใช้ที่ไม่รู้ภาษาอังกฤษไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันนี้ได้ บทความนี้จึงนำเสนอแอปพลิเคชันเพื่อเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับคนไทยที่เป็นตาบอดสี โดยแอปพลิเคชันจะบอกชื่อสีเป็นภาษาไทย ที่เป็นสีพื้นฐานที่เข้าใจง่าย เช่น สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง เป็นต้น

แอปพลิเคชันถูกพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วย 3 เมนูหลัก ได้แก่เมนูช่วยบอกสี (Color Naming) เมนูเรียนรู้จำสี (Learning) และเมนูทดสอบการรู้จำสี (Testing) ในส่วนของการช่วยบอกชื่อสีแอปพลิเคชันจะบอกชื่อสีผ่านทางรูปภาพ ผู้ใช้สามารถถ่ายภาพผ่านแอปพลิเคชันหรือเลือกรูปภาพจากแกลเลอรี่ได้ เมื่อผู้ใช้ชี้ตำแหน่งของภาพที่ต้องการทราบสี แอปพลิเคชันจะแสดงข้อความเพื่อบอกชื่อสีแก่ผู้ใช้ สำหรับส่วนเรียนรู้จำสีและส่วนทดสอบการรู้จำสีนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เป็นตาบอดสีที่ต้องการเรียนรู้จำสี ให้สามารถฝึกฝน เรียนรู้จำสีต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. ภาพดิจิตอล (Digital Image)

ภาพดิจิตอล (Digital Image) [3] เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากภาพอนาล็อกให้อยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาล็อกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่าพิกเซล (pixel) แต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งด้วยค่าโคออดเนต (x,y) ดังนั้นภาพแบบดิจิตอลจึงสามารถอธิบายได้ด้วยเมทริกซ์ขนาด M x N เมื่อ M และ N คือจำนวนพิกเซลในแกน X และ Y ตามลำดับ

ค่าของพิกเซล ณ จุด (x,y) ใดๆ จะถูกแสดงด้วยค่าความเข้มของแสง โดยทั่วไปภาพจะมีความเข้มของแสงตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ถ้า 2 ระดับคือพิกเซลมีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น ภาพที่ได้จึงเป็นภาพขาวดำ โดยค่า 0 แทนสีดำและค่า 1 แทนสีขาว แต่ระดับที่นิยมใช้กันมากคือค่าระดับความเข้มของแสง 256 ระดับ ซึ่งทำให้ค่าของพิกเซลอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 โดยถ้าค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าพิกเซลนั้นมีความสว่างน้อยหรือค่อนข้างดำ แต่ถ้าพิกเซลนั้นมีค่า 255 แสดงว่ามีความสว่างมากหรือเป็นสีขาว

2.2. ภาพ RGB (RGB Image)

ภาพแบบดิจิตอลที่ประกอบด้วยพิกเซลขนาด M x N และแต่ละพิกเซลแทนด้วยด้วยค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 นั้น ภาพที่ได้จะเป็นภาพ Grayscale ส่วนภาพ RGB [3] เป็นภาพที่แต่ละพิกเซลประกอบด้วย 3 ค่าสี ได้แก่ค่าสีแดง (Red) ค่าสีเขียว (Green) และค่าสีน้ำเงิน (Blue) โดยทั่วไปแต่ละค่าสีมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ดังนั้นภาพ RGB จึงเป็นภาพที่เก็บอยู่ในอาร์เรย์ขนาด M x N x 3 เมื่อ M และ N คือจำนวนพิกเซลในแกน X และ Y ตามลำดับ ส่วน 3 คือแต่ละพิกเซลประกอบด้วยตัวเลข 3 ค่า แทนความเข้มของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ

2.3. ขั้นตอนวิธี k-Nearest Neighbor (kNN)

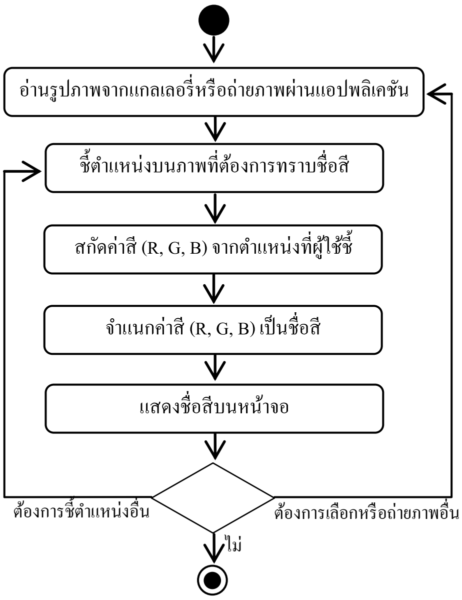
ในระบบคอมพิวเตอร์ ภาพ RGB สามารถแทนสีได้ประมาณ 16 ล้านสี ซึ่งในความเป็นจริงเราไม่สามารถแทนชื่อสีได้ทั้ง 16 ล้านสี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องลดจำนวนสี โดยการจำแนกสีที่อ่านโดยคอมพิวเตอร์ออกเป็นกลุ่มสีที่สามารถเรียกชื่อและเข้าใจได้โดยทั่วไป เช่น สีแดง สีเขียว สีเหลือง เป็นต้น ซึ่งการจำแนกสี (Color classification) เป็นการจำแนกหรือตัดสินใจว่าค่าสีที่คอมพิวเตอร์อ่านได้นั้น มีชื่อสีว่าอะไร โดยในบทความนี้จะประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธี *k*-Nearest Neighbor (kNN) สำหรับการจำแนกสี

k-Nearest Neighbor (kNN) [4] เป็นขั้นตอนวิธีสำหรับการจำแนกข้อมูลแบบมีผู้สอน (Supervised Learning) โดยเป้าหมายของขั้นตอนวิธีนี้คือต้องการจำแนกข้อมูลใหม่ (Test data) ที่เข้ามาว่าควรจัดอยู่ในข้อมูลกลุ่มใด เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วในระบบ (Train data) ซึ่งข้อมูลที่มีอยู่แล้วในระบบเป็นข้อมูลที่มีการระบุชนิดหรือจัดกลุ่มไว้แล้ว การทำงานของขั้นตอนวิธีนี้คือ การหาระยะห่างระหว่าง Test data กับ Train data ทุกตัว เพื่อหาว่าข้อมูลจำนวน *k* ตัวที่อยู่ใกล้ Test data มากที่สุดคือข้อมูลตัวใดบ้าง จากนั้นตรวจสอบว่าข้อมูล *k* ตัวที่ได้จัดอยู่ในข้อมูลกลุ่มใดมากที่สุด ก็จะได้คำตอบว่า Test data จัดอยู่ในกลุ่มนั้น

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

แอปพลิเคชัน Color Blinder Assistant ประกอบด้วย 3 เมนูหลัก ได้แก่ เมนูช่วยบอกสี (Color Naming) เมนูเรียนรู้จำสี (Learning) และเมนูทดสอบการรู้จำสี (Testing) ซึ่งแต่ละเมนูมีการทำงานดังนี้

3.1. เมนูช่วยบอกสี

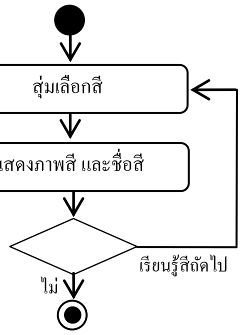


รูปที่ 1 การทำงานของเมนูช่วยบอกสี

รูปที่ 1 แสดงการทำงานของเมนูช่วยบอกสี โดยเมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพหรือเลือกรูปภาพจากแกลเลอรี่แล้ว ผู้ใช้จะต้องชี้ตำแหน่งบนภาพที่ต้องการทราบชื่อสี หลังจากนั้นแอปพลิเคชันจะทำการสกัดค่าสีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) จากตำแหน่ง (พิกเซล) ที่ผู้ใช้ชี้ เพื่อนำไปทำการจำแนกสี ว่าตำแหน่งที่ผู้ใช้ชี้คือสีอะไร และจะแสดงชื่อสีบนหน้าจอสมาร์ทโฟน โดยผู้ใช้สามารถชี้ตำแหน่งใหม่บนภาพเดิมหรือเลือกรูปภาพใหม่ได้จนกว่าจะออกจากเมนู สำหรับรายละเอียดการจำแนกค่าสี (R, G, B) เป็นชื่อสี จะกล่าวถึงในหัวข้อย่อย 3.4 ต่อไป

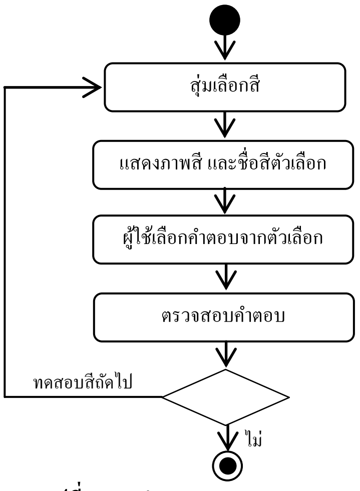
3.2. เมนูเรียนรู้จำสี

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานของเมนูเรียนรู้จำสี โดยเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ แอปพลิเคชันจะแสดงภาพสีต่างๆ พร้อมบอกชื่อสีทีละสีจากการสุ่ม ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะเรียนรู้สีถัดไปได้เรื่อยๆ หรือจะออกจากเมนูก็ได้



รูปที่ 2 การทำงานของเมนูเรียนรู้จำสี

3.3. เมนูทดสอบการรู้จำสี



รูปที่ 3 การทำงานของเมนูทดสอบการรู้จำสี

รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานของเมนูทดสอบการรู้จำสี โดยแอปพลิเคชันแสดงภาพสีซึ่งได้จากการสุ่มทีละสี ผู้ใช้จะต้องเลือกชื่อสีให้ตรงกับสีที่แสดง หากคำตอบถูกต้อง แอปพลิเคชันจะแสดงข้อความว่า “ถูกต้อง” บนหน้าจอสมาร์ทโฟน แต่หากคำตอบไม่ถูกต้อง แอปพลิเคชันจะแสดงข้อความ “ผิด” ผู้ใช้จะต้องเลือกตัวเลือกใหม่จนกว่าจะเลือกคำตอบที่ถูกต้อง จึงจะเลื่อนไปทำการทดสอบสีอื่นได้โดยผู้ใช้สามารถเลื่อนไปทดสอบสีอื่นได้เรื่อยๆ หรือจะออกจากเมนูก็ได้

3.4. การจำแนกหรือระบุชื่อสี

การจำแนกสีประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ การกำหนดชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Train data) และการจำแนกสีของพิกเซลที่ผู้ใช้ชี้ไปยังสีที่ใกล้เคียงที่สุดใน Train data

การกำหนดชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้: กำหนดให้ $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^{n}$ เป็นชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ เมื่อ n คือจำนวนข้อมูลสำหรับเรียนรู้ทั้งหมด โดย $x_i = (r,g,b)$ คือเวกเตอร์ 3 มิติ ซึ่งแต่ละมิติเก็บค่าสีแดง (r) สีเขียว (g) และสีน้ำเงิน (b) และ y_i คือชื่อสีของ x_i ซึ่งมีทั้งชื่อสีที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตัวอย่างการกำหนดชุดข้อมูล $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^{n}$ แสดงดังตารางที่ 1 โดยสีหนึ่งสีจะมีตัวแทนข้อมูลมากกว่าหนึ่งตัว ในบทความนี้สีที่ใช้ในการอ้างอิงการกำหนดชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ประกอบด้วย 141 สี ซึ่งอ้างอิงจาก https://www.w3schools.com/colors/colors_groups.asp โดยถูกจำแนกตามชื่อสีภาษาไทยได้เป็น 12 กลุ่มสี ได้แก่ ชมพู ม่วง แดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า น้ำเงิน น้ำตาล ขาว เทา และดำ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างค่าสี $x_i = (r,g,b)$ และชื่อสี y_i

i	x_i			y_i	
	r	g	b	ไทย	อังกฤษ
1	255	192	203	สีชมพู	Pink
2	255	182	193	สีชมพู	LightPink
…	…	…	…..	…	
j	230	230	250	สีม่วง	Lavender
...	...	...	...	...	
n	0	0	0	สีดำ	Black

การจำแนกสีจากพิกเซลที่ผู้ใช้ชี้ไปยังสีที่ใกล้เคียงที่สุด: กำหนดให้ $z = (r,g,b)$ เป็นเวกเตอร์ 3 มิติ ซึ่งแต่ละมิติเก็บค่าสีแดง (r) สีเขียว (g) และสีน้ำเงิน (b) ของพิกเซลที่ผู้ใช้ชี้ ขั้นตอนวิธีเพื่อหาว่าพิกเซล z คือสีอะไร แสดงดัง Algorithm 1 ซึ่งประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธี k-nearest neighbor โดยที่ k=1 ในการจำแนกสีของพิกเซลที่ผู้ใช้ชี้ไปยังสีที่ใกล้เคียงที่สุด

Algorithm 1 : GetColorName

Input: $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^{n}$ and z

Output: colorName

```
1. minDistance = maxValue
2. For i = 1 To n
3.    distance = || x_i – z||_2
4.       If distance < minDistance
5.          minDistance = distance
6.          colorName = y_i
7.       End If
8. End For
9. Return colorName
```

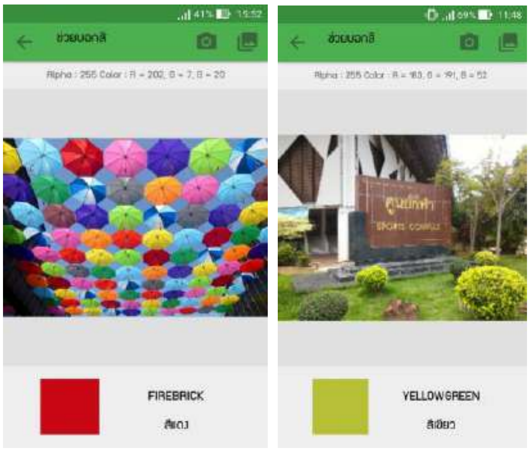
จาก Algorithm 1 กำหนดให้ $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^{n}$ คือชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Train data) ที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ และ z คือข้อมูลทดสอบ (Test data) ซึ่งก็คือพิกเซลที่ต้องการทราบชื่อสี การทำงานหลักๆ คือคำนวณระยะห่างระหว่างพิกเซลที่ผู้ใช้ชี้ (z) กับข้อมูลที่มีการระบุชื่อสีแล้วในระบบ (x_i) ทุกตัว โดยในที่นี้จะใช้ Euclidean Distance ในการคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูล (บรรทัดที่ 3) บรรทัดที่ 4-7 จะเป็นการตรวจสอบเพื่อหาข้อมูลที่อยู่ใกล้ z มากที่สุด และสุดท้าย z จะมีชื่อสีเดียวกับข้อมูลที่อยู่ใกล้มากที่สุด

4. ผลการพัฒนาระบบ

รูปที่ 4 แสดงหน้าจอแรกเมื่อผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชัน Color Blinder Assistant ซึ่งประกอบด้วยปุ่มสำหรับเข้าสู่เมนูช่วยบอกสี ปุ่มสำหรับเข้าสู่เมนูเรียนรู้จำสี และปุ่มเข้าสู่เมนูทดสอบการรู้จำสี

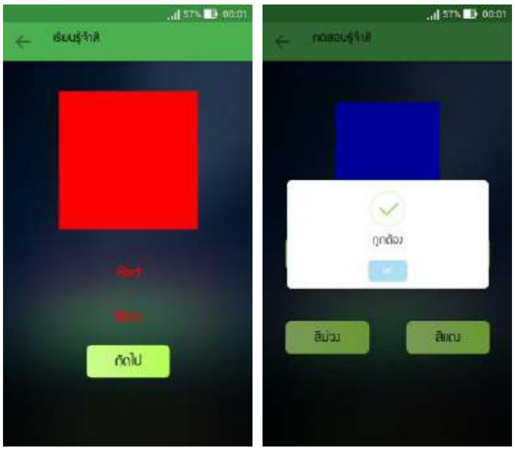
รูปที่ 4 หน้าจอแรกของแอปพลิเคชัน

กรณีที่ผู้ใช้ต้องการทราบสีของสิ่งต่างๆ ให้ผู้ใช้เลือกเมนูช่วยบอกสี จากนั้นกดปุ่มเพื่อถ่ายภาพ หรือกดปุ่มเลือกรูปภาพที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟน เมื่อผู้ใช้ชี้ไปยังตำแหน่งในรูปภาพที่ต้องทราบชื่อสี สีที่ผู้ใช้ชี้และชื่อสีที่ได้จากการนำแนกจะปรากฏบนจอดังตัวอย่างในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแสดงชื่อสีของสิ่งของบนหน้าจอ

รูปที่ 6 แสดงหน้าจอการเรียนรู้จำสี (รูปซ้าย) และหน้าจอทดสอบการรู้จำสี (รูปขวา) ทั้งสองเมนูจะแสดงสีทีละสีเพื่อให้ผู้ใช้เรียนรู้หรือทดสอบ โดยผู้ใช้สามารถออกจากเมนูทั้งสองได้ตลอดเวลาเมื่อต้องการ



รูปที่ 6 หน้าจอการเรียนรู้จำสี และหน้าจอทดสอบการรู้จำสี

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอแอปพลิเคชัน Color Blinder Assistant ซึ่งเป็นแอปพลิชันที่พัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้กับผู้เป็นตาบอดสี โดยแอปพลิเคชันสามารถช่วยบอกชื่อสีของสิ่งต่างๆ ผ่านทางรูปภาพ ซึ่งสามารถถ่ายภาพผ่านแอปพลิเคชันได้ หรือจะเลือกรูปภาพจากแกลเลอรี่ก็ได้ นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังมีเมนูสำหรับให้ผู้เป็นตาบอดสีได้เรียนรู้ชื่อสี และทดสอบการรู้จำสีต่างๆได้ด้วยตัวเองอีกด้วย จากการประเมินผลการบอกชื่อสีของระบบ พบว่าระบบบอกชื่อสีได้เป็นที่น่าพอใจ

แนวทางการพัฒนาต่อคือจะพัฒนาขั้นตอนวิธีในการจำแนกสีให้ได้ผลลัพธ์ถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น โดยอาจจะเพิ่มจำนวนตัวอย่างสีในแต่ละกลุ่มสีใน Train data และเพิ่มจำนวน k เช่น k = 3 ในขั้นตอนวิธี *k*-nearest neighbor หรือพัฒนาขั้นตอนวิธีอื่นสำหรับการจำแนกสีให้ถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ตาบอดสี [Online]. Available: https://th.wikipedia.org/wiki/ตาบอดสี (Access date 4 January 2017)

[2] โรคตาบอดสี (Color blindness) [Online]. Available: http://www.laservisionthai.com/health-corner/โรคตาบอดสี -color-blindness (Access date 4 January 2017)

[3] Digital Image Structure [Online]. Available: http://www.dspguide.com/ch23/1.htm (Access date 4 January 2017)

[4] k-nearest neighbors algorithm [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm (Access date 11 January 2017)

ระบบวัดการใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้งานลักษณะไอโอที

IoT-based Energy Profiling System for Electronic Devices

คณิตกร ขันเชื้อ และ เรวัต ศิริโภคาภิรมย์
ภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
Email: kanitkon.k@eng.kmutnb.ac.th, rawat.s@eng.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (ไอโอที) คือเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างอุปกรณ์อัจฉริยะ และได้รับความสนใจในการประยุกต์ใช้งานเพิ่มมากขึ้น เช่น ในด้านเกษตรกรรม ดูแลสุขภาพ และบ้านอัจฉริยะ เป็นต้น บทความนี้นำเสนอการออกแบบในเชิงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อสร้างระบบวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์-สมองกลฝังตัว โดยพัฒนาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานในลักษณะไอโอทีได้ ราคาถูก พกพาได้ เหมาะสำหรับนำไปทดสอบกับอุปกรณ์ประเภทไอโอทีที่เน้นการใช้พลังงานต่ำ จุดเด่นของระบบนี้คือการใช้งานผ่านหน้าเว็บโดยเข้าถึงได้ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายและสามารถเชื่อมต่อกับระบบไอโอทีคลาวด์ภายนอก ผ่านโปรโตคอล MQTT ระบบนี้จะช่วยให้นักพัฒนาเข้าใจพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่นำมาทดสอบได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (ไอโอที), การวัดอัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไอโอที, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

Internet of Things (IoT) is an enabling technology that allows for the inter-networking of smart physical devices. There is an increasing interest in IoT applications, for instance, in the fields like agriculture, healthcare, smart homes, etc. This paper presents the design and the hardware & software implementation of a low-cost, portable, IoT-based energy profiling system which can be used to measure and analyze the power consumption of embedded electronic devices, especially for those used in low-power IoT applications. The key feature of this system is that it provides a Web user interface accessible through Wi-Fi and can connect to an IoT cloud via MQTT. This tool will help the developer to better understand the power consumption behavior of a device under test.

Keywords: Internet of Things (IoT), Energy Profiling of IoT Devices, Web Applications

1. บทนำ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ ไอโอที เป็นเทคโนโลยีที่เริ่มมีบทบาทในชีวิตประจำวัน ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ตทำให้รับรู้สถานะการทำงานและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นได้ มีการคาดการณ์ว่า จำนวนและความหลากหลายของอุปกรณ์ประเภทนี้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในอนาคต การพัฒนาสินค้าผลิตภัณฑ์ในกลุ่มไอโอที มีหลายประเด็นที่ควรพิจารณา เช่น การทำงานของซอฟต์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์ที่อาจมีทรัพยากรจำกัด ความปลอดภัย ความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และการใช้พลังงานต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน นักพัฒนาจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์ และศึกษาพฤติกรรมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ เครื่องมือที่นิยมใช้มักมีราคาแพง เช่น การใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานชันท์ (Shunt Resistor) เพื่อวัด และดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณกระแสในเชิงเวลา ที่ไหลผ่านโหลด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบที่มีราคาประหยัด ขนาดเล็ก และสามารถนำไปใช้วัดและศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเน้นที่อุปกรณ์ประเภทไอโอที ผู้ใช้สามารถวัดระดับแรงดันไฟเลี้ยง DC และปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานชันท์ไปยังอุปกรณ์ รับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT [1] ไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยผ่านเครือข่ายไร้สาย และเชื่อมต่อไปยังระบบคลาวด์ภายนอกได้ นอกจากนั้นผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานและแสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดผ่านหน้าเว็บซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน รวมถึงบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์เช่น .CSV ได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Green IT [2] เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศที่สร้างความตระหนักถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ การศึกษาพฤติกรรมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน เป็นสิ่งที่นักวิจัยหลายคนให้ความสนใจ การพัฒนาเครื่องมือสำหรับช่วยวิเคราะห์และศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น

GreenMiner [3] เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ขณะทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno เป็นตัวอ่านค่าจากโมดูลเซนเซอร์ INA219B [6] เพื่อวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้สมาร์ตโฟน สามารถอ่านข้อมูลได้ประมาณ 50 ครั้งต่อวินาที ข้อมูลที่ได้จาก Arduino Uno จะถูกส่งผ่านพอร์ต USB ไปยังบอร์ด Raspberry Pi Model B เพื่อจัดเก็บข้อมูลและให้บริการผ่าน Web Service

งานวิจัย [4] นำเสนอการวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของวงจรดิจิทัลโดยใช้บอร์ด FPGA สองบอร์ดที่แตกต่างกัน และศึกษาดูว่าการเลือกค่าให้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมของชิป เช่น ความถี่ของสัญญาณ Clock และประเภทของทรัพยากรภายในชิปที่ใช้ มีผลอย่างไรต่อการใช้พลังงานของวงจรตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ในส่วนของการวัดพลังงานได้ใช้ชิป INA219B โดยอ่านค่า 128 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย แล้วส่งค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลผ่านพอร์ต USB ไปยังคอมพิวเตอร์

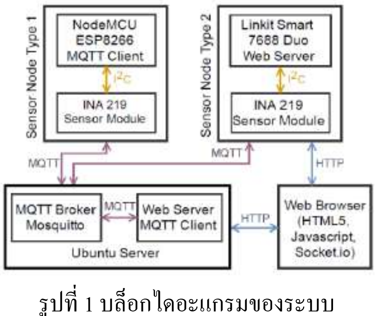
งานวิจัย [5] ได้เปรียบเทียบคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว เพื่อนำมาใช้สำหรับงานประมวลผลภาพทางอากาศ ซึ่งจะต้องติดตั้งไปกับเครื่องบินขนาดเล็กหรือโดรน นอกจากการวัดความเร็วในการประมวลผลแล้ว ยังได้วัดอัตราการใช้พลังงานของบอร์ดที่นำมาทดสอบ โดยใช้บอร์ด Arduino Nano และโมดูลเซนเซอร์ INA219B

ในเชิงเปรียบเทียบงานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องมือสำหรับวัดพลังงาน ที่มีจุดเด่นคือเป็นอุปกรณ์ไอโอที สามารถเชื่อมต่อได้หลายอุปกรณ์ผ่านระบบเครือข่ายพร้อมกัน โดยใช้โปรโตคอล MQTT ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับการเชื่อมต่อกับระบบ IoT Cloud อีกหลายระบบ ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นความแตกต่างจากเครื่องมือที่ใช้ในตัวอย่างงานวิจัยตามที่ได้นำมาอ้างอิง แม้ว่าจะใช้โมดูลเซนเซอร์ INA219B เหมือนกัน

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

สถาปัตยกรรมของระบบที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 ส่วนได้แก่ 1) Sensor Node 2) Ubuntu Server / MQTT Broker 3) Web Server และ 4)Web Browser โดยที่สามส่วนแรกสื่อสารกันใช้โปรโตคอล MQTT ผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

3.1.1 Sensor Node

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดพลังงานตามสถาปัตยกรรมที่นำเสนอนั้น แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดแรก (Type1) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ชิปประเภท WiFi System on Chip (SoC) ซึ่งมีซีพียูรวมกับวงจรสื่อสารเชื่อมต่อไร้สายไว้ในชิปเดียวกันเช่นโมดูล ESP8266 [7] และ EMW3165 [8] เป็นต้น งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โมดูล ESP8266 เนื่องจากเป็นที่นิยม ราคาถูก และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ชนิดที่สอง (Type2) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ชิปประเภท SoC ที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor Unit: MPU) และไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller Unit: MCU) รวมไว้บนบอร์ดเดียวกัน (หรือรวมอยู่ในชิปเดียวกัน) หรือเรียกว่า "*MPU-MCU Hybrid*" ในส่วน MPU รองรับการใช้งานระบบปฏิบัติการ Embedded Linux ในขณะที่ MCU เหมาะสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รอบข้างเช่นโมดูลเซนเซอร์ งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ LinkIt Smart 7688 Duo [8] เนื่องจากมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับบอร์ดอื่น เช่น Arduino Yún และ Intel Galileo Gen 2 เป็นต้น อุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดสามารถใช้ไฟเลี้ยง 5 V จาก USB ได้

ตารางที่ 1 และ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุปกรณ์ทั้งสองประเภทและเห็นได้ว่า Type2 มีราคาแพงกว่า Type1 แต่มีหน่วยความจำและความสามารถในการประมวลผลสูงกว่า ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Linux และทำงานเป็น Web Server ได้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบ SensorNode Type1 และ Type2

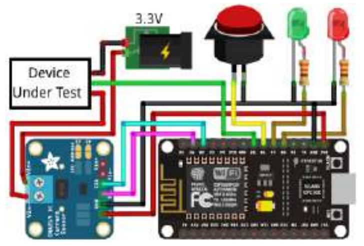
	Type1	Type2
WiFi(2.4GHz)	✓	✓
LAN	✗	✓
FileStorage	✗	✓(micro SD)
Memory Range	< 128kB	< 512MB
HTTP / MQTT Support	✓	✓
Price Range(THB)	< 1,000	1,000 … 5,000

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบ ESP8266 และ LinkIt Smart 7866 Duo

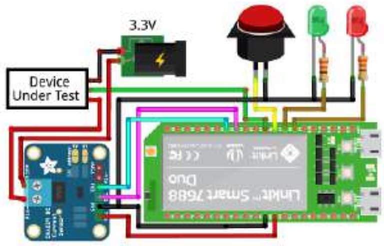
	ESP8266	LinkItSmart 7866 Duo
MCU	Tensilica L106	ATmega32U4
MPU	—	MIPS 24KEc
RAM	96KB	128 MB
MicroSD	—	Up to 64 GB
OS	—	OpenWrt v15.05

อุปกรณ์ Sensor Node แต่ละชนิดแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ บอร์ดที่มีตัวประมวลผล และ โมดูลเซนเซอร์วัดกระแสและแรงดันไฟเลี้ยงที่ป้อนให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับวัตถุประสงค์นี้ได้เลือกใช้ไอซี INA219B ของบริษัท Texas Instruments เป็นการวัดกระแสด้าน High-Side ที่ป้อนให้กับอุปกรณ์ (หรือโหลดไฟฟ้า) โดยผ่านตัวต้านทาน 0.1 Ω

ไอซีนี้สามารถวัดกระแสไม่เกิน 3.2 A และแรงดันไม่เกิน 26 V(dc) และสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นได้ผ่านพอร์ต I^2C การเชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์ Sensor Node เป็นไปดังรูปที่ 2 และ 3



รูปที่ 2 แผนภาพการเชื่อมต่อวงจรสำหรับอุปกรณ์ Type1



รูปที่ 3 แผนภาพการเชื่อมต่อวงจรสำหรับอุปกรณ์ Type2

3.1.2 Ubuntu Server / MQTT Broker

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นหนึ่งในโปรโตคอลการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์(Machine-to-Machine:M2M) ที่ได้รับความนิยม มีการนำมาใช้กับ Public IoT Clouds เช่น NETPIE.io[9] เป็นต้น MQTT ใช้หลักการทำงานแบบ Publish / Subscribe โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) Broker เป็นตัวกลางในการจัดการรับส่งข้อมูล 2) Publisher ทำหน้าที่ส่งข้อความจากอุปกรณ์ไปยังBroker ตามหัวข้อ (Topic) ที่ระบุและ 3) Subscriber ทำการสมัครไปยัง Broker และคอยรับข้อมูลตามหัวข้อที่ระบุ ในการพัฒนาระบบได้นำ Mosquitto v1.4[10] มาติดตั้งใช้งานเป็น MQTT Broker สำหรับ Ubuntu Server

3.1.3 Web Server

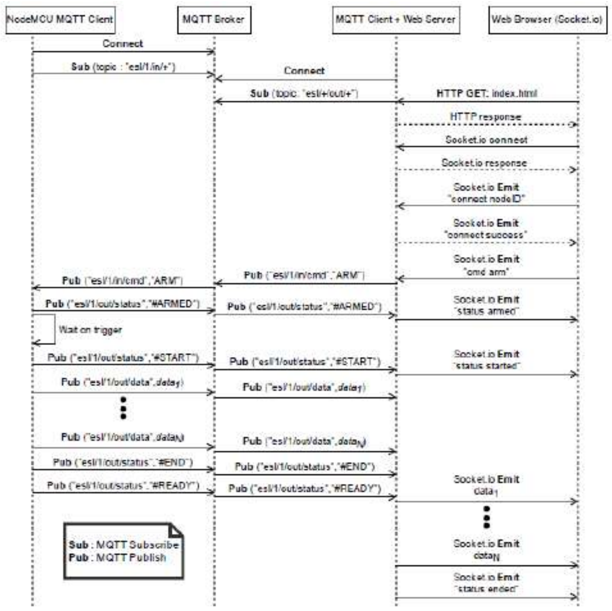
Node.JS เป็นภาษา JavaScript และเป็นภาษาหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาพัฒนาส่วน back-end ของ Web Application ในส่วนของ Web Server จะทำหน้าที่คอยให้บริการสำหรับ Web Browser (HTTP Client) เป็น GUI Front-end สำหรับผู้ใช้งาน และอีกหน้าที่หนึ่งคือเป็น MQTT Client คอยรับข้อมูลจาก MQTT Broker

3.1.4 Web Browser

ในการพัฒนา Web Application ได้ใช้ภาษา HTML5 / CSS3 / JavaScript สำหรับส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกผ่านทาง Web Browser สื่อสารกับ Node.JS Web Server ใช้โปรโตคอล Socket.io ในการรับส่งข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จาก Sensor Node แสดงผลเป็นรูปกราฟโดยใช้ JavaScript Charts

3.2. การทำงานเชิงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบ

การทำงานเชิงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบเป็นไปตามแผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ดังรูปที่ 4 เริ่มต้น ผู้ใช้งานเชื่อมต่อไปยัง Web Server (Node.JS) ด้วย Web Browser จากนั้น ระบุหมายเลขอุปกรณ์ (DeviceID), อัตราการอ่านข้อมูล และ จำนวนข้อมูลที่ต้องการแล้วจึงกดปุ่ม "Connect" เพื่อเชื่อมต่อไปยัง Web Server ที่ทำงานด้วย Node.JS ผ่านโปรโตคอล Socket.io เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วจึงกดปุ่ม "ARM" (หรือกดปุ่ม "DISARM" ถ้าต้องการยกเลิก) เมื่อ Web Server ได้รับข้อความจะส่งข้อมูลต่อไปยัง MQTT Broker จากนั้นเมื่อตัวอุปกรณ์ Sensor Node ที่ตรงตามหมายเลขได้รับคำสั่ง จะเข้าสู่โหมด "ARMED" และรอเงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน (Trigger Condition) ที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีขอบขาลง (Falling Edge) ที่ขาอินพุตดิจิทัลของอุปกรณ์ แล้วจึงเริ่มต้นอ่านและบันทึกข้อมูลจากโมดูลเซนเซอร์ไว้ในหน่วยความจำก่อน ตามระยะเวลา และจำนวนที่ตั้งค่าไว้ และเมื่อทำไปจนครบตามจำนวน จึงส่งสถานะ "READY" แจ้งเตือนกลับไปยังผู้ใช้ ข้อมูลที่เก็บไว้จะถูกส่งไปยัง MQTT Broker และส่งต่อไปยัง Web Server ในส่วนของ Web Browser ซึ่งทำงานด้วย JavaScript จะสามารถรับข้อมูลที่ส่งมาจาก Web Server ได้ผ่านโปรโตคอล Socket.io แล้วนำไปแสดงผลเป็นรูปกราฟด้วย JavaScript Charts ในกรณีของ Sensor Node Type2 มี Web Server ทำงานอยู่ภายใน และเชื่อมต่อกับ Web Browser ได้โดยตรงซึ่งแตกต่างจาก Type1 ที่จะต้องส่งข้อมูลต่อไปให้ Web Server ภายนอก



รูปที่ 4 แผนภาพลำดับการทำงานของระบบ

3.3 เทคนิคการวัดโดยใช้ไอซี INA 219 และเก็บข้อมูล

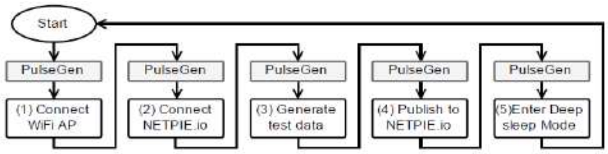
อัตราการอ่านข้อมูลจากโมดูลเซนเซอร์ INA219 ที่ทำงานโหมดต่อเนื่องถูกจำกัดด้วยปัจจัยหลักดังนี้ 1) ความสามารถในการอ่านและแปลงค่าเป็นดิจิทัล (ADC Timing) จากสัญญาณแอนะล็อก ตามเอกสาร Datasheet จะใช้เวลาประมาณ 0.5 msec 2) ความเร็วในการอ่านข้อมูลและจำนวนข้อมูลไบต์ที่ต้องอ่านแต่ละครั้งผ่านบัส I2C ในกรณีนี้

ได้เลือกใช้ความเร็วไม่เกิน 400kHz และ 3) ความเร็วในการประมวลผลของซีพียู จากการทดลองสามารถอ่านข้อมูลแรงดันและกระแสตามลำดับหนึ่งครั้ง ใช้เวลาไม่เกิน 1.5 msec เมื่อใช้ชิป ESP8266 (Type1) และไม่เกิน 2 msec เมื่อใช้ชิป ATmega 32u4 (Type2) ดังนั้น ถ้าต้องส่งข้อมูลที่อ่านได้ผ่านเครือข่ายในแต่ละครั้ง จะทำให้อัตราการอ่านข้อมูลน้อยกว่ากรณีที่ใช้วิธีที่อ่านและเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในหน่วยความจำก่อนส่งออกไปยัง MQTT Broker ในคราวเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดที่ขนาดของหน่วยความจำ ซึ่งจำกัดจำนวนและขนาดของข้อมูลที่เก็บได้สูงสุด

ในการทดสอบหาค่าความแม่นยำในการวัดของอุปกรณ์ได้วัดแรงดันตกคร่อม และ กระแสไหลผ่านตัวต้านทาน 10Ω / 5W โดยใช้แหล่งจ่าย DC และปรับให้ได้กระแสในช่วง 50, 100, ... , 250mA ตามลำดับ โดยอ่านค่าทั้งหมด 100 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบกับ YOKOGAWA รุ่น TY530 พบว่า มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±2%

4. วิธีและผลการทดสอบ

ในการทดสอบ และ สาธิตการทำงานของระบบได้ต่อฮาร์ดแวร์ดังรูปที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ต้นแบบวัดพลังงาน และ โมดูล ESP-07 ที่ใช้ชิป ESP8266 และพัฒนาโค้ดทดสอบการเชื่อมต่อกับ NETPIE.io โดยใช้ไลบรารี่ Microgear การทำงานของโค้ดทดสอบแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยตามแผนผังการทำงานในรูปที่ 5 เริ่มต้นด้วย (1) เชื่อมต่อ WiFi AP (2) เชื่อมต่อไปยัง NETPIE.io Cloud Server (3) สร้างข้อมูลทดสอบ 128 ไบต์ (4) ส่งข้อมูลไป NETPIE.io (5) เข้าสู่โหมด Deep Sleep เป็นเวลาเช่น 5 วินาทีและถูกปลุกให้ตื่นเพื่อทำขั้นตอนทั้งหมดซ้ำ ระหว่างการเปลี่ยนแต่ละขั้นตอนต่างๆ จะมีการสร้างสัญญาณ Pulse เป็นเวลา10 μsec ที่ขาเอาท์พุตดิจิทัลเพื่อใช้ระบุสถานะการทำงาน



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ

รูปที่ 6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบ (ซ้าย) และ เครื่องมือวัด (ขวา)

รูปที่ 7 เป็นตัวอย่างหน้าเว็บและกราฟแสดงข้อมูลที่ได้จากโมดูลเซนเซอร์ แบ่งเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (mW) ปริมาณกระแส (mA) และแรงดันไฟเลี้ยง (mV) ของอุปกรณ์ทดสอบตามลำดับ

รูปที่ 7 หน้าจอแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ

เมื่อพิจารณารูปกราฟจะเห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงเวลาของปริมาณทางไฟฟ้าที่วัดได้ และใช้สีจำแนกช่วงเวลา หรือ สถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่นำมาทดสอบ เช่น ช่วงที่ตื่น (Wake up) และเริ่มทำงานใช้พลังงานสูงสุด รองลงมาคือช่วงที่มีการเชื่อมต่อ WiFi และช่วงเวลาที่อยู่ในโหมด Deep Sleep ใช้พลังงานต่ำสุด (ต่ำกว่า 1 mW)

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้นำเสนอระบบสำหรับวัดและศึกษาการใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำไปใช้ได้จริง ระบบนี้ทำงานในลักษณะอุปกรณ์ประเภทไอโอทีได้ และ เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้พัฒนาระบบอื่นต่อไปในอนาคต สถาปัตยกรรมของระบบที่ได้นำเสนอไปนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดและเซนเซอร์ประเภทอื่นได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการวิจัยต่อยอด

6. เอกสารอ้างอิง

[1] MQTT, MQTT, http://mqtt.org/
[2] S. Murugesan, "*Harnessing Green IT: Principles and Practices*", IT Professional, vol. 10, no. 1, 2008, pp. 24–33.
[3] A. Hindle, et al.,"*GreenMiner: A Hardware Based Mining Software Repositories Software Energy Consumption Framework*", Proc. of 11th Conf. on Mining Software Repositories, India, May 2014, pp. 12-21.
[4] C. Cernazanu-Glavan, et al. "*Energy profiling of FPGA designs*", Proc. of IEEE International Symposium on Robotic and Sensors Environments (ROSE), 16-18 Oct. 2014, Romania, pp. 118-123.
[5] R. Jurevičius, et al., "*Energy efficient platform for sobel filter implementation in energy and size constrained systems*", AIEEE Workshop, 13-14 Nov. 2015, Latvia, pp. 1-5
[6] Texas Instruments, INA219B, http://www.ti.com/product/INA219
[7] Espressif, ESP8266 and ESP32, https://espressif.com/en
[8] Seeed Studio, Link Smart 7688 Duo, http://www.seeedstudio.com/
[9] NECTEC, NETPIE.io, https://netpie.io/
[10] Mosquitto, The Eclipse Foundation, http://mosquitto.org/

ระบบรายงานสภาพการจราจรบนเครือข่ายสังคมออนไลน์

Traffic Report System on Social Network

พิชัย สุวรรณลอยล่อง และภาณุวัฒน์ นกทอง
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
2086 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240 โทรศัพท์ 02-310-8577-8 ต่อ 221
E-mail: hanumaanx@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ทำการออกแบบระบบรายงานสภาพจราจรบนท้องถนนโดยภาพถ่ายแสดงผลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ ด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพอัตโนมัติ ควบคุมด้วยบอร์ดคอมพิวเตอร์ราสพ์เบอร์รีพาย เชื่อมต่อด้วยกล้องเว็บแคมและอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สาย 3 จี ระบบได้ทำงานผ่านชุดโปรแกรมควบคุม บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เมื่อเริ่มทำงาน กล้องจะทำการถ่ายภาพและบันทึกไปยังหน่วยความจำ เพื่อส่งภาพถ่ายที่บันทึกไว้ไปแสดงผล ผลการทำงานของระบบ พบว่าสามารถแสดงภาพถ่ายสภาพการจราจรบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ ในช่วงเวลาต่างๆได้จริงตามที่ได้ออกแบบ

คำสำคัญ: สังคมออนไลน์, การจราจร

Abstract

The objective of this paper is to design a traffic condition reporting system by showing images on a social network with an automatic image device controlled by a Raspberry Pi computer board synchronized to a webcam and 3G wifi. The system is operated with a monitoring program on a linux operating system. When starting, the webcam will take the photographs and record them into the memory for displaying later. It is founded that the developed system is able to display the photographs depicting the traffic condition on the social network during the different timeline as designed.

1. บทนำ

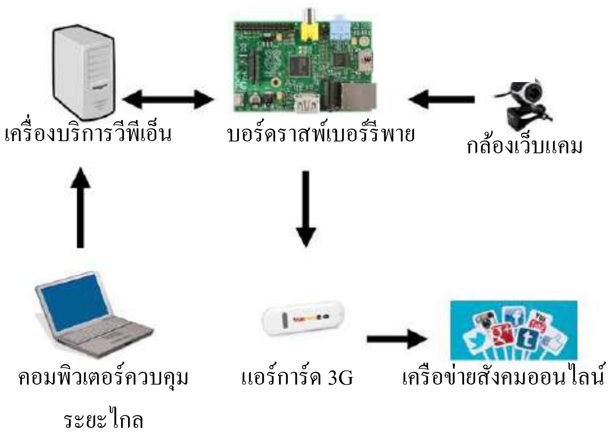
ปัจจุบันปัญหาการจราจรในหลายๆประเทศเป็นปัญหาที่สะสมกันมาอย่างยาวนานประเทศไทยก็นับได้ว่าเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีระบบการจราจรที่ค่อนข้างหนาแน่นโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ส่งผลต่อการเดินทางทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะหรือผู้ที่เดินทางบนท้องถนนต้องเสียเวลาไปเป็นจำนวนมากในกับการเดินทาง การทำให้ทราบถึงปริมาณการจราจรในแต่ละจุดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกเส้นทางการเดินทาง มีทั้งการรายงานผ่านวิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ หรือบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ [1][2]

ในสังคมปัจจุบันเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก ทวิตเตอร์ เป็นที่นิยมและมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ช่องทางเหล่านี้เป็นช่องทางที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย รวดเร็ว และสะดวก บทความนี้จึงเลือกนำเอาช่องทางนี้รายงานสภาพการจราจรผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยเลือกใช้ ทวิตเตอร์ และเฟซบุ๊ก ผู้ขับขี่หรือผู้ที่สนใจสามารถเข้าถึงได้ง่ายจากทุกสถานที่ และสามารถนำข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์มาใช้ตัดสินใจในการเดินทางไปยังสถานที่นั้นได้

ดังนั้นระบบที่สามารถแสดงสภาพการจราจรผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ จึงเป็นประโยชน์ต่อผู้เดินทางบนท้องถนน ช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง ประหยัดพลังงาน และลดปัญหาการจราจรติดขัด เนื่องจากผู้เดินทางบนท้องถนนสามารถหลีกเลี่ยงการเดินทางไปบริเวณที่มีการจราจรติดขัดได้ โดยในหัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงการออกแบบระบบ ใช้บอร์ดสมองกลฝังตัวช่วยในการประมวลผล ในหัวข้อที่ 3 นำเสนอผลการรายงานสภาพการจราจรและผลการทำงานของระบบที่นำเสนอ

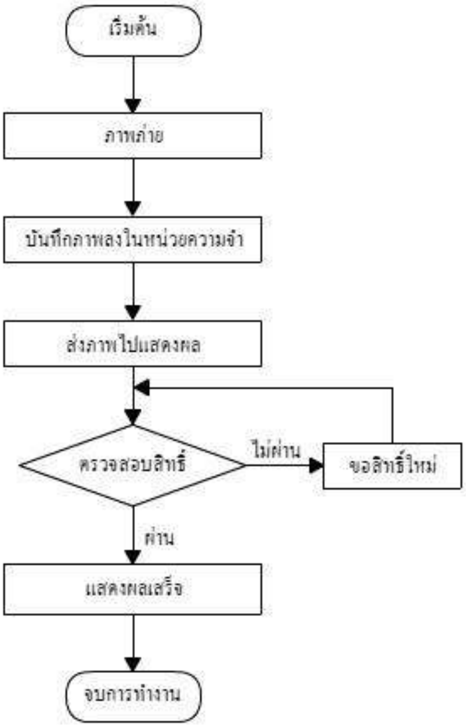
2. การออกแบบระบบการงายงานสภาพการจาจร

ระบบที่ได้ทำการออกแบบให้มีหน่วยประมวลผลหลักคือ บอร์ดราสเบอร์รี่พายจะเชื่อมต่อกับกล้อง[3][4] เชื่อมต่อโมดูล 3G เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในการส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายสังคมออนไลน์ ทั้งยังถูกเชื่อมกับเครื่องให้บริการวีพีเอ็นเพื่อสะดวกในการควบคุมระยะไกลสำหรับผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบรายงานสภาพการจราจร

2.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

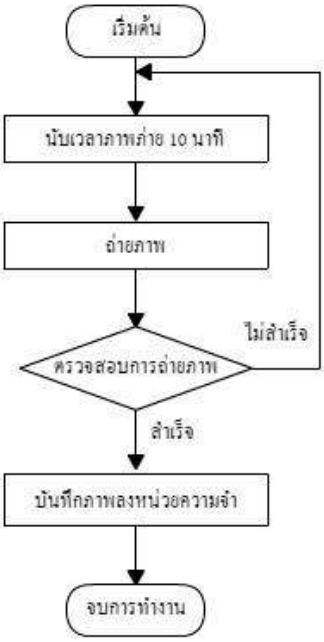


รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ ขั้นตอนแรกกล้องซึ่งถูกเชื่อมต่ออยู่กับบอร์ดราสพ์เบอร์รีพาย จะทำการถ่ายภาพการจราจรตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ บอร์ดราสพ์เบอร์รีพายจะทำการบันทึกรูปภาพลงบนหน่วยความจำเอสดีการ์ด จากนั้นบอร์ดราสพ์เบอร์รีพายที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยโมดูล 3G ทำการส่งข้อมูลพร้อมภาพถ่ายไปยังเครือข่ายสังคมออนไลน์และทำการตรวจสอบสิทธิ์ ถ้าตรวจสอบสิทธิ์ผ่านจะทำการแสดงข้อมูลเหล่านั้นบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยบอร์ดราสพ์เบอร์รีพายสามารถเชื่อมต่อเครื่องบริการวีพีเอ็นเพื่อสะดวกในการควบคุมการทำงานจากระยะไกลได้ดังแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 2

2.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับถ่ายภาพ

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการถ่ายภาพเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างกล้องเว็บแคมกับบอร์ดราสพ์เบอร์รีพาย



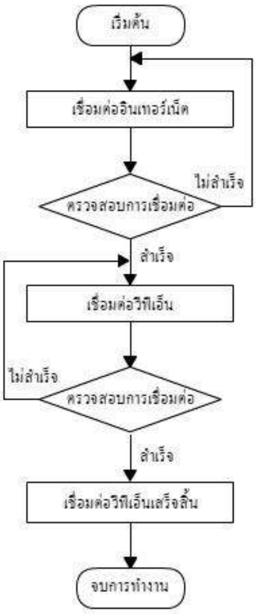
รูปที่ 3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการถ่ายภาพ

รูปที่ 3 อธิบายการทำงานโปรแกรมถ่ายภาพตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ เริ่มต้นโปรแกรมทำการนับเวลา 10 นาทีเมื่อครบ ระบบเรียกใช้งานคำสั่งถ่ายภาพตามเวลาที่กำหนด เมื่อถึงเวลาที่กำหนดระบบทำการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคม ถ้ากล้องเว็บแคมถ่ายภาพได้สำเร็จระบบทำการบันทึกภาพลงในหน่วยความจำแล้วจบการทำงานในส่วนของการถ่ายภาพ ถ้ากล้องเว็บแคมถ่ายภาพไม่สำเร็จระบบทำการนับเวลารอถ่ายภาพใหม่อีกครั้ง

2.3 ออกแบบโปรแกรมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและวีพีเอ็น

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและวีพีเอ็น[5] เป็นการเชื่อมต่อวีพีเอ็นเพื่อรวมบอร์ดคอมพิวเตอร์ราสพ์เบอร์รี

พายทุกเครื่องไว้ในเครือข่ายเดียวกันโดยผ่านการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต จากรูปที่ 4 เป็นการทำงานโปรแกรมควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและวีพีเอ็น เริ่มต้นระบบทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่าย3จี เมื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสำเร็จ ทำการเชื่อมต่อวีพีเอ็นถ้าเชื่อมต่อไม่สำเร็จทำขั้นตอนนี้อีกรอบ

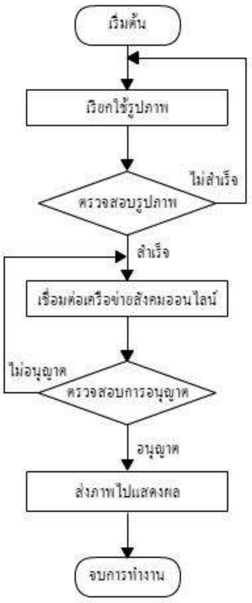


รูปที่ 4 การทำงานโปรแกรมควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและวีพีเอ็น

2.4 การออกแบบโปรแกรมส่งภาพขึ้นเครือข่ายสังคมออนไลน์

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการส่งภาพแสดงบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการนำรูปภาพที่บันทึกในหน่วยความจำบอร์ดราสพ์เบอร์รีพายแสดงบนเครือข่ายสังคมออนไลน์[6] รูปที่ 5เป็นวิธีการทำงานโปรแกรมส่งภาพขึ้นเครือข่ายสังคมออนไลน์ เริ่มต้นเครื่องแม่ข่ายทำการตรวจสอบรูปที่บันทึกไว้ถ้าพบข้อมูลแล้วทำการเชื่อมต่อเครือข่ายสังคมออนไลน์ เมื่อตรวจสอบสิทธิ์ผ่านระบบทำการแสดงข้อมูลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ทั้ง ทวิตเตอร์และเฟซบุ๊ก โดยแสดงผลทางทวิตเตอร์เป็นหลัก

การเชื่อมต่อทวิตเตอร์เข้ากับเฟซบุ๊กเพื่อนำข้อมูลที่แสดงผลอยู่บนทวิตเตอร์ทั้งรูปและข้อความ มาแสดงผลบนเฟซบุ๊ก ด้วยการทำการเข้าสู่ระบบทวิตเตอร์แล้วทำการตั้งค่าให้ทวิตเตอร์ยินยอมให้เฟซบุ๊กนำข้อมูลไปแสดงบนเพจผู้ใช้เฟซบุ๊กที่ได้ระบุไว้ จากขั้นตอนการตั้งค่าเพื่อทำการเชื่อมต่อ ทำให้เมื่อระบบส่งข้อมูลขึ้นแสดงผลบนทวิตเตอร์สำเร็จ เฟซบุ๊กทำการดึงข้อมูลไปแสดงผลด้วยเช่นกัน



รูปที่ 5 การทำงานโปรแกรมส่งภาพขึ้นเครือข่ายสังคมออนไลน์

3. ผลการทำงานของระบบ

ติดตั้งบอร์ดราสพ์เบอร์รีพาย กล้องเว็บแคมที่ใช้บันทึกภาพ โมดูล 3G สำหรับเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและหน่วยความจำเอสดีการ์ด สำหรับติดตั้งชุดโปรแกรมควบคุม การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆเข้ากับตัวบอร์ดเพื่อพร้อมใช้งานตามขั้นตอนการทำงานของระบบตามรูปที่ 1 เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันได้ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการบันทึกภาพและส่งภาพขึ้นแสดงบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ของกล้องที่ 1 ในช่วงเวลา 06.00 – 07.00 น.

จำนวนครั้ง	เวลาถ่ายภาพ	ผลการทำงาน
1	06.10	สำเร็จ
2	06.20	สำเร็จ
3	06.30	สำเร็จ
4	06.40	สำเร็จ
5	06.50	สำเร็จ
6	07.00	สำเร็จ

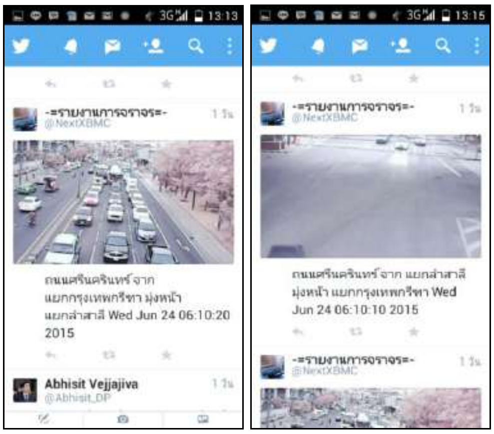
รูปที่ 6 ติดตั้งระบบอุปกรณ์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการบันทึกภาพและส่งภาพขึ้นแสดงบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ของกล้องที่ 2 ในช่วงเวลา 06.00 – 07.00 น.

จำนวนครั้ง	เวลาถ่ายภาพ	ผลการทำงาน
1	06.10	สำเร็จ
2	06.20	สำเร็จ
3	06.30	สำเร็จ
4	06.40	สำเร็จ
5	06.50	ไม่สำเร็จ
6	07.00	ไม่สำเร็จ

ผลการทำงานของอุปกรณ์ถ่ายภาพ 2 ตัว ตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงจากช่วงเวลา 06.00 – 07.00 น.โดยติดตั้งกล้องตัวที่ 1 ให้ทำการบันทึกภาพการจราจรบน ถนนศรีนครินทร์ และกล้องตัวที่ 2 ให้ทำการบันทึกภาพการจราจรจาก แยกลำสาลี โดยทำการตั้งค่าโปรแกรมควบคุมในการบันทึกภาพให้ทำการบันทึกภาพทุก 10 นาที พบว่ากล้องตัวที่ 1 ทำงานได้ครบตามจำนวนครั้งตามที่กำหนด และพบว่ากล้องตัวที่ 2 สามารถทำงานได้สำเร็จเพียง 4 ครั้ง จากจำนวนครั้งที่กำหนด เนื่องจากเกิดปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตขาดหายไปจากการทำงาน จากนั้นพบว่าระบบกลับมาทำงานได้อีกครั้งหลังจากที่ทำการเชื่อมต่อสัญญานอินเทอร์เน็ตสำเร็จ

อุปกรณ์กล้องถ่ายภาพการจราจรบนถนนศรีนครินทร์ และแยกลำสาลี สำเร็จทั้ง 2 ตัวแสดงผลบน ทวิตเตอร์ ตามรูปที่ 7 และแสดงผลบน เฟซบุ๊ก ตามรูปที่ 8 ตามลำดับ



รูปที่ 7 ภาพจากทวิตเตอร์จากกล้องที่1 และ2

รูปที่ 8 ภาพจากเฟซบุ๊กจากกล้องที่1 และ 2

4. สรุป

จากการออกแบบระบบการรายงานผลสภาพการจราจรบนท้องถนนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์สามารถแสดงผลได้ทั้งทวิตเตอร์และเฟซบุ๊ก ด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กผ่านเครือข่ายไร้สายแบบ 3G อัตโนมัติ ระบบจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานได้เสถียร ในบริเวณที่ติดตั้งระบบที่มีการลดทอนสัญญาณทำให้อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไม่สามารถต่อสัญญานอินเทอร์เน็ตได้ในบางช่วงเวลา เป็นเหตุให้ระบบไม่สามารถส่งภาพขึ้นแสดงผลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Rajesh Dhakad, Manish Jain “GPS Based Road Traffic Congestion Reporting System”, Department of computer engineering India. IEEE international conference on CIC, 2014.

[2] Apirak Rusameesawang, Phongsak Keeratiwintakorn “Thai Encoding for Traffic Report System via SMS Message” Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering KMUTNB Thailand. ECTICON, 2008

[3] Sk Riyazhussain, Riyazhussain, C. R. S. Lokesh, P. Vamsikrishna, Goli Rohan “Raspberry Pi Controlled Traffic Density Monitoring System” Dept. of ECE, RGUKT Nuzvid, Andhra Pradesh, India. IEEE WiSPNET 2016 conference.

[4] Eben Upton and Gareth Halfacree, Raspberry Pi User Guide. A John Wiley and Sons Ltd., 2012.

[5] Python Software Foundation[US], https://pypi.python.org/pypi

[6] Raspberry Pi Foundation, http://www.raspberry.org

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของ

Searching and Calling System of Delivery Vehicles

นุชนาถ สัตย์วินิจ[1] ธวัชชัย ด่านลาเคน[2] และ มารุต ธรรมานนท์[5]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: nutchanart.saj@dpu.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: gotline00@gmail.com

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 498 E-mail: maruttunmanon@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นบทความเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียกรถขนย้ายสิ่งของ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้ให้บริการ 2) ส่วนของผู้ว่าจ้าง และ 3) ส่วนของผู้ดูแลระบบ โดยส่วนของผู้ให้บริการ และส่วนของผู้ว่าจ้าง ผู้ใช้จะใช้งานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนทั้งในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และไอโอเอส ในส่วนของผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้จะใช้งานผ่านแอปพลิเคชันบนเว็บ ในด้านของการทำงาน ส่วนของผู้ให้บริการ ผู้ใช้งานจะมีการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ และสามารถลงประกาศการให้บริการของตนเอง โดยสามารถเลือกพื้นที่ และประเภทของสิ่งของที่ต้องการให้บริการ รวมถึงเมื่อมีการเรียกใช้จากผู้ว่าจ้าง ยังสามารถตรวจสอบสิ่งของ และแจ้งอัตราค่าบริการให้กับผู้ว่าจ้างได้ก่อนการให้บริการด้วย ในส่วนของผู้ว่าจ้าง จะมีการลงทะเบียน และระบุสิ่งของที่ต้องการจะส่ง สามารถเลือกต้นทาง และปลายทางผ่านแผนที่กูเกิล สามารถตรวจสอบอัตราค่าบริการ คะแนนความนิยมก่อนเรียกใช้งานผู้ให้บริการ สามารถเลือกผู้ให้บริการได้เอง และสามารถติดตามตำแหน่งของผู้ให้บริการขณะให้บริการได้ด้วย และในส่วนของผู้ดูแลระบบจะมีหน้าที่ในการจัดการในส่วนของการทำงานต่างๆ ซึ่งระบบนี้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาผนวกรวมกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน จากการทดสอบการทำงานต่างๆ สามารถทำงานได้ครบถ้วนในทุกส่วนของการทำงาน

คำสำคัญ: รถขนย้าย, ย้ายสิ่งของ

Abstract

This article describes about design and develops the system for searching and calling delivery vehicles. This system is divided to 3 part; 1) service provider or driver 2) customer and 3) administrator. Driver and customer use this system by application on Smartphone that provides both android and iOS and administrator use this system by application on web. Drivers must register to system and promote their services to system. They must choose area and specify type of things to provide service to customer. If they are chosen by customer, they can verify things and impart rate to customer. Customer must register to system too. They must specify things that they want to deliver and specify source and destination via Google Map. They can verify rate of service and rating of driver for deciding driver 'choosing. Administrator uses the system to verify all of information about driver and customer. This system uses several technologies to provide user's comfortable. The system has been tested and all functions can be run.

Keywords: delivery system, car to delivery

1. บทนำ

ในปัจจุบันการค้นหารถ เพื่อใช้ในการขนย้ายสิ่งของ โดยเฉพาะสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ หรือมีจำนวนมาก เป็นเรื่องที่ลำบาก เนื่องจาก รถรับจ้างที่ไม่ใช่รถรับจ้างในนามบริษัทจะทำการติดเบอร์โทรติดต่อไว้ตามเสาไฟฟ้า ทำให้ผู้ว่าจ้างต้องเสียเวลาทำการค้นหาเบอร์ติดต่อ และไม่สามารถทราบถึงการบริการของรถรับจ้างที่เลือกได้ อีกทั้งในปัจจุบันการขนส่งโดยใช้บริการของเอกชนก็มีจำนวนมากขึ้นเพราะการซื้อขายสินค้าผ่านทางออนไลน์ ซึ่งผู้ขายจะต้องมีการส่งสินค้าจำนวนมากต่อวัน การใช้บริการไปรษณีย์ไทยอาจทำได้ลำบากจึงต้องมีการพึ่งการขนส่งของเอกชนเพิ่มมากขึ้น

จากสาเหตุข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้มีการสำรวจแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง และการขนย้ายสิ่งของ ปรากฏว่าแอปพลิเคชันเหล่านี้ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และยังไม่สนับสนุนผู้ให้บริการทั่วไป ส่วนรถรับจ้างที่อยู่ในรูปแบบของบริษัทเอกชนหลายบริษัทไม่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการเรียกรถรับจ้างขึ้น ทำให้บริษัทนั้นๆไม่เป็นที่รู้จัก

จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันระบบค้นหา และเรียกรถขนย้ายสิ่งของ เพื่อให้ผู้ที่จะขนย้ายสิ่งของ และผู้ที่มีอาชีพรถรับจ้างทั้งรูปแบบอิสระ และรูปแบบบริษัท ได้สามารถใช้บริการผ่านแอปพลิเคชัน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็นตัวกลางระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้ติดต่อกันผ่านทางแอปพลิเคชัน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 JSON [1]

ในระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของได้มีการนำ JSON เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมบน Android และ iOS ในด้านการรับส่งข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชัน โดย JSON จะทำการแปลงข้อมูลที่เป็น Array Encode เป็นรูปแบบข้อความ JSON โดยในแอปพลิเคชันบน Android และ iOS ได้มีการเขียนฟังก์ชั่นDecode ข้อความ JSON ไว้แล้ว นำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในฟังก์ชั่นต่างๆ ในระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของนี้ใช้ JSON ในฟังก์ชันที่มีการเชื่อมต่อกับ Server เช่นฟังก์ชัน login เข้าใช้งานแอปพลิเคชันใช้ JSON Encode ผลลัพธ์ว่าทำการ login ได้สำเร็จหรือไม่ ฟังก์ชัน Matching ใช้ JSON Encode ผลลัพธ์ข้อมูลคนขับรถขนส่ง ฟังก์ชันแสดงข้อมูลการขนส่งใช้ JSON Encode ผลลัพธ์การ Query ข้อมูล

2.2 Firebase [2]

ในระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของนำไปใช้งานในฟังก์ชันแจ้งเตือนเมื่อมีคนเรียกใช้บริการโดยฟังก์ชันนี้ฝั่งของแอปพลิเคชันผู้ว่าจ้างทำการส่งข้อมูล idการขนส่ง idคนขับรถ idผู้ว่าจ้าง ผ่าน Firebase ไปให้แอปพลิเคชันฝั่งของคนขับรถ ฟังก์ชันแจ้งเตือนราคาฟังก์ชันนี้แอปพลิเคชันของคนขับรถทำการส่งข้อมูลราคา idการขนส่ง id คนขับรถ idผู้ว่าจ้าง ผ่าน Firebase ไปให้แอปพลิเคชันฝั่งของผู้ว่าจ้าง ฟังก์ชันแจ้งเตือนเมื่อใกล้ถึงเวลานัดล่วงหน้าฟังก์ชันนี้ฝั่งของแอปพลิเคชันผู้ว่าจ้างและแอปพลิเคชันคนขับรถได้ทำการเขียน Service ไว้เช็ควันเวลานัดล่วงหน้าเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ Service นี้จะทำการส่งข้อมูลการขนส่งผ่าน Firebase แจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน

2.3 Matching [3]

การจับคู่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ ในเรื่องการแสดงผลรถรับจ้าง ซึ่งจะมีเงื่อนไขในการแสดงผลรถรับจ้างให้แก่ผู้ใช้ โดยพิจารณาพื้นที่การให้บริการ ระยะทางระหว่างรถรับจ้าง และผู้เรียกใช้บริการ ประเภทของสิ่งของ รวมถึงสถานะของผู้ให้บริการ ซึ่งจะทำการพิจารณาจากระยะทางระหว่างรถรับจ้าง และผู้เรียกใช้บริการก่อนเป็นอันดับแรก เนื่องมาจากจะทำให้สะดวกและรวดเร็วในการให้บริการ และจะทำการพิจารณาในเงื่อนไขอื่นๆต่อไป และนำมาให้เป็นคะแนน เพื่อจะนำมาใช้ในการจัดลำดับในการแสดงผลต่อไป

3. วิธีการดำเนินงาน

ในการออกแบบพัฒนาระบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาระบบที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบัน

ในปัจจุบันแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการขนย้ายสิ่งของยังมีจำนวนน้อย อาจไม่เป็นที่รู้จักมากนัก และอาจยังมีการทำงานบางอย่างที่ไม่ครอบคลุมสำหรับผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนต่างๆ เพื่อทำการสรุปหาการทำงานที่เหมาะสม โดยหลังจากสำรวจแล้วพบตัวอย่างแอปพลิเคชันที่มีอยู่ในตลาด และมีผู้ใช้ใช้งานอยู่จำนวน 2 แอปพลิเคชั่น คือ LalaMove ซึ่งก่อตั้งจากฮ่องกง และ Deliveree ซึ่งก่อตั้งจากประเทศไทย โดยสามารถเปรียบเทียบการทำงานของแอปพลิเคชันทั้งสอง กับแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ดังแสดงในตารางที่ 1

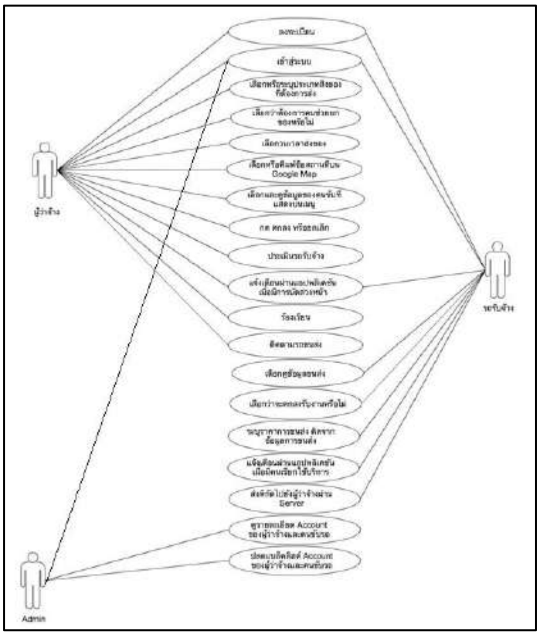
ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบการทำงานของแอปพลิเคชัน [4],[5]

	LalaMove	Deliveree	แอปพลิเคชันที่พัฒนา
การใช้งาน	Smartphone iOS และ Andriod	Smartphone iOS และ Andriod	Smartphone iOS และ Andriod
จำนวนประเภทของรถในระบบ	3 ประเภท	4 ประเภท	หลายประเภทตามจำนวนผู้ลงทะเบียนในแอปพลิเคชัน
ระบบติดตามการขนส่ง	มีระบบการติดตามแบบ Real Time	มีระบบการติดตามแบบ Real Time	มีระบบการติดตามแบบ Real Time
การคำนวณราคา	คำนวณราคาตามระยะการขนส่ง	คำนวณราคาตามระยะการขนส่ง	การตกลงกันระหว่างผู้ให้บริการ และผู้เรียกใช้

ผู้ให้บริการขับรถ	ต้องสมัครเป็นคนขับในนามบริษัท	ต้องสมัครเป็นคนขับในนามบริษัท	ผู้ให้บริการสามารถเป็นได้ทั้งในนามบริษัท และบุคคลทั่วไปที่มีรถขนส่ง
การคัดเลือกรถที่ทำการให้บริการ	บริษัทเป็นผู้คัดเลือก	บริษัทเป็นผู้คัดเลือก	ทำการจับคู่กันระหว่างความต้องการของผู้เรียกใช้กับข้อมูลที่ผู้ให้บริการลงทะเบียนไว้

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของระบบสามารถแสดงผู้ใช้ของระบบและการทำงานของระบบได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Use Case Diagram ของระบบ

3.2 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และไอโอเอส โดยผู้ใช้ที่ใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนคือ ผู้ให้บริการรถรับจ้าง และผู้ว่าจ้าง ซึ่งใช้ภาษา JAVA และ Swift ในการพัฒนา และมีส่วนของผู้ดูแลระบบซึ่งใช้งานผ่านเว็บไซต์ เพื่อทำการจัดการข้อมูลต่างๆ โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และยังมีการใช้งาน Google Map และ GPS เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งของรถส่งของแบบ Real Time รวมถึงมีการใช้งาน Google Cloud Messaging เพื่อใช้ในการส่งข้อความการแจ้งเตือนต่างๆให้กับผู้ใช้ ซึ่งระบบนี้มีการทำงานดังนี้

1. การใช้งานส่วนของผู้ว่าจ้าง

ทำการลงทะเบียนเพื่อ Login เข้าสู่ระบบใช้งานแอปพลิเคชั่น เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะมีเมนูให้เลือกสามารถกดดูประวัติการส่งของได้ แล้วกดดูตารางนัดส่งของล่วงหน้าได้ ถ้าหากกดเลือกส่งของ ทำการเลือกประเภทสิ่งของที่ต้องการขนส่งซึ่งสามารถเพิ่มประเภทสิ่งของได้ แล้วสามารถเลือกของได้มากกว่า 1 อย่าง เสร็จแล้วกดตกลง ทำการเลือกสถานที่ต้นทางและปลายทางจะพิมพ์ที่ช่องค้นหาหรือจะปักหมุดที่ Google map ก็ได้ จากนั้นทำการเลือกประเภทของรถขนส่ง กำหนดคนช่วยยกของ และวันเวลาที่ต้องการส่งของ และกดค้นหารถ เพื่อทำการเลือกรถในรายการที่แสดง สามารถดูข้อมูลของคนขับได้ก่อนที่จะเลือกรถ เมื่อมีการกดตอบรับจากรถรับจ้างแล้ว ถ้ากด ยกเลิกจะสามารถกดเลือกรถคันใหม่ในรายการที่แสดง เมื่อมีการกดตอบรับจากรถรับจ้างแล้ว ถ้ากด ตกลงก็สามารถติดตามรถขนส่งได้ว่าถึงที่ไหนแล้ว (กรณีรถกำลังมาขนของ) และสามารถกดติดตามรถขนส่งว่าใกล้ถึงปลายทางหรือยัง (กรณี ยกของขึ้นรถแล้ว)ทำการประเมินรถรับจ้าง และสามารถทำการแจ้งติดแบล็คลิสส์ได้ เมื่อรถขนส่งคันนั้นไม่สุภาพ หรือทำของชำรุดเสียหาย

2.การใช้งานส่วนของรถรับจ้าง

ทำการลงทะเบียนเพื่อ Login เข้าสู่ระบบใช้งานแอปพลิเคชั่น ในหน้าจอหลักจะแสดงเมนู สมารถดูตารางนัดล่วงหน้าได้และดูประวัติการส่งของได้ถ้าหากกดเลือกรถ ทำการเลือกรถ คันที่มีผู้ว่าจ้าง เรียกใช้บริการ กดดูข้อมูลการขนส่ง ที่ผู้ว่าจ้างส่งมา ซึ่งสามารถเลือกว่าจะรับงานนี้หรือไม่ ถ้ารับ (ระบุราคา) ถ้าไม่รับกลับสู่หน้าหลัก เมื่อระบุราคาเสร็จแล้วรอการตอบรับจากผู้ว่าจ้าง เมื่อผู้ว่าจ้างตกลงใช้บริการ สามารถกดดูระบบนำทางไปยังต้นทางและปลายทางได้

3. การใช้งานส่วนของ Admin

ทำการ Login เข้าสู่ระบบใช้งานแอปพลิเคชั่นจะมีเมนูให้เลือกดูรายชื่อ Account ของส่วนผู้ว่าจ้างและส่วนของรถรับจ้างได้ เมื่อกดเลือกที่ชื่อจะแสดงรายละเอียดของผู้ใช้คนนั้น และสามารถกดปลดแบล็คลิสต์ได้

4. ผลการดำเนินงาน

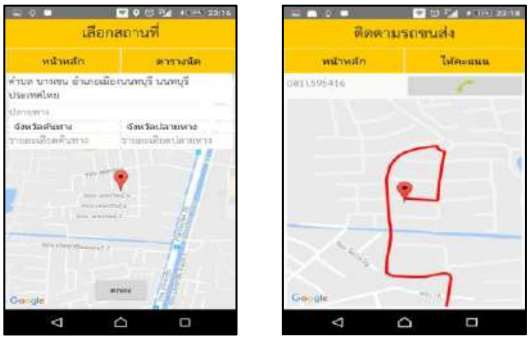
ผลการดำเนินงานของระบบค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของสามรถทำงานได้ครบในทุกฟังก์ชัน และทำงานได้ถูกต้อง ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของการทำงานของแอปพลิเคชันได้ดังนี้

ผู้ใช้บริการที่ต้องการค้นหาและเรียกรถขนย้ายสิ่งของต้องทำการล็อคินเข้าสู่ระบบ จากนั้นทำการเลือกหรือระบุสิ่งของที่ต้องการขนซึ่งสามารถเลือกสิ่งของจากรายการที่มีให้หรือระบุประเภทสิ่งของและ

เลือกจำนวนสิ่งของ สามารถเพิ่มรายละเอียดก็สามารถระบุได้จากช่องรายละเอียดสิ่งของ ดังรูปที่ 2

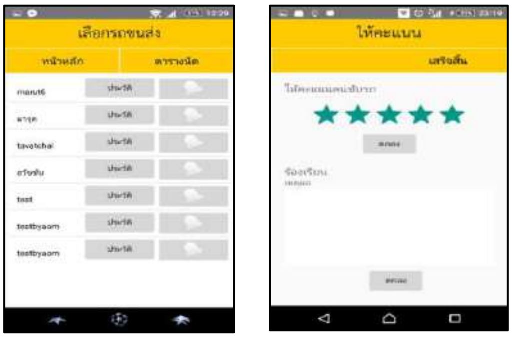
รูปที่ 2 หน้าจอการล็อคอินและการเลือกสิ่งของ

จากนั้นผู้ใช้จะทำการระบุสถานที่รับและส่งสิ่งของ ซึ่งหากมีการนัดหมายเพื่อรับสิ่งของจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้บริการก่อนวันนัด 1 วัน และผู้ใช้สามารถติดตามรถขนส่งได้เมื่อมีการส่งของเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าจอการระบุต้นทาง ปลายทาง และการติดตามรถส่งของ

ซึ่งการเลือกรถขนส่งระบบจะทำการคัดเลือกให้ โดยนำข้อมูลที่ผู้ใช้บริการใส่ไปจับคู่กับข้อมูลผู้ให้บริการให้ไว้กับระบบ และระบบสามารถทำการให้คะแนนเกี่ยวกับการให้บริการได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 และ ในส่วนของผู้ให้บริการจะต้องทำการลงทะเบียนกับทางระบบ และเมื่อมีการเรียกรถจากผู้ใช้บริการ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการสามารถเลือกได้ว่าจะรับงานนี้หรือไม่ โดยผู้ให้บริการสามารถตรวจดูรายการสิ่งของก่อนที่จะรับงานได้ และระบบยังมีการแสดงแผนที่เพื่อนำทางไปยังจุดหมาย ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 หน้าจอการแสดงผู้ให้บริการและการให้คะแนน

รูปที่ 5 หน้าจอการแสดงรายการนัด รายการสินค้า และแผนที่

เอกสารอ้างอิง

[1] w3schools.com, "JSON – Introduction" [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.w3schools.com/js/js_json_intro.asp

[2] tutorialspoint, "Firebase Tutorial", [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.tutorialspoint.com/firebase/

[3] NCSS Statistical Software, "Data Matching – Optimal and Greedy" [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://ncss.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/themes/ncss/pdf/Procedures/NCSS/Data_Matching-Optimal_and_Greedy.pdf

[4] LalaMove, https://www.lalamove.com/bangkok-thai/home/

[5] Deliveree, https://www.deliveree.com/th/

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิคการแบ่งตารางภาพ

Face Recognition using Tile-based Techniques

ชลิตา เจริญเนตร[1] นพพล เชาวนกุล[2] เก่ง จันทร์นวล[3]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์ 31000 โทรศัพท์ 044-611221 E-mail: cs_mui_p@hotmail.com

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์ 31000 โทรศัพท์ 044-611221

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์ 31000 โทรศัพท์ 044-611221 E-mail: keo_keown@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพยากรณ์และจำแนกใบหน้าแบบอัตโนมัติเป็นงานวิจัยที่ท้าทาย มีนักวิจัยมากมายได้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลที่จะระบุเพศจากใบหน้า ปัจจุบันเทคนิคเหมืองข้อมูลเข้ามามีบทบาทในการจำแนกเช่น Support Vector Machine (SVM), Multilayer Perceptron (MLP), Naïve bay งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคเหมืองข้อมูลที่นิยมมาใช้ในการจำแนกใบหน้าของคนจำนวน15คน แต่ละคนมี 10อิริยาบถที่แตกต่างกันออกไปจากฐานข้อมูลใบหน้าของ Yale Center for Computational Vision and Control โดยใช้10-fold Cross Validation และใช้ค่าความถูกต้อง ค่าเรียกคืน และค่าเอฟเมเชอในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิคในการจำแนกใบหน้า จากข้อมูลดิบ และจากข้อมูลดิบที่มีการแบ่งภาพออกเป็น 2x2, 4x4, 5x5, 8x8, 16x16 ส่วน และจากข้อมูลที่มีการแบ่งภาพออกเป็น 2x2, 4x4, 5x5, 8x8, 16x16 ส่วน แล้วนำไปหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จากการทดลองพบว่าเทคนิค MLP สามารถสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด ซึ่งให้ผลของค่าความแม่นยำ เท่ากับ 91.4% ผลของค่าเรียกคืน เท่ากับ 91.3% และผลของค่าเอฟเมเชอเท่ากับ 91.4% จากข้อมูลดิบที่ไม่จำเป็นต้องมีการแบ่งภาพและหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพและสำหรับผลการทดลองของการหาค่าคุณลักษณะเด่นด้วยวิธี PCA และการแบ่งภาพออกเป็นขนาดต่างๆ นั้น พบว่า การแบ่งภาพออกเป็นขนาด 2x2 ส่วน ให้ผลการทดลองที่ดีกว่า การแบ่งภาพออกเป็น 4x4, 5x5, 8x8, 16x16 ซึ่งให้ผลของค่าความแม่นยำ เท่ากับ 83.3% ผลของค่าเรียกคืน เท่ากับ 80% และผลของค่าเอฟเมเชอเท่ากับ 80.1%

คำสำคัญ: ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน, การรู้จำใบหน้า, การจำแนก,การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักค่าคุณลักษณะเด่น;

Abstract

Forecasting and automatic face recognition research is challenging. Several researchers have used data mining technique to identify the gender from their faces. Thus, data mining techniques including Support Vector Machine (SVM), Multilayer Perception (MLP), Naïve bay, have played a greater role in classification problems and face recognition. In this paper, those data mining technique are employed to recognition 15 people face in difference side from Yale Center for Computational Vision and Control10-fold cross validation, precision , recall and F-measure were utilized to evaluate the performance and effectiveness of SVM, MLP, Naïve bay. The experimental results showed the MLP technique can model to predict the most effective. The results of the precision rate of 91.4%, 91.3% as a result of the recall and the F-Measure of 91.4% of the raw data does not need to be divided, and the features of the image. The results of the trials of finding the features using PCA and divided into various sizes were found to break the image into 2x2 size the better the results. The image is divided into 4x4, 5x5, 8x8, 16x16, which gives the effect of the precision rate of 83.3%, a result of the recall of 80% and the results of the F-Measure of 80.1%.

Keywords: Support vector machine, Face recognition, classification, Principal Component Analysis, The Features;

1. บทนำ

การรู้จำใบหน้ามีการศึกษาและพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการรู้จำใบหน้านั้นเป็นเรื่องที่ยากและท้าทายในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถด้านการมองเห็นให้คล้ายหรือเทียบเท่ากับ

ความสามารถของมนุษย์มากที่สุด ในกระบวนการรู้จำใบหน้าแบ่งเป็นกระบวนการทำงานหลักๆ อยู่สองขั้นตอนคือ ขั้นตอนการหาคุณลักษณะเด่นของภาพต้นแบบไว้และขั้นตอนการหาวัดความคล้ายของข้อมูลต้นแบบและข้อมูลทดสอบ

มีนักวิจัยมากมายพยายามพัฒนาเทคนิควิธีในการรู้จำใบหน้าและใช้ขั้นตอนวิธีการจำแนกด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการรู้จำยี่ห้อและทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน(SVM) การนำโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ไปใช้กับเทคโนโลยีไบโอเมตริกส์เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตน และการใช้ Naïve Bay ในการจำแนกภาพยานพาหนะ[1,2]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการจำแนกข้อมูล ด้วยขั้นตอนวิธี Support Vector Machine, Multilayer Perceptron และ Naïve โดยจะใช้การทดสอบความถูกต้องของโมเดลจำแนกข้อมูลแบบ K-fold Cross Validation ที่ค่อนข้างได้ผลดีในแง่ของความถูกต้องเพราะจะทำให้จำนวนของข้อมูลทั้งหมด ได้ผ่านขั้นตอนการจำแนก[3,4]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

2.1 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้แบบใหม่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ทฤษฎีทางสถิติซึ่งให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีการโดยทั่วไปสำหรับปัญหาในการจำแนกข้อมูล หลักการของ SVM คือ

SVM จะใช้ฟังก์ชั่นแม็ปสำหรับย้ายข้อมูลจาก Input Space ไปยัง Feature Space และสร้างฟังก์ชั่นวัดความคล้ายที่เรียกว่า เคอร์แนลฟังก์ชั่น บน Feature Spaceเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีมิติของข้อมูลสูง

โดยกำหนดให้

$(Xi,Yi),\ldots,(Xn,Yn)$ เป็นตัวอย่างที่ใช้สำหรับการสอน (1)

n คือ จำนวนข้อมูลตัวอย่าง

m คือ จำนวนมิติข้อมูลเข้า

y คือ ผลลัพธ์ที่มีค่า +1 หรือ -1

ดังสมการ

$$(Xi,Yi),\ldots,(Xn,Yn) \text{ เมื่อ } X \in Rm,\ y \in \{+1,-1\} \quad (2)$$

สำหรับปัญหาเชิงเส้น มิติข้อมูลขนาดสูงได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยระนาบตัดสินใจ สามารถคำนวณได้ดังสมการ

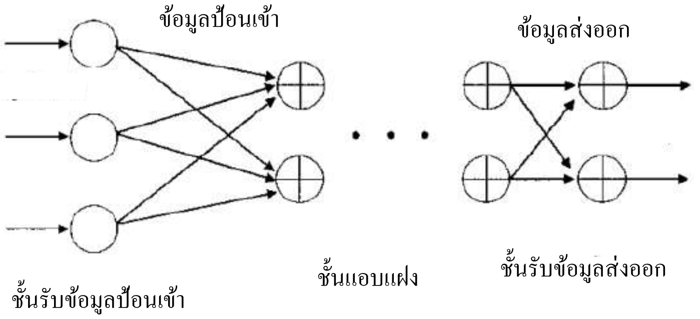
$$(W*X)+b = 0 \quad (3)$$

เมื่อ W คือค่าน้ำหนัก และ b คือค่า bias สมการ ใช้สำหรับจำแนกประเภทของข้อมูล

$$(W*X)+b > 0 \text{ ถ้า } Yi= +1 \text{ และ } (W*X)+b < 0 \text{ ถ้า } Yi= -1 \quad (4)$$

2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอนหลายชั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอนหลายชั้น (Multi-layer Perceptron: MLP) มีลักษณะต้นแบบคือ จะมีจำนวนอินพุต (Input Layer) ซึ่งลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ไม่มีข้อจำกัดทางทฤษฎีต่อจำนวนของชั้นซ่อน แต่ตามแบบต้นฉบับจะมีเพียงหนึ่งชั้นหรือสองชั้นเท่านั้น โดยบสงการทำงานที่แก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะต้องมีอย่างน้อยที่สุดสี่ชั้น (สามชั้นซ่อน กับหนึ่งชั้นเอาท์พุต) แต่ละชั้นเชื่อมต่อกับชั้นที่ตามมา [5]



รูปที่ 1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น[5]

2.3 Naive Bayes

Naïve Bayes (NB) เป็นอัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานจำแนกเอกสาร และให้ผลดีในการจำแนก โดยที่ Naïve Bayes เริ่มจากแต่ละอินสแตนซ์ x ซึ่งจัดอยู่ในรูปเวกเตอร์ของค่าคุณลักษณะทุกคุณลักษณะ <a1, a2, …aa>

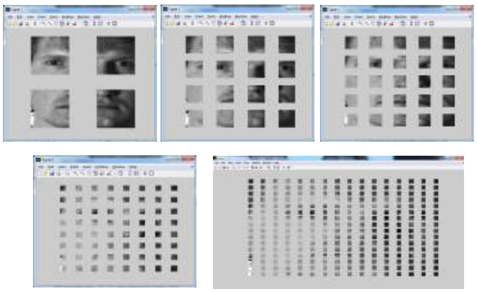
โดยที่ Target Value ของแต่ละอินสแตนซ์เป็นค่าใดๆ ภายในเซต V (V มีสมาชิกเป็นค่า Target Value ต่างๆ) การเรียนรู้โดยใช้การจำแนกโดย Naïve Bayes สุดท้ายแล้วจะได้ความน่าจะเป็น

เงื่อนไขของแต่ละคุณลักษณะที่ใช้ในการทำนาย Target Value หรือ Class ของอินสแตนซ์ใหม่ที่เข้ามาใช้การจำแนกชนิดนี้ อนึ่งการจำแนกโดย Naïve Bayes ที่จะเป็นไปตามสมการ[6]

$$V_MAP= \text{argmax}/(V_j \in V)\ P(V_j\ |a_1,a_2,\ldots a_n) \quad (5)$$

2.3 การแบ่งพื้นที่ของภาพใบหน้า

การแบ่งพื้นที่ของภาพใบหน้าวิธีการแบ่งพื้นที่ภาพใบหน้าเพื่อหาค่าคุณลักษณะเด่นในการรู้จำ โดยจะแบ่งพื้นที่ภาพใบหน้าออกเป็นขนาด 2x2, 4x4,5x5,8x8,16x16[7]



รูปที่ 2 ตัวอย่างการแบ่งภาพเป็นขนาดต่างๆขนาด 2x2 ส่วน 4x4 ส่วน ขนาด 5x5 ส่วน ขนาด 8x8 ส่วน และขนาด 16x16 ส่วน

จากนั้นจึงนำแต่ละส่วนของภาพที่แบ่งมาอ่านค่าPixel ของภาพออกมาเพื่อจะนำค่าPixel ที่ได้มาหาคุณลักษณะเด่นของภาพ

2.4 การหาลักษณะเด่นของภาพใบหน้า

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิธีการหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพใบหน้า โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เป็นวิธีที่ใช้ทฤษฎีใบหน้าไอเกน ขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.ทำการแปลงโครงสร้างเมตริกซ์ข้อมูลไปเป็นเวกเตอร์ 1 แถว

2.คำนวณหาไอเกนเวกเตอร์ที่สอดคล้องกันกับค่าไอเกน โดยการนำข้อมูลภาพเรียงต่อกันเป็นเวกเตอร์ 1 มิติแล้วไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของภาพในแต่ละหลัก และค่าความแปรปรวนร่วมของข้อมูล เมตริกซ์โควาเรียนซ์ (Covariance Matrix) จากนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ มาคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพ

3.ค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์ เพื่อนำไปทำการรู้จำโดยการแปลงเมตริกซ์ภาพ ขนาด 1 แถว โดยการนำแต่ละแถวของเมตริกซ์ภาพมาเรียงต่อกันเป็นเวกเตอร์ 1 มิติเรียงลำดับไอเกนเวกเตอร์ที่สอดคล้องกับค่าไอเกนจากมากไปน้อย แล้วคัดเอาเฉพาะค่าที่ไม่เท่ากับศูนย์ แล้วทำการสกัดเอาลักษณะเด่นของภาพ เพื่อนำไปใช้ในการรู้จำ

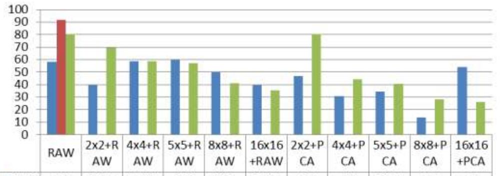
ดังนั้นเมื่อภาพผ่านกระบวนการ PCA แล้ว จะได้ผลลัพธ์เป็นไอเกนเวกเตอร์และค่าไอเกน ซึ่งไอเกนเวกเตอร์ที่มีค่าสมนัยกับค่าไอเกนที่มีค่าสูงๆ จะเป็นการดึงข้อมูลที่มีความถี่ต่ำ (เป็นข้อมูลของภาพใบหน้า) และค่อนข้างมีความเสถียรภาพสามารถนำกลับมาสร้างเป็นภาพใบหน้าได้อีกครั้งเรียกว่า ภาพใบหน้าไอเกน[8]

2.5 การวัดประสิทธิภาพขั้นตอนวิธีในการรู้จำใบหน้า

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลจากประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าจากภาพปกติที่ไม่มีแบ่งภาพ และจากภาพที่มีการแบ่งภาพ และจากภาพที่มีการแบ่งภาพพร้อมหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพด้วยวิธี PCA

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำโดยการเลือกสุ่มข้อมูลแบบ K-Fold Cross Validation ที่ k=10 โดยวิธีนี้ จะทำให้จำนวนของข้อมูลทั้งหมด ได้ผ่านขั้นตอนการจำแนก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้ 10-Fold [3]

2.5.1 ค่าความแม่นยำของเทคนิควิธีการจำแนก

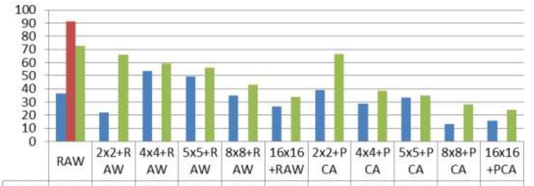


	RAW	2x2+RAW	4x4+RAW	5x5+RAW	8x8+RAW	16x16+RAW	2x2+PCA	4x4+PCA	5x5+PCA	8x8+PCA	16x16+PCA
SVM	58.4	39.8	58.9	60	50.1	39.5	46.8	31	34.2	14	54
MLP	91.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NB	80.5	69.8	58.5	57.3	41.3	35.6	80.5	44.2	40.6	28.3	26.4

รูปที่ 3 ค่าความแม่นยำของเทคนิควิธีการจำแนก

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดิบของภาพจำแนกด้วยวิธี MLP มีค่าความแม่นยำดีที่สุด รองลงมาคือภาพที่แบ่งเป็น 2x2 ส่วน แล้วนำไปหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพและจำแนกด้วยเทคนิค NB

2.5.2 ค่าเรียกคืนของเทคนิควิธีการจำแนก

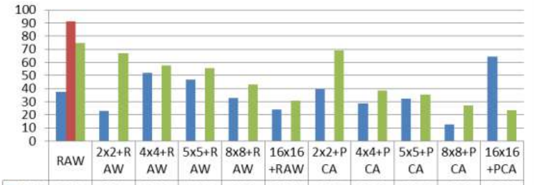


	RAW	2x2+RAW	4x4+RAW	5x5+RAW	8x8+RAW	16x16+RAW	2x2+PCA	4x4+PCA	5x5+PCA	8x8+PCA	16x16+PCA
SVM	36.7	22	53.3	49.3	34.7	26.7	39.3	28.7	33.3	13.3	16
MLP	91.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NB	72.7	66	59.3	56	43.3	34	66.7	38.7	34.7	28	24

รูปที่ 4 ค่าเรียกคืนของเทคนิควิธีการจำแนก

จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดิบของภาพจำแนกด้วยวิธี MLP มีค่าเรียกคืนดีที่สุด รองลงมาคือภาพที่แบ่งเป็น 2x2 ส่วน แล้วนำไปหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพ และจำแนกด้วยเทคนิค NB

2.5.3 ค่า F-measure ของเทคนิควิธีการจำแนก



	RAW	2x2+RAW	4x4+RAW	5x5+RAW	8x8+RAW	16x16+RAW	2x2+PCA	4x4+PCA	5x5+PCA	8x8+PCA	16x16+PCA
SVM	37.5	22.9	52.2	46.7	32.9	24.1	39.8	28.9	32.6	12.9	64.4
MLP	91.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NB	74.7	67	57.9	55.5	43.3	30.7	69.3	38.8	35.6	27.2	23.7

รูปที่ 5 สรุปผลค่า F-measure ของเทคนิควิธีการจำแนก

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดิบของภาพจำแนกด้วยวิธี MLP มีค่า

F-measure ดีที่สุด รองลงมาคือภาพที่แบ่งเป็น 2x2 ส่วน แล้วนำไปหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพ และจำแนกด้วยเทคนิค NB

3.สรุป

การวัดประสิทธิภาพของเทคนิคจำแนกต่างๆ โดยเทคนิควิธีการจำแนก MLP สามารถสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการทำนายมากที่สุด ซึ่งให้ผลของค่าความแม่นยำ เท่ากับ 91.4% ผลของค่าเรียกคืนเท่ากับ 91.3% และผลของค่า F-measure เท่ากับ 91.4% จากข้อมูลดิบที่ไม่จำเป็นต้องมีการแบ่งภาพและหาค่าคุณลักษณะเด่นของภาพ

และสำหรับผลการทดลองของการหาค่าคุณลักษณะเด่นด้วยวิธี PCA และการแบ่งภาพออกเป็นขนาดต่างๆ นั้น พบว่า การแบ่งภาพออกเป็นขนาด 2x2 ส่วน ให้ผลการทดลองที่ดีกว่า การแบ่งภาพออกเป็น 4x4, 5x5, 8x8, 16x16 ซึ่งให้ผลของค่าความแม่นยำเท่ากับ 83.3% ผลของค่าเรียกคืนเท่ากับ 80% และผลของค่า F-measure เท่ากับ 80.1%

เอกสารอ้างอิง

[1] Poon Bruce AMA, Hong Y. PCA Based Face Recognition And Testing Criteria. Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics,Baoding; 12-15 July 2009; Baoding. IEEE; 2945 - 2949.

[2] สิทธิโชค มุกดาสกลภูบาล. การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีตัวจำแนก C4.5, ADTree และNaïve Bayes ในการจำแนกข้อมูลการซุกซ่อนสิ่งเสพย์ติดสำหรับไปรษณย์ระหว่างประเทศ 18 มิถุนายน 2551; เกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 34-48.

[3] Tomesh Verma R. PCA-LDA Based Face Recognition System & Results Comparison By Various Classification Techniques. 2010.

[4] ปรินทร ไชยคำจันทร์, ทิสิฐ วัตะโส. ระบบรู้จำยี่ห้อและทะเบียนรถยนต์แบบอัตโนมัติโดยแสดงผลลัพธ์ทางเสียง. ขอนแก่น. 1-6.

[5] ศุภกานต์ พิมลธเรศ. เทคโนโลยีไบโอเมตริกบนโครงข่ายประสาทเทียม. มกราคม-มีนาคม 2553; มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพมหานคร. 90-103.

[6] มณีรัตน์ บุญวงษ์. ระบบรู้จำภาพยานพาหนะ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2553.

[7] จิราพร สุดใหญ่. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดเลือกคุณลักษณะข้อมูลสำหรับปัญหาการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบเอ็กซ์ทรีม. NCSEC 2010 17-19 พย. 2553; เทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสุรินทร์. 6.

[8] Altman NS. An introduction to kernel and nearest-neighbor nonparametric regression. The American Statistician 46 (3) 1992; 175–185.

เครื่องตรวจวัดและแจ้งเตือนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพื่อลดโอกาสการเสียชีวิตในขณะใช้ยานพาหนะ

Measurement Device and Alarm the Quantity of Carbon Monoxide to Reduce the Chance of Death in Vehicle

เวียงชัย คาระมาตย์[1] ณัฑกร เกษมสำราญ[1] เชาวน์วัฒน์ เอื้อเฟื้อ[2] และนรรัตน์ วัฒนมงคล[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[2]สำนักงานจัดการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 E-mail: norrarat@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

เหตุการณ์การเสียชีวิตของผู้ที่นอนหลับในรถยนต์ยังเกิดขึ้นอยู่อย่างต่อเนื่อง ถึงแม้จะสตาร์ทเครื่องยนต์และเลือกเปิดระบบปรับอากาศให้ทำงานอยู่ก็ตาม เนื่องจากระบบปรับอากาศของรถยนต์จะมีการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายในและภายนอกตัวรถ เมื่อรถจอดนิ่งอยู่กับที่ควันไอเสียซึ่งเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะเกิดการไหลเข้าสู่ห้องโดยสารและสะสมในปริมาณมากจนกระทั่งเกิดการเสียชีวิต งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอชุดชาร์จเจอร์ที่สามารถตรวจวัดและแจ้งเตือนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพื่อลดการเสียชีวิตจากการหลับในรถยนต์ได้ โดยใช้เซนเซอร์รุ่น 3SP CO 1,000 ที่มีพิสัยการวัด 0-1,000 ppm และมีเปอร์เซนต์ความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน 5% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัดก๊าซ CO มาตรฐานรุ่น TM-801 มีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงพูดเพื่อให้ผู้ขับขี่ที่กำลังหลับอยู่ภายในรถรู้สึกตัว หากตรวจจับปริมาณก๊าซ CO ได้มากกว่า 30 ppm ซึ่งเป็นระดับที่เริ่มเป็นอันตราย อีกทั้งยังมีระบบบันทึกข้อมูลผ่านโมดูลที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ตรวจสอบความเสื่อมสภาพของรถยนต์ได้

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซ, ยูเอสบีชาร์จเจอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The death events of driver who sleep in the car are happen continually, although the driver is starting engine of the car and opens the air-condition system together. The air condition system has a function to exchange the air between interior and exterior of the car. While the car is stationary, the exhaust fumes of carbon monoxide (CO) will flow into the cabin and accumulate in large quantities until the driver death. In this paper, we present the USB charger for measurement and alarm the quantity of carbon monoxide to reduce chance of the death in vehicle. We use the microcontroller (Arduino) version ESP8266 and the CO sensor version 3SP CO 1,000 which has the measurement range 0-1,000 ppm. The percentage error of measurement is less than 5% when is compared with the standard CO meter version TM-801 Tenmars. It has alert system with a voice to those within the car if it can detect the quantity of CO more than 30 ppm. Moreover, the data will be recorded on the Internet connection module in order to check the deterioration of the car.

Keywords: carbon monoxide, gas sensor, USB charger, microcontroller

1. บทนำ

จากข่าวการเสียชีวิตอย่างคาดไม่ถึงของคนที่ติดเครื่องยนต์นอนหลับในรถที่มีมาอย่างต่อเนื่อง เป็นเรื่องที่น่าเศร้าเสียใจอย่างมากซึ่งเป็นเรื่องที่หลายคนอาจไม่รู้ถึงอันตรายและนำไปสู่การเสียชีวิต [1] พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตของผู้ที่นอนหลับในรถยนต์ยนต์ส่วนตัวถึงแม้จะสตาร์ทเครื่องยนต์และเลือกโหมดการทำงานเครื่องปรับอากาศอยู่ก็ตาม เนื่องจากระบบปรับอากาศของรถยนต์จะมีการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายในและภายนอกตัวรถ เมื่อรถจอดอยู่นิ่งอยู่กับอากาศจะควันไอเสียซึ่งเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide: CO) เกิดจะเกิดการไหลเข้าสู่ห้องโดยสารในปริมาณมากจนกระทั่งเกิดการเสียชีวิต นอกจากนั้นยังอาจเกิดจากการเสื่อมสภาพของส่วนป้องกันก๊าซจากห้องเครื่อง และระบบฟอกอากาศที่ดูดควันไอเสียย้อนกลับเข้ามาในระบบ ผู้ที่ได้สูดดมก๊าซชนิดนี้เข้าไปมักมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย สับสน และขาดสมาธิ ในกรณีที่รุนแรงอาจเกิดชักและหมดสติได้ นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก จากภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดได้ [2] ระดับอาการของผู้ที่ได้รับก๊าซปริมาณ 35 ppm (parts per million) จะเริ่มมีอาการปวดหัวและมึนงง เมื่อถึงระดับ 200 ppm จะเริ่มมีอาการสูญเสียความสามารถในการตัดสินใจ แต่หากได้รับก๊าซปริมาณสูงกว่า 1600 ppm จะมีอาการเพิ่มเติมคือ การชัก หัวใจเต้นเร็ว และเสียชีวิตในที่สุด [3]

งานวิจัยอ้างอิง [4] ได้นำเสนอระบบตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระยะไกลและมีการแสดงผลในรูปของกราฟแบบเวลาจริง ผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ (Bluetooth) ส่งข้อมูลขึ้นระบบเว็บแอพพลิเคชั่นกลุ่ม AJAX JSON ผ่านการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา JAVA PHP จำลองการทำงานด้วย Android SDK และใช้บอร์ดวงจรที่ถูกติดตั้งไว้บนรถบังคับที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่เข้าไปวัดปริมาณก๊าซในพื้นที่ต่างๆ และส่งข้อมูลมาประมวลออกมาในรูปของตารางฐานข้อมูลผ่านเว็บไซต์ และแสดงผลเชิงตัวเลขผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทำให้อุปกรณ์นี้สามารถใช้งานได้กับพื้นที่ภายนอกและโล่งแจ้ง อย่างไรก็ตาม ระบบที่นำเสนอนี้ยังมีข้อจำกัดด้านระยะทางในการสื่อสารด้วยบลูทูธ และความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ที่ไม่อาจบ่งชี้ค่าวัดที่เป็นมาตรฐานได้อย่างแม่นยำ

งานวิจัยอ้างอิง [5] ได้นำเสนอการพัฒนาเครื่องเตือนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในบริเวณตรวจสภาพรถสำนักงานขนส่งกรุงเทพมหานคร พื้นที่ 5 โดยใช้เซนเซอร์ลักษณะกึ่งสำเร็จ รุ่น CO 210 Carbon monoxide probe มาเชื่อมต่อกับชุดวงจรระบบสมองกลฝังตัว Programmable IC หรือ PIC และแสดงผลผ่าน LED และ 7-segment พร้อมแจ้งเตือนเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่า 30 ppm ระบบนี้สามารถตรวจวัดก๊าซได้ในช่วง 10 ถึง 99 ppm และมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 อุปกรณ์นี้สามารถนำไปใช้งานได้เฉพาะบริเวณพื้นที่เปิดของพื้นที่ตรวจสภาพรถ และจะต้องอ้างอิงกับเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รุ่น ร่วมในการประมวลผลปริมาณก๊าซที่แน่นอน และเนื่องด้วยข้อจำกัดที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ จึงต้องจัดหาอุปกรณ์แปลงแรงดันเพิ่มเติมเพื่อให้อุปกรณ์นี้ทำงานได้ อีกทั้งระยะเวลาการแจ้งเตือนมีเวลาหน่วงนานเกินไป และมีเสียงการแจ้งเตือนที่ไม่สามารถปรับระดับความดังของเสียงได้

งานวิจัยอ้างอิง [6] ได้นำเสนอระบบการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แบบออนไลน์ (On-line monitoring of carbon monoxide) เพื่อตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบริเวณตรวจสภาพรถคล้ายกับ [5] แต่มีการปรับปรุงระบบการทำงานนำเอาระบบสมองกลฝังตัว AVR รุ่น ATMega 168 และเพิ่มวงจรอินเตอร์เฟสผ่านระบบเครือข่ายแลนที่ทำงานด้วยโพรโทคอล TCP/IP ในการส่งข้อมูลขึ้นระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเก็บผลลงในระบบฐานข้อมูล MySQL และแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ผ่านคอมพิวเตอร์ PHP Script อีกทั้งยังสร้างกราฟข้อมูลผ่านทางโปรแกรม Microsoft Excel สามารถตรวจวัดปริมาณก๊าซได้ในช่วง 0 ถึง 1,000 ppm ทำให้อุปกรณ์นี้สามารถนำไปใช้งานได้เฉพาะบริเวณพื้นที่ภายนอกและโล่งแจ้งโดยใช้เครือข่ายแลนผ่านสายสัญญาณยูทีพีที่อาจมีการเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์เครือข่ายอื่นๆ เช่น ฮับหรือสวิตซ์ ก่อนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์จึงทำให้มีระยะในการสื่อสารจำกัด ซึ่งปกติจะไม่เกินระยะ 100 เมตร

งานวิจัยอ้างอิง [7] ได้นำเสนอระบบการตรวจสอบการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ในอากาศแบบไร้สาย ได้เล็งเห็นถึงอันตรายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน จึงมีการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซ และแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบข้อความสั้นที่มีการทำงาน 2 รูปแบบคือ 1) แจ้งเตือนปริมาณก๊าซในหน่วย ppm และ 2) หากมีปริมาณก๊าซถึงระดับตามที่กำหนดไว้ในโปรแกรมคือ 50 ppm จะส่งข้อความแจ้งเตือนถึงอันตรายและอาการที่จะเกิดขึ้น ในระบบควบคุมเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น PIC-16F887 ต่อเข้ากับเซนเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ รุ่น TGS800 และซิมการ์ด GSM ทำให้อุปกรณ์นี้ถูกออกแบบมาใช้งานเพื่อการแจ้งเตือนปริมาณก๊าซผ่านข้อความสั้นเป็นหลัก จึงจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อสัญญาณผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังนั้นหากถูกนำไปใช้ในพื้นที่ที่ขาดสัญญาณจะทำให้อุปกรณ์นี้ไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ได้นำเซนเซอร์รุ่น 3SP CO 1000 ของ Spec Sensors มาใช้ทดแทนเซนเซอร์รุ่น MQ-7 มาประกอบเข้ากับระบบสมองกลฝังตัวกลุ่ม Atmel และชุดวงจรตระกูล ESP8266 รวมถึงวงจรเสียงแจ้งเตือนด้วยเสียงพูดมนุษย์ หน้าจอแสดงปริมาณก๊าซในหน่วย ppm การแสดงเวลาและปฏิทิน ระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออฟไลน์ (Datalogger) ผ่าน SD Card และผ่านระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออนไลน์ผ่าน Thingspeak และทันทีที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟนด้วย Wifi Hospot ระบบสมองกลฝังตัวจะทำการดึงเวลามาตรฐานจาก time.nasa.gov อย่างอัตโนมัติ ในขณะเดียวกันจะทำการส่งข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ CO ไปจัดเก็บไว้ยังระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออนไลน์ (Cloud Datalogger) ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลย้อนหลังได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถสร้างเป็นกราฟข้อมูลแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ และผ่าน Application ทั้ง Android และ iOS ได้

รูปที่ 1 เครื่องตรวจจับและวัดปริมาณก๊าซ CO ที่นำเสนอ

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

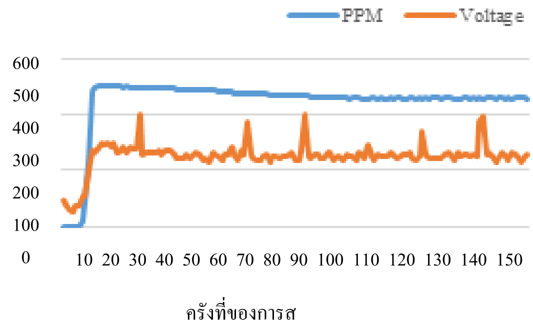
กระบวนการดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากส่วนของสร้างตัวอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อนำมาทำการสอบเทียบ (Calibration) เพื่อให้มีความแม่นยำในการตรวจวัดจึงต้องอาศัยการสอบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทางอุตสาหกรรมที่มีความเที่ยงตรงสูง คือรุ่น TM-801 ของ Tenmars เพื่อให้ทราบระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในหน่วย ppm โดยใช้การเทียบปริมาณเชิงตัวเลขระหว่างค่าแรงดันทางไฟฟ้าที่ได้จากเซนเซอร์ กับค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์จากการพล็อตกราฟ แล้วนำสมการดังกล่าวบรรจุลงในเงื่อนไขคำสั่งของชุดสมองกลฝังตัวให้สามารถประมวลผล

ขั้นตอนการเตรียมก๊าซ CO ได้สร้างขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์ก๊าซ CO บริสุทธิ์จากการทำปฏิกิริยาของสารเคมีขึ้น ใช้หลักการ Dehydration ของสารกรดเข้มข้น (Concentrated acid) 2 ชนิด คือ กรดซัลฟลูริคเข้มข้น (Sulphuric acid : H_2SO_4) และกรดฟอร์มิค (Formic acid : HCOOH) ผสมกันในเครื่องแก้ว และให้พลังงานด้วยความร้อน จนทำให้เกิดปฏิกิริยา แล้วจึงทำการสร้างระบบกักเก็บก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในระบบปิดที่จะไม่มีการไหลเข้าออกของอากาศจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 การเตรียมก๊าซ CO เพื่อใช้ทดสอบ

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากที่ได้เตรียมก๊าซ CO เสร็จแล้วจึงได้นำเอาเครื่องวัด CO ที่เราได้นำเสนอไปวัดทดสอบวัดค่าจากการทดลองซ้ำหลายครั้ง โดยแต่ละครั้งจะทดสอบอ่านค่าระบบความเข้มของก๊าซ CO ในหน่วย ppm และค่าแรงดันไฟฟ้าต่อเนื่องกันนานเฉลี่ย 7 ชั่วโมง จากผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าค่า ppm ที่อ่านได้ในแต่ละครั้งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ จากตัวอย่างข้อมูลในการทดลองของการสุ่มตัวอย่างสัญญาณค่า ppm และค่าแรงดันไฟฟ้าจำนวน 148 ครั้ง แล้วนำมาพล็อตกราฟจากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกค่าทุกๆ 3 นาที ทำให้ได้กราฟข้อมูล 2 ชุด คือค่าความเข้มข้นของก๊าซในหน่วย ppm และแรงดันไฟฟ้าในหน่วยมิลลิโวลต์ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ppm และแรงดัน

จากรูปที่ 3 เนื่องจากจำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่างของข้อมูล 2 ชุดเท่ากัน จึงได้นำข้อมูลมารวมเข้าด้วยกัน แล้วนำมาสร้างสมการแบบโพลิโนเมียลซึ่งประกอบพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 ตัวคือ x แทนค่าแรงดันทางไฟฟ้าที่ได้จากเซนเซอร์ และ y แทนค่าความเข้มของก๊าซ CO ในหน่วยของ ppm ดังสมการ (1)

$$y = (4\times10^{-7})x^4 - 0.0004x^3 + 0.1213x^2 - 11.888x + 353.54 \quad (1)$$

จากตารางที่ 1 ได้นำเอาเครื่องวัดก๊าซ CO ที่ได้นำเสนอไปทดสอบวัดปริมาณก๊าซ CO ในรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 3 คัน โดยทำการทดลองซ้ำๆ จำนวน 10 ครั้งในรถยนต์แต่ละคัน แล้วนำมาหาเฉลี่ยได้เท่ากับ 152.48, 119.33 และ 82.94 ตามลำดับ และมีการแจ้งเตือนทุกครั้งตรวจจับปริมาณก๊าซ CO ได้มากกว่า 30 ppm จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อดูความแม่นยำของค่าที่อ่านได้จากรถยนต์คันที่ 1, 2 และ 3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเข้าใกล้ 0 ยิ่งดี) ซึ่งมีค่า 2.39, 2.13 และ 1.94 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังได้แสดงการบันทึกข้อมูลแบบออฟไลน์ผ่านซึ่งสามารถทำงานได้ตามปกติ

จากตารางที่ 2 ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซ CO (ppm) ระหว่างเครื่องวัดที่เรานำเสนอกับเครื่องวัดมาตรฐาน รุ่น Tenmars TM-801 โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับที่ดำเนินการในตารางที่ 1 ผลการทดลองพบว่าเครื่องวัดปริมาณก๊าซ CO ที่เรานำเสนอมีเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนจากการวัดต่ำกว่า 5%

ตารางที่ 1 ปริมาณก๊าซ CO ที่เครื่องวัดอ่านได้เมื่อนำไปทดสอบในรถยนต์

พารามิเตอร์ ที่พิจารณา	รถยนต์ คันที่ 1	รถยนต์ คันที่ 2	รถยนต์ คันที่ 3
ปริมาณก๊าซ CO (ppm) ที่วัดได้โดยเฉลี่ยจากการทดสอบ 10 ครั้ง	152.48	119.33	82.93
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.39	2.13	1.94
Datalogger ที่บันทึกปริมาณก๊าซ CO (ppm) ได้ ณ เวลาหนึ่ง	149	112	83

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซ CO (ppm) ที่วัดได้จากเครื่องวัดมาตรฐาน Tenmars TM-801

การทดสอบวัด ปริมาณก๊าซ CO	เครื่องวัด CO ที่นำเสนอ	Tenmars TM-801	% ความ ผิดพลาด
รถยนต์คันที่ 1	153.65	148	3.82
รถยนต์คันที่ 2	116.32	112	4.75
รถยนต์คันที่ 3	81.49	84	2.99

4. สรุป

บทความวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอกระบวนการสร้างเครื่องมือในการตรวจวัดก๊าซ CO ที่เกิดการสะสมภายในห้องโดยสารของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการเสียชีวิต ซึ่งนำเสนอชุดชาร์จเจอร์ที่สามารถตรวจวัดและแจ้งเตือนก๊าซ CO เพื่อลดการเสียชีวิตจากการหลับในรถยนต์ โดยมีพิสัยการวัดเท่ากับ 0-1000 ppm จากการทดสอบพบว่าหากตรวจจับปริมาณก๊าซ CO ได้มากกว่า 30 ppm จะมีเสียงแจ้งเตือนผู้ขับขี่ ค่าที่อ่านได้มีความแม่นยำซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด 2.39 และมีความผิดพลาดไม่เกิน 5% เมื่อเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน นอกจากนั้นยังมีระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออฟไลน์ผ่าน SD Card และแบบออนไลน์ผ่าน Thingspeak อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองอาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ในกรณีที่เซนเซอร์ถูกรบกวนจากก๊าซประเภทอื่นและสภาพแวดล้อมในขณะทำการทดสอบ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนทุนวิจัย วจพ. ๑๒/๒๕๕๘ ประจำปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] 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.

[2] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.

[3] I.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.

[4] K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.

[5] R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” J. Name Stand. Abbrev., in press.

[6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987.

[7] M. Young, The Technical Writer’s Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มโดยใช้ ESP8266 และอุปกรณ์ตรวจวัดการเคลื่อนไหว

Development of Fall Detection Devices Using ESP8266 and Motion Tracking Sensor

กิตติ์รวี ศิวัฒน์กิตติสุข[1] เจษฎา งาเนียม[1] และดนุชา ประเสริฐสม[2]
[1]นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ E-mail: kitravee01@hotmail.com, ball_chatsada@hotmail.com
[2]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ E-mail: danucha.p@eng.kmutnb.ac.th
[1, 2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนออุปกรณ์ตรวจจับการล้มแบบพกพาที่สามารถแจ้งเตือนการล้มหรือการร้องขอความช่วยเหลือผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆไปยังผู้ดูแล ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นได้ใช้ ESP8266 เป็นตัวประมวลผลหลักและใช้โมดูลตรวจวัดความเร่ง MPU6050 ในการตรวจจับการล้ม การแจ้งข้อความเพื่อขอช่วยเหลือ อุปกรณ์ตรวจจับการล้มจะแจ้งเตือนผ่านระบบ Wi-Fi โดยผู้ดูแลจะได้รับข้อความแจ้งเตือนบนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาเมื่อมีการล้มหรือการขอความช่วยเหลือ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมีการทำงานสามารถใช้งานอย่างถูกต้องเป็นไปตามแนวทางที่นำเสนอ
คำสำคัญ: การตรวจจับการล้ม, ตัวตรวจวัดการเคลื่อนไหว, โมดูล ESP8266

Abstract

This article describes the development of wearable fall detection device. The device can notify the fall or request for help to the caregivers via cloud network. This device consisting of main processer ESP8266 and gyroscope and accelerometer sensor MPU6050 for fall detection. The alarm message will be sent to caregivers via Wi-Fi system. Caregiver will receive alarm message on mobile device when a fall occurred or user would like to request for help. Experimental results show that the developed system can work correctly according to the designed process.
Keywords: fall detection, Motion Tracking sensor, ESP8266

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ [1] ซึ่งหมายความว่าต่อจากนี้จะมีแนวโน้มของประชากรที่เป็นผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันภาวะสังคมปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง ทำให้ผู้สูงอายุจำนวนไม่น้อยต้องอยู่อาศัยเพียงลำพังปราศจากผู้ดูแล อีกทั้งด้วยความเสื่อมสภาพตามวัยของผู้สูงอายุทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งการล้ม จากข้อมูล [2] จะเห็นได้ว่าอุบัติเหตุที่เกิดจากการล้มของผู้สูงอายุส่งผลรุนแรงถึงกับเสียชีวิตปีละ 990 คน หรือเฉลี่ยวันละ 3 คน (ข้อมูลเมื่อปี พ.ศ.2557) การบาดเจ็บของผู้สูงอายุที่ล้มนั้นสามารถเกิดการบาดเจ็บได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่การบาดเจ็บโดยทั่วไปจนถึงหมดสติ หรือการบาดเจ็บทางระบบประสาทและสมองที่อาจจะทำให้เกิดอาการอัมพาต ซึ่งอาจส่งผลต่อการเสียชีวิตตามมา อย่างไรก็ตามอาการบาดเจ็บดังกล่าวหากได้รับการช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีจะสามารถลดความรุนแรงของการบาดเจ็บและการสูญเสียชีวิตลดลงได้

เมื่อพิจารณาปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่า หากมีอุปกรณ์ที่ให้ผู้สูงอายุสวมใส่แล้วมีการแจ้งเตือน เมื่อเกิดการล้มหรือการขอความช่วยเหลือจากผู้สูงอายุ น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดการสูญเสียในประเด็นที่กล่าวมา อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างความมั่นใจรวมถึงลดความกังวลของผู้ดูแลหรือญาติในยามที่ให้ผู้สูงอายุอยู่ตามลำพัง จากงานวิจัยในอดีตมีกลุ่มนักวิจัยพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มอย่างแพร่หลาย [3-4] อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่าบทความที่นำเสนอได้มุ่งเน้นการใช้งานภายนอกอาคารโดยการระบุตำแหน่งจุดเกิดเหตุ หรือการส่งข้อมูลผ่านการติดต่อสื่อสารแบบ ZigBee ที่ต้องอาศัยการประมวลผลจากส่วนกลางเพื่อวิเคราะห์การล้ม ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนออุปกรณ์ตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุที่ต้องอยู่อาศัยในบ้านเพียงลำพัง โดยมีการติดต่อสื่อสารผ่านระบบ Wi-Fi กับ Access point เมื่อเกิดการล้มสามารถแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที ปราศจากระบบประมวลผลส่วนกลางและยังเหมาะกับการใช้งานในที่อยู่อาศัย

2. การออกแบบระบบที่นำเสนอ

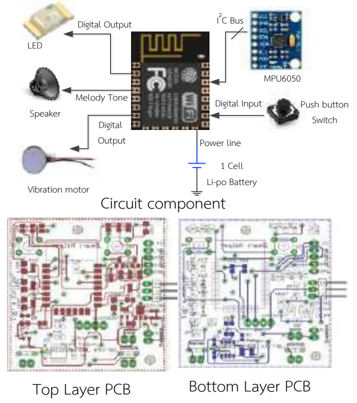
การออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุแบบพกพาที่นำเสนอ ได้มีการออกแบบภายใต้แนวคิดที่เป็นอุปกรณ์ขนาดกระทัดรัดเหมาะกับการสวมใส่ รองรับการเชื่อมต่อแบบ Wi-Fi ย่านความถี่ 2.4 GHz (IEEE 802.11 b/g/n) สามารถส่งข้อความขอความช่วยเหลือผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ (Cloud Network) การทำงานของระบบที่ออกแบบแสดงดังรูปที่ 1 กล่าวคือผู้สูงอายุหรือบุคคลที่ต้องการใช้ระบบ

ตรวจจับการล้มจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ตรวจจับการล้ม เมื่อเกิดการล้มหรือมีการกดปุ่มสัญญาณเพื่อร้องขอความช่วยเหลือ อุปกรณ์จะทำการส่งข้อความเพื่อขอความช่วยเหลือผ่านระบบ Wi-Fi ที่ใช้งานอยู่ในที่พักอาศัยสู่ระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ โดยข้อความแจ้งเตือนจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาเพื่อให้ผู้ดูแลได้ทราบเหตุการณ์และเข้าช่วยเหลือได้ทันท่วงที การออกแบบระบบและอุปกรณ์ที่นำเสนอสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ 1. การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ 2. การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์ 3. การออกแบบระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ

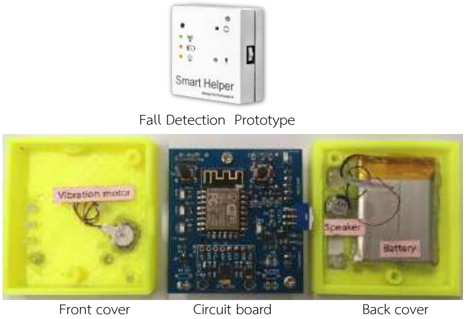
รูปที่ 1 การทำงานของระบบตรวจจับการล้มที่นำเสนอ

2.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

ในการออกแบบบทความนี้ได้คำนึงถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่มีความต้องการดังนี้ อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบ Wi-Fi มีการแจ้งเตือนจาก LED มีเสียงเตือนจากลำโพงและการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ ใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานและสามารถชาร์จพลังงานให้กับอุปกรณ์ได้ ดังนั้นในบทความนี้ได้เลือกใช้ ESP8266 เป็นตัวประมวลผลหลักเนื่องจากสามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้ ใช้โมดูลตรวจวัดความเร่ง MPU6050 ในการตรวจจับการล้ม การส่งเสียงเตือนได้ใช้ลำโพงขนาดเล็กที่มีการเชื่อมต่อกับไอซี TPA4861 เพื่อทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณเสียงที่ถูกส่งสัญญาณในลักษณะ Melody Tone จากตัวประมวลผลหลัก การสั่นสะเทือนได้ใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก (Vibration motor) เป็นตัวสร้างแรงสั่นสะเทือน แหล่งพลังงานของวงจรใช้แบตเตอรี่ Li-Po ขนาด 1 เซลความจุ 600 mAh เป็นอุปกรณ์เก็บสะสมพลังงาน ในการชาร์จพลังงานให้แบตเตอรี่ใช้ไอซี MCP73831 เป็นตัวชาร์จพลังงานและการป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจรเลือกใช้ไอซี MCP1702 ทำหน้าที่เป็นวงจรปรับระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ให้มีขนาดแรงดัน 3.3 โวลท์ เพื่อจ่ายให้กับวงจร องค์ประกอบของวงจรและแผ่นพิมพ์ลายวงจรอุปกรณ์ต้นแบบแสดงในรูปที่ 2 ในการนำไปทดสอบการใช้งานจริงได้ใช้เครื่องพิมพ์ชิ้นงานสามมิติ พิมพ์เคสของอุปกรณ์เพื่อยึดและติดตั้งแผ่นวงจรและอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานดังที่กล่าวมาโดยแสดงในรูปที่ 3 อุปกรณ์ต้นแบบที่ได้สร้างขึ้นมีขนาด กว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 55 x 59 x 8 มิลลิเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 2 องค์ประกอบของวงจรต้นแบบและแผ่นพิมพ์ลายวงจรอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอ



รูปที่ 3 อุปกรณ์ตรวจจับการล้มต้นแบบ

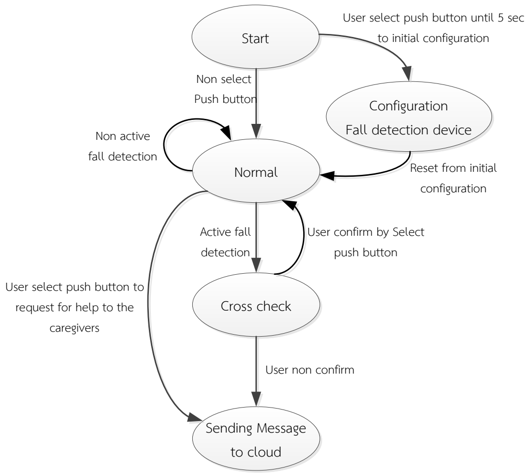
2.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

ในส่วนของการออกแบบซอฟต์แวร์ได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการตั้งค่าเริ่มการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม และการออกแบบซอฟต์แวร์ในระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ

2.2.1 การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม

เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอสามารถรับอินพุตจากผู้ใช้งานผ่านสวิทช์ปุ่มกดเพียงปุ่มเดียวอีกทั้งมีเอาต์พุตที่แสดงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานผ่านทางการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ การส่งเสียงจากอุปกรณ์และ LED แสดงผลสถานะการทำงาน ดังนั้นการออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอ ได้ออกแบบการทำงานของซอฟต์แวร์ที่แบ่งเป็นสเตท (State) การทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4 จากรูปที่ 4 สามารถอธิบายลำดับการทำงานและคุณลักษณะของในแต่ละสเตทได้ดังนี้ เมื่อเริ่มต้นเปิดใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม อุปกรณ์จะเริ่มต้นการทำงานที่สเตทเริ่มต้น (Start state) ซึ่งในการพัฒนาได้คำนึงถึงการตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งานของอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ Wi-Fi ดังนั้นหากผู้ใช้งานทำการกดสวิทช์ปุ่มกดค้างไว้ 5 วินาที โปรแกรมจะเข้าสู่สเตทการตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งาน (Configuration Fall detection device state) เพื่อให้ผู้ใช้งานตั้งค่าการ

เชื่อมต่อการสื่อสารแบบ Wi-Fi กับอุปกรณ์ หรือหากไม่มีการกดสวิทช์ปุ่มกดโปรแกรมจะเข้าสู่ สเตทการตรวจจับการล้ม (Normal state) โดยในสเตทนี้จะเป็นวิเคราะห์ค่าอัตราการเร่งและความเร็วเชิงมุมจาก MPU6050 หากมีการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญโปรแกรมจะถือว่าเกิดการล้มขึ้น จากนั้นเข้าสู่สเตทการตรวจสอบการล้มจากผู้ใช้งาน (Cross check state) ในการทำงานในสเตทนี้ได้ออกแบบขึ้นเพื่อเป็นการยืนยันว่าผู้ใช้งานเกิดการล้มจริง โดยอุปกรณ์จะมีการสั่นสะเทือน มีการกระพริบของ LED สถานะพร้อมกับส่งเสียงแจ้งเตือน เพื่อแจ้งเตือนกับผู้ใช้งานว่าเกิดการล้มจริงหรือไม่ หากผู้ใช้งานไม่กดสวิทช์ปุ่มกดเพื่อยืนยันภายในเวลา 5 วินาที จะถือว่าเกิดการล้มขึ้นจริงและเข้าสู่สเตทการส่งข้อความแจ้งเตือน (Sending Message to cloud state) ซึ่งการทำงานในสเตทนี้จะเป็นการส่งข้อความเพื่อขอความช่วยเหลือไปยังผู้ดูแลผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ เงื่อนไขอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวมาโปรแกรมจะอยู่ใน สเตทการตรวจจับการล้มเพื่อเฝ้ารอเหตุการณ์



รูปที่ 4 แผ่นภาพสเตทของซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอ

2.2.2 การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการกำหนดค่าเริ่มต้นใช้งานให้กับอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม

การออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอนี้ได้คำนึงถึงความสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอเป็นอุปกรณ์แบบพกพา โดยอุปกรณ์จะมีการเชื่อมต่อกับ Access point ที่ติดตั้งตามที่อยู่อาศัย ดังนั้นในการใช้งานผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการตั้งค่าอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม ให้ทำการเชื่อมต่อกับ Access point ที่ต้องการการเชื่อมต่อ บทความนี้จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์ตรวจจับการล้มให้ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (Server) สำหรับการตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งาน โดยในการกำหนดค่าเริ่มต้นใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาหรือคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์ (Client) เชื่อมต่อทาง Wi-Fi ผ่านทาง Web Browser ที่ Domain name : 192.168.4.1 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าเริ่มต้น ซึ่งการตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งานจะเป็นการตั้งค่าเพียงครั้งเดียวก่อนการใช้งาน รูปที่ 5 แสดงหน้าต่างของการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอโดยใช้ภาษา JavaScript บนโปรแกรม Arduino IDE ในการพัฒนา จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้งานทำการกำหนดค่าเริ่มต้นประกอบไปด้วย 4 ส่วน โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1. Configure เป็นส่วนที่ใช้ในการตั้งค่าเริ่มต้นของการติดต่อแบบ Wi-Fi โดยตัวอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอจะทำการค้นหา Access point ที่ให้บริการครอบคลุมอยู่ในบริเวณนั้นแล้วแสดง SSID ของ Access point ในบริเวณดังกล่าวเพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกใช้งาน จากนั้นผู้ใช้งานจะทำการเลือก Access point ที่ต้องการเชื่อมต่อและป้อนรหัสผ่าน (Password) เพื่อเชื่อมต่อ โดยอุปกรณ์จะจำการตั้งค่าดังกล่าวไว้ หากในพื้นที่นั้นพบ Access point ที่ให้บริการอยู่หลายตัวผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ Access point ตัวอื่นๆ ได้มากกว่า 1 ตัว โดยอุปกรณ์จะทำการเลือกการเชื่อมต่อกับ Access point ที่มีคุณภาพของสัญญาณที่ดีที่สุดก่อนและหากไม่สามารถเชื่อมต่อได้ อุปกรณ์จะทำการสลับไปยัง Access point ตัวอื่นที่เคยตั้งค่าไว้เพื่อทำการเชื่อมต่อลำดับต่อไป

2. Configure Pushover เป็นส่วนที่สร้างไว้เพื่อง่ายต่อการใส่ User Key ของการให้บริการระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ โดยในบทความนี้ได้เลือกใช้บริการของ Pushover

3. Information เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการล้มเช่น ชื่อ, นามสกุล, อายุ, ส่วนสูงน้ำหนัก หรือข้อมูลที่จำเป็น เพื่อทางผู้ที่จะเข้าช่วยเหลือจะได้ทราบข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็น

4. Reset เมื่อทำการตั้งค่าเริ่มต้นเสร็จสิ้นแล้วเมื่อทำการกดปุ่ม Reset ตัวอุปกรณ์จะออกจากการตั้งค่าและกลับสู่การทำงานในสถานะการตรวจจับการล้ม

2.2.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ในแบบระบบแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ

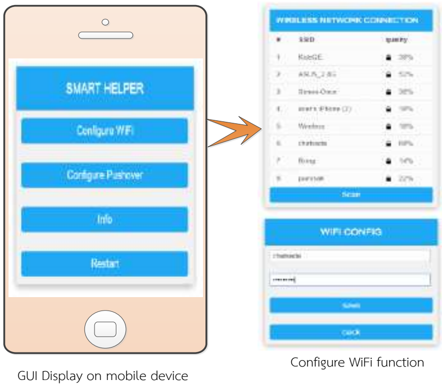
การแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆ ในบทความนี้ได้เลือกใช้บริการของ Pushover เนื่องจาก Pushover มีการให้บริการแจ้งเตือนผ่านทาง Web Application ที่รองรับระบบปฏิบัติการ IOS, Android, Windows และ Linux ซึ่งสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาและคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการออกแบบการแจ้งเตือนการล้มหากอุปกรณ์ตรวจจับพบว่าเกิดการล้มขึ้นตัวประมวลผลหลัก ESP8266 ที่เชื่อมต่อกับกับ Wi-Fi ตามที่ตั้งค่าเริ่มต้นไว้จะติดต่อกับบริการ Pushover ผ่าน HTTP Protocol โดยมีลำดับตามนี้

1. ส่ง User key ที่บ่งบอกว่าเป็น User คือผู้ใช้ใด

2. ส่ง API Token/Key ที่บ่งบอกว่าเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นเพื่อระบุชนิดการแจ้งเตือน

3. ส่ง ข้อความให้ผู้ดูแลทราบข้อมูลที่จำเป็นเบื้องต้น

ในส่วนของ API Token/Key ในบทความนี้ได้ออกแบบรองรับการแจ้งเตือนในกรณีอื่นที่ไม่ใช่การล้ม เช่น การแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานชาร์จแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม การแจ้งเตือนจากการกดปุ่มร้องขอความช่วยเหลือจากผู้ใช้งาน และเป็นการออกแบบสำหรับฟังก์ชันอื่นๆ ในอนาคต รูปที่ 6 แสดงหน้าต่างการแจ้งเตือนที่แสดงบนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาและชนิดของข้อความที่แจ้งเตือน ส่วนของ HTTP Protocol ในบทความนี้ได้ใช้ Arduino Library ของ Pushover ในการพัฒนา



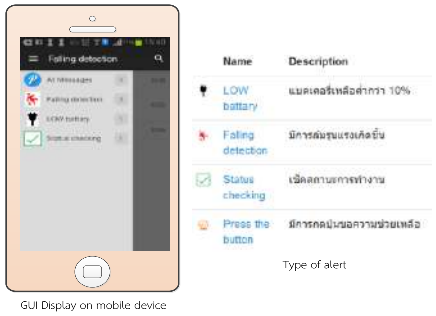
รูปที่ 5 หน้าต่างของการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม

3.ผลการทดลอง

การทดสอบสมรรถนะการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่ได้พัฒนาขึ้น ได้ทำการทดสอบการทำงานโดยจำลองสถานการณ์การล้มของผู้ใช้งานจริง ซึ่งได้ให้ผู้ทดสอบใช้งานสวมใส่อุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่พัฒนาขึ้นในกระเป๋าเสื้อด้านหน้า การทดสอบจะให้ผู้ทดสอบเดินเคลื่อนไหวแบบปกติแล้วเกิดการล้ม อุปกรณ์ที่ทำการทดสอบสามารถตรวจจับการล้มแล้วแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลได้ตรงตามรูปแบบการทำงานที่ได้ทำการออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยรายละเอียดการทดสอบและคุณสมบัติต่างๆ ของอุปกรณ์ที่นำเสนอสามารถดูเพิ่มเติมได้ที่ [5] จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ตรวจจับการล้มต้นแบบที่พัฒนาขึ้น สามารถทำการตรวจจับและแจ้งเตือนการล้มของผู้ใช้งานได้จริง โดยในการตรวจจับการล้มมีความแม่นยำ 90%

4. สรุป

บทความนี้ได้พัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มต้นแบบ ที่สามารถแจ้งเตือนการล้มหรือการร้องขอความช่วยเหลือจากผู้ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายกลุ่มเมฆไปยังผู้ดูแล โดยในบทความนี้ได้เลือกใช้บริการของ Pushover ในการใช้งาน การออกแบบฟังก์ชันการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอง่ายไม่ซับซ้อน การตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งานสามารถตั้งค่าผ่านทาง Web Browser โดยใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพาหรือคอมพิวเตอร์ ในการใช้งานของอุปกรณ์มีสัญญาณเสียง การสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ การแสดงสถานะของ LED และสวิทช์แบบปุ่มกดสำหรับการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งาน



รูปที่ 6 การแจ้งเตือนบนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา

รูปที่ 7 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการล้มที่นำเสนอ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนเพื่อให้อุปกรณ์ตรวจจับการล้มต้นแบบที่นำเสนอในบทความนี้ได้เข้าร่วมประกวดในโครงการ Enjoy Science: Young Makers Contest 2016 ภายใต้ชื่อผลงาน Smart Helper และบทความนี้ได้รับทุนสนับสนุนการนำเสนอผลงานทางวิชาการจากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจพ.

เอกสารอ้างอิง

[1] นิภาพันธ์ พูนเสถียรทรัพย์, "คนไทยจนตอนแก่ปัญหาใหญ่ระดับชาติ" [online] available from : http://www.scb.co.th/line/tip/money-plan.html

[2] "รายงานประจำปี 2558 สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข", สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 40, พ.ศ.2559

[3] Falin Wu, Hengyang Zhao, Yan Zhao and Haibo Zhong "Development of a Wearable-Sensor-Based Fall Detection System" Int. J. of Telemedicine and Applications., vol. 2015, pp. 1-11, 2015

[4] Ondrej Biroš, Ján Karchnák, Dušan Šimšík and Alexander Hošovský "Implementation of wearable sensors for fall detection into smart household" Proc. 12th IEEE Int. Symp. Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), Slovakia., pp. 19-22, Jan 23-25, 2014.

[5] คุณสมบัติการและการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม, [online] available from : http://numpapickyoungmaker.blogspot.com/

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Car Accident Alert System through Android operating system

นายภาคภูมิ คันธวิวรณ์[1] นายบรรจบ แสนเจริญ[2] และ นางสาวมาลียา ตั้งจิตเจษฎา[3]
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
7/1 ถ.นนทบุรี 1 ต.สวนใหญ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000 โทรศัพท์: 084-697-8083 E-mail: bjsdata@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนด รอยด์ ได้พัฒนาโดยนำระบบแอนด รอยด์เข้ามาควบคุมประยุกย์ใช้ เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบและพัฒนา ซึ่งจะใช้สมาร์ตโฟนในเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมผ่านสาย Micro USB เพื่อแจ้งเตือนไปยังเบอร์ฉุกเฉิน เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือแรงกระแทกที่มากระทำกับตัวเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งกับตัวรถยนต์ บอร์ดควบคุมจะทำการส่งสัญญาณไปยังเบอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เราได้บันทึกไว้ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หลังจากนั้นตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่จะตรวจสอบว่าขณะที่เกิดอุบัติเหตุรถยนต์นั้นอยู่ที่สถานที่ใด โดยใช้ GPS เป็นตัวตรวจสอบพร้อมทั้งสามารถใช้ Google Map ในการหาสถานที่ที่เกิดเหตุไปพร้อมๆ กัน โดยส่งค่าตำแหน่ง พิกัดผ่านระบบ SMS จากผลในการทดลองระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ สามารถบอกตำแหน่งพิกัด GPS ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 % เราสามารถที่จะเรียกดูข้อมูลตำแหน่ง พิกัด ย้อนหลังได้จากระบบฐานข้อมูล (Database System) ที่ได้ทำไว้ เราสามารถที่จะพัฒนาระบบไปใช้งานรูปแบบต่าง ๆ ได้อีก

คำสำคัญ : ระบบปฏิบัติการแอนด รอยด์, GPS, Google Map,ระบบฐานข้อมูล

Abstract

This paper presents a car accident alert system through android operating system. The system consists of limit switch that detects shock from an accident. When the sensor encounters a shock, the control board sends a signal to the program Safety_Car which is an android operating system application. Then the system will check the location of the accident with GPS and google map to send the position via SMS. The experimental results show that the system can accurately determine the location. The error of the accident position is less than 1%. And backward coordinates can also be retrieved from the database.

Keywords: Android operating system, GPS , Google Map, Database System

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นทางด้านการสื่อสารหรือด้านยานยนต์ โดยเฉพาะรถยนต์ที่นับวันจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ บนท้องถนน และสิ่งที่ตามมาก็คืออุบัติเหตุตามสถานที่ต่างๆ เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นอาจทำให้เกิดความสูญเสียได้ทั้งชีวิตและทรัพย์สิน บ่อยครั้งเมื่อเกิดอุบัติเหตุแต่ไม่สามารถเข้าไปช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที หรือลดการสูญเสีย เช่นในเวลากลางคืน ที่อับสายตา หรือเส้นทางเปลี่ยวผู้คนสัญจรน้อย

ดังนั้น จึงได้เกิดแนวคิดในการสร้างโครงงานระบบแจ้งอุบัติเหตุรถยนต์ผ่านทางโทรศัพท์มือถือผ่านโดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์ที่รถยนต์จำนวน 9 จุด และเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมทำให้สามารถจับแรงกระแทกที่มากระทำกับตัวรถแล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปยังแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หลังจากนั้นตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่จะตรวจสอบว่าขณะที่เกิดอุบัติเหตุนั้นอยู่ที่ตำแหน่ง พิกัดที่ใด โดยใช้ GPS เป็นตัวตรวจสอบแล้วส่งข้อมูลตำแหน่งพิกัด ไปยังโทรศัพท์ปลายทางที่เรากำหนดไว้ เพื่อที่จะได้แจ้งให้การช่วยเหลือได้ทันที พร้อมทั้งสามารถใช้ Google Map ในการหาสถานที่ที่เกิดเหตุไปพร้อมๆ กันได้อีกด้วย

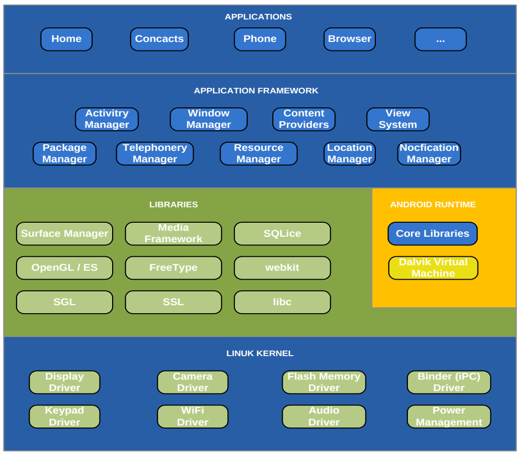
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอา แกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System)

2.1.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์

การทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้านักพัฒนาโปรแกรม สามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมด จะให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน



ภาพที่ 1 Android Architecture

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ (Applications) จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel

2.2 ระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานต่าง ๆ ร่วมกันได้ โดยที่จะไม่เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และยังสามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลด้วย อีกทั้งข้อมูลในระบบก็จะถูกต้องเชื่อถือได้ และเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยจะมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลขึ้น

โปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันมาก โดยทั่วไปโปรแกรมฐานข้อมูลของบริษัทต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น Oracle, DB2 ก็มักจะมีคำสั่ง SQL ที่ต่างจากมาตรฐานไปบ้างเพื่อให้เป็นจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมไป

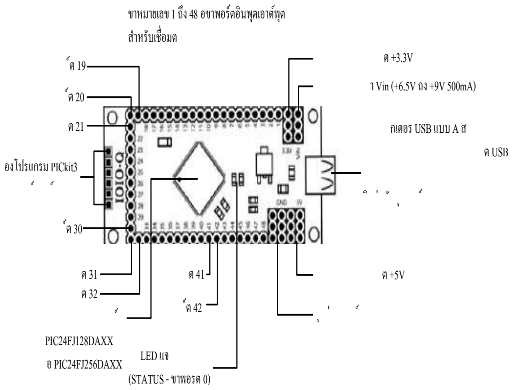
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินเตอร์เฟสบอร์ด IOIO-Q

บอร์ด IOIO-Q (อ่านว่า โย โย่)เป็นบอร์ดมโครคอนโทรลเลอร์ที่ที่พัฒนาขึ้นโดย YTAI เป็นโครงการฮาร์ตแวร์ในลักษณะโอเพ่นซอร์ส โดยบอร์ด IOIO ทำหน้าที่เป็นบอร์ดอินพุตเอาต์พุตเพื่อช่วยให้อุปกรณ์แอนดรอยด์สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ต USB ได้ โดยตัวบอร์ดใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ PIC24FJ128DAหรือ PIC24FJ256DA ทำเป็น USB โฮสต์ โดยภายในไมโครคอนโทรเลอร์หลัก บรรจุเฟิร์มแวร์สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แอนดรอยด์ไว้แล้ว ผู้ใช้งานจึงเพียงพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์แอนดรอยด์โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมสำหรับตัวบอร์ด IOIO อีก ส่งผลให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือแอปพลิเคชั่นได้หลากหลายตามต้องการ

ภาพที่ 2 แสดงบอร์ด IOIO ต้นฉบับที่พัฒนาโดย YTAI ผลิตโดย Sparkfun (บอร์ดซ้ายสีขาว) และ IOIO-Q ที่ผลิตโดยบริษัท อิโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์ จำกัด หรือ INEX (บอร์ดขวาสีน้ำเงิน)

2.3.1 วงจรของ IOIO-Q

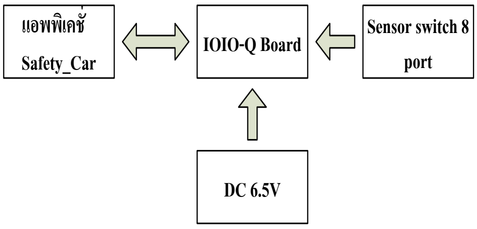
บอร์ด IOIO-Q มีส่วนประกอบโดยรวมแสดงในภาพที่2.4 และแสดงหน้าที่การทำงานโดยสรุปในตารางที่ 2.2 ในภาพที่ 2.5 แสดงวงจรของบอร์ด IOIO-Q มี IC1 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC24FJ128DA ซึ่งได้รับการโปรแกรมเฟิร์มแวร์ของ IOIOเป็นอุปกรณ์หลัก โดยในการโปรแกรมต้องกระทำผ่านคอนเน็กเตอร์ ICSP ด้วยเครื่องโปรแกรมภายนอก อาทิ PICkit3



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบที่สำคัญของบอร์ด IOIO-Q

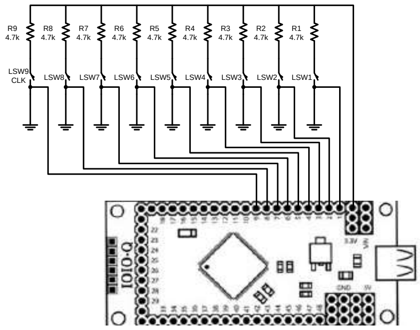
3. การออกแบบระบบ

บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



ภาพที่ 4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Sensor switch 8 port ทำหน้าที่ตรวจสอบการกระแทกหรือการเกิดอุบัติเหตุ โดยใช้ลิมิตสวิตช์ในการตรวจสอบการกระแทก ซึ่งจะนำลิมิตสวิตช์ไปติดตั้งไว้ที่รถจำลอง9 จุด โดยมีวงจรดังภาพที่5

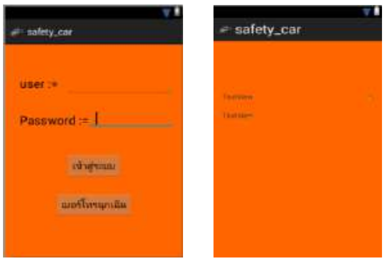


ภาพที่ 5 วงจรการทำงานของลิมิตสวิตช์ต่อกับ IOIO-Q Board

การออกแบบแอพพลิเคชั่ นจะทำการวนรอบเพื่อตรวจสอบสถานะของเซ็นเซอร์สวิตช์แต่ละตัวเมื่อพบว่ามีอินพุตเปลี่ยนแปลง IOIO-Q Board จะส่งข้อมูลเข้าไปในแอปพลิเคชั่น Safety_Car เพื่อทำการประมวลผลแล้วทำการส่งข้อความผ่านระบบ SMS ไปยังเลขหมายฉุกเฉินที่ได้กำหนดไว้ใน My SqL Databaseline

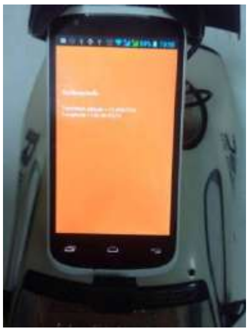
4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการออกแบบหน้าจอแอพพลิเคชั่น

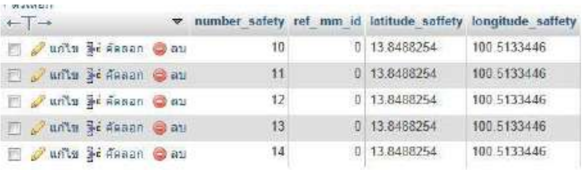


ภาพที่ 6 หน้าต่าง activity_main.xml ของแอพพลิเคชั่นและหน้าจอตรวจสอบการทำงานของลิมิตสวิตช์

ภาพที่ 7 แสดงหน้าจอการเพิ่มเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน



ภาพที่ 8 การส่งข้อมูลในกรณีที่ไม่มีการกดสวิตช์ยกเลิกการทำงานของระบบ ระบบส่งข้อความ SMS พร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยัง My SqLDatabase



	number_safety	ref_mm_id	latitude_saffety	longitude_saffety
แก้ไข คัดลอก ลบ	10	0	13.8488254	100.5133446
แก้ไข คัดลอก ลบ	11	0	13.8488254	100.5133446
แก้ไข คัดลอก ลบ	12	0	13.8488254	100.5133446
แก้ไข คัดลอก ลบ	13	0	13.8488254	100.5133446
แก้ไข คัดลอก ลบ	14	0	13.8488254	100.5133446

ภาพที่ 9 แสดงข้อมูลไปยัง My SQL Database

จากภาพที่ 9 แสดงผลการทดลองการส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยัง My SqL Database

ภาพที่ 10 แสดงการค้นหาพิกัดตำแหน่ง 13.8488254,100.5133446 ใน Google Map

จากภาพที่10 นำผลที่ได้จากการส่งข้อความSMS และข้อมูลจาก My SqL Database มาค้นหาพิกัดตำแหน่งในGoogle Map

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าพิกัดตำแหน่งละติจูด และลองติจูด

การทดลอง	ละติจูก	ลองติจูด
ครั้งที่ 1	13.8488254	100.5133446
ครั้งที่ 2	13.8488254	100.5133446
ครั้งที่ 3	13.8488254	100.5133446
ครั้งที่ 4	13.8488254	100.5133446
ครั้งที่ 5	13.8488254	100.5133446

5.สรุปผล

ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางรถยนต์ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้พัฒนามาจากการส่งข้อความสั้นๆ ของโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยที่เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นโดยการถูกชนก็จะสามารถส่งข้อความบอกไปยังเลขหมายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้บันทึกเบอร์ไว้ใน Database line ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยจะบอกเป็นข้อความที่บันทึกไว้พร้อมด้วยค่าละติจูด และลองติจูดของพิกัดโลเคชั่น ผลการทดลองแอพพลิเคชั่นสามารถส่งข้อความที่กำหนดไว้ได้โดยมีค่าผอดพลาดน้อยกว่า 1 % และสามารถบอกพิกัดตำแหน่งได้อย่างถูกต้องและแม่นยำสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในกรณีที่รถยนต์เกิดอุบัติเหตุ อีกทั้งสามารถพัฒนาให้มีระบบเครือข่ายที่กว้างเพื่อนำไปใช้ในเชิงธุรกิจ และยังสามารถพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ต้องขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมในการให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวัดและทดสอบ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ศุภกิจ ทองดี. รู้จักกับแอนดรอยด์. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71 สืบค้น 15 ธันวาคน 2559

[2] สมเกียรติ วงศ์กิจวัฒนะ. Android กับการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ :

[3] บริษัท อินโนเวติฟเอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2537

ประวัติผู้เขียนบทความ

ระบบรายงานการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP

A Monitoring for VOIP Phone Service

ณัฐธิดา ขุนทวี[1] ภควดี ชำนาญศิลป์[1] กฤษณ์วรา รัตนโอภาส[2] และ ญาณพัฒน์ ชูชื่น[2]
[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933
E-mail: 574234006@parichat.skru.ac.th, 564234020@parichat.skru.ac.th
[2] โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7433-6933
E-mail: kritwara.ra@skru.ac.th*, yanapat.ch@skru.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วยความนิยมของการใช้โทรศัพท์พื้นฐานในองค์กรแบบ VOIP ในปัจจุบัน ร่วมกับการบริการด้วย SIP trunk จากผู้ให้บริการ ด้วยปัญหาหลักของระบบ Call agent ส่วนใหญ่ไม่มีหน้ากระดานแสดงผลแบบ Real-time อีกทั้งเป็นระบบที่พัฒนาโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงเสนอแนวคิดการตรวจสอบจากหัวโทรศัพท์ VOIP ที่ปลายทางและพัฒนาระบบด้วย Bootstrap Framework แบบ “SB Admin 2” ที่มีให้ข้อมูลพร้อมการแจ้งเตือนและการแสดงผลแบบกระดาน Dashboard โดยการทดสอบใช้งานระบบโทรศัพท์ VOIP กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาสามารถตรวจสอบและค้นหาหัวโทรศัพท์ VOIP ได้ถูกต้อง 100% ด้วยโปรแกรม PHP script ที่ควบคุมการทำงานอัตโนมัติผ่าน Crontab

คำสำคัญ: ระบบรายงาน, VOIP, โพรโตคอล SIP, Bootstrap

Abstract

Nowadays, the voice-over-IP technology and a SIP trunk are widely used in most organizations to replace a classic telephone service. VOIP uses a call agent which is monitoring system of VOIP product. It does not provide a real-time dashboard. This problem leads to our research which develops a monitoring for the service with the “SB Admin 2” theme of Bootstrap framework. This theme provides a dashboard display and has a user-friendly interface which is easy for administrator to monitor the service. Our monitoring system uses PHP’s script with crontab service. The results with a real VOIP system of Songkhla Rajabhat University show that the system can detect all of VOIP phone.

Keywords: Monitoring, VOIP, SIP protocol, Bootstrap

1. บทนำ

การใช้บริการพื้นฐานในปัจจุบันมีการแทนที่ที่สำคัญของระบบตู้สาขา (Private Automatic Branch Exchange- PABX) ที่ใช้งานภายในองค์กร เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบโทรศัพท์ภายนอก แต่ได้มีการพัฒนาระบบโทรศัพท์สำหรับยุคของโลกสื่อสารที่ปรับไปสู่ระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้รับความนิยมอย่าง วอยซ์โอเวอร์ไอพี (Voice over IP-VoIP) [1] ซึ่งต้องใช้ควบคู่กับหัวเครื่องโทรศัพท์เฉพาะของ VOIP หรือหากต้องการใช้หัวเครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาร่วมกับอุปกรณ์ Analog Telephone Adapter โดยถือเป็นทางเลือกที่สามารถแทนที่ระบบโทรศัพท์แบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีพื้นฐานของโปรแกรมแอสเทอริสก์(asterisk) [2]โอเพนซอร์สซอฟต์แวร์ และผลิตภัณฑ์เชิงธุรกิจได้แก่ Cisco และ Alcatel สำหรับโครงสร้างการให้บริการที่ผู้วิจัยขอกล่าวในเนื้อหา สำหรับที่มีของแนวคิดงานวิจัยเน้นในส่วนของการออกแบบระบบตรวจสอบการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ที่ปลายทาง เพื่อขั้นตอนของการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์จะทำการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบและได้รับการกำหนดหมายเลขพื้นฐาน จากระบบส่วนกลางซึ่งหมายเลขนี้ถูกผูกกับอุปกรณ์ชิ้นนั้น หากมีการย้ายไปในจุดอื่นของเครือข่ายโดยอัตโนมัติ โดยงานวิจัยนี้ทำการออกแบบใช้งานกับหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP หรือ Cisco IP Phone รุ่น CP-3905 และ Cisco Unified CM Administration เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ที่มี Dash board หรือ กระดานแสดงผลที่ให้ข้อมูลตามรายละเอียดหมายเลขโทรศัพท์ที่ทางหน่วยงานระบุ เพื่อแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อการให้บริการ โดยนำรูปแบบของ Bootstrap Framework ที่ได้รับความนิยมที่มีชื่อว่า “SB Admin 2” ที่เหมาะสมในการรายงานการให้บริการอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับผู้ดูแลระบบ

ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและพัฒนาระบบ ผลการทดลองระบบ และ

สรุปผล เพื่อให้ข้อมูลของการให้บริการ VOIP และผลของการพัฒนาระบบที่สามารถแสดงสถานะของหัวเครื่องโทรศัพท์เหล่านี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

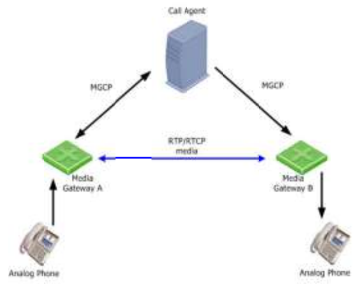
เพื่อให้ข้อมูลและความรู้พื้นฐานของการทำงานในระบบโดยมารอ้างอิงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ VOIP และการให้บริการในปัจจุบัน

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับระบบรายงานสถานเครือข่ายหรืออุปกรณ์ได้ถูกนำเสนออย่างต่อเนื่องและหลากหลาย โดยงานวิจัยของ อุทัย วังชัยศรและคณะ [2] ที่ทำการใช้โพรโตคอล SNMP ร่วมกับพิกัดแผนที่ของ Google map เพื่อรายงานสถานะของอุปกรณ์บนทางด่วนพิเศษ และงานวิจัยของ จีรวัฒน์ เตวิน และคณะ ที่นำแนวคิดของ Internet of Thing มาทำการวัดค่ามิเตอร์น้ำและไฟฟ้าด้วยเครื่องมือแบบไร้สาย [3] และ วีระยุทธ คุณรัตนสิริ [4] ที่ออกแบบระบบเฝ้าระวังห้องศูนย์ข้อมูลด้วยเครื่องมือจับควัน MQ-2 วัดอุณหภูมิ Testo175 H1 และวัดกระแส TZ2L9 ซึ่งงานวิจัยนี้ออกแบบพัฒนาระบบสำหรับหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP เนื่องจากส่วนรายงานนี้ไม่ได้ถูกสร้างมากับระบบ Call agent/เกตเวย์ SIP และไม่มีรายงานแบบ Real-time

2.2 โพรโตคอล Session Initiation Protocol (SIP)

The Session Initiation Protocol (SIP) [1] อยู่ในกลุ่มของมาตรฐาน RFC 3261 ที่ให้บริการโปรแกรมประยุกต์ในรูปแบบสัญญาณทุกรูปแบบเช่น สัญญาณเสียง สัญญาณภาพ และสื่อมัลติมีเดีย เน้นหนักบริการแบบ Real-time session ที่มีการให้บริการตามรูปที่ 1

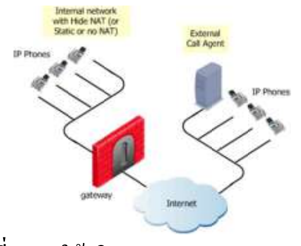


รูปที่ 1 รูปแบบการให้บริการโพรโตคอล SIP [6]

2.3 บริการ VOIP

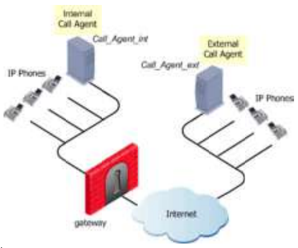
เป็นบริการที่มีแพร่หลายในหลายประเทศที่ช่วยลดค่าใช้จ่าย โดยสำหรับบริการ SIP ที่ไม่คิดค่าบริการที่นิยมได้แก่ GetOnSip IPTel Ekiga SIP Service Sip2Sip และ AntiSIP [7] ซึ่งในประเทศไทยการให้บริการในระดับองค์กรได้แก่ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน) ซึ่งถือเป็นรัฐวิสาหกิจที่ดูแลทั้งระบบอินเทอร์เน็ตและการสื่อสาร โดยรูปแบบการให้บริการของ VOIP หรือ SIP ต้องมีโครงสร้างหลักคือ Call agent หรือ เครื่องแม่ข่ายในการให้บริการและภายหลังหัวเครื่องโทรศัพท์จะทำการสื่อสารกันโดยตรงซึ่งสามารถติดตั้งได้หลายแบบซึ่งได้รับความนิยมดังนี้

- **การใช้บริการ SIP trunk ภายนอก** ซึ่งสำหรับหน่วยงานขนาดเล็กที่ไม่ต้องการลงทุนหรือมีหมายเลขจำนวนน้อยสามารถเชื่อมตรงสู่ภายนอก ซึ่งวิธีการนี้ไม่เหมาะสมกับหน่วยงานที่มีความต้องการใช้หมายเลยภายนอกจำนวนมาก เพราะทุกหัวเครื่องโทรศัพท์มีค่าใช้จ่ายรายเดือน โดนสรุปมีรูปแบบเดียวกับการขอหมายเลขโทรศัพท์จากภายนอกในอดีต



รูปที่ 2 การใช้บริการ SIP trunk ภายนอก [6]

- **การติดตั้ง SIP trunk ไว้ภายในและเชื่อมต่อออกภายนอก** ถือเป็นรูปแบบเดียวกับการติดตั้ง PABX ในอดีต ซึ่งหมายเลขที่ติดต่อออกภายนอกเฉพาะ SIP trunk ที่จำเป็นสามารถสลับกันใช้งานได้ ด้วยความสามารถพื้นฐานของระบบโทรศัพท์ที่นำมาออกแบบ VOIP ในปัจจุบัน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ทำงานอยู่ในรูปแบบนี้เช่นกัน ซึ่งได้รับความนิยมสูงที่สุดในปัจจุบัน



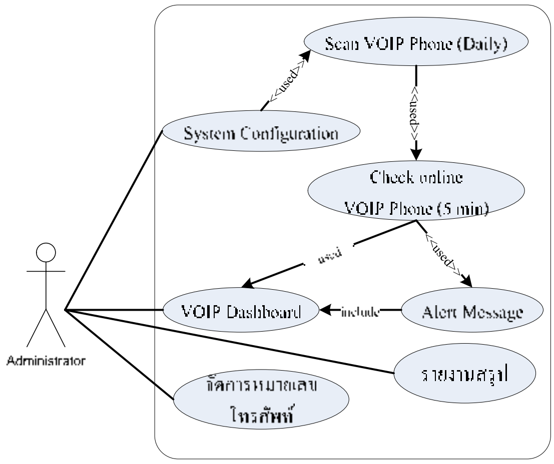
รูปที่ 3 การติดตั้ง SIP trunk ไว้ภายในและเชื่อมต่อออกภายนอก [6]

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเลือกใช้ Bootstrap Framework ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ร่วมกับการสร้างคำสั่ง PHP script เพื่อทำการเรียกใช้งานคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายที่สำคัญได้แก่ fsockopen get_headers และ get_data โดยจะอธิบานในการออกแบบ และกระบวนการทำงานของระบบโดนละเอียดต่อไป

3.1 การออกแบบกรอบแนวคิด

จากการออกแบบกรอบแนวคิดของ ระบบรายงานการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP กำหนดส่วนงานตามรูปที่ 4 สำหรับผู้ดูแลระบบไว้ได้แก่ System Configuration VOIP Dashboard จัดการหมายเลข และรายงานสรุป



รูปที่ 4 Use Case Diagram ของระบบ

โดยส่วนที่ถูกออบแบบให้ทำงานอัตโนมัติที่ควบคุมเวลาคือ "Scan VOIP Phone" – กำหนดทำงานวันละ 1 ครั้ง "Check inline VOIP Phone" – กำหนดทำงานทุก 5 นาที โดยควบคุมจาก Crontab ของระบบปฏิบัติการลินุกส์ ส่วนการออกแบบ โดยผู้ดูแลระบบต้องกำหนดหมายเลขเครือข่ายที่ต้องการให้ทำการค้นหาหัวเครื่องโทรศัพท์ Cisco IP Phone รุ่น CP-3905 ซึ่งมีเอกลักษณ์ที่สำคัญคืออุปกรณ์รุ่นนี้มีหน้าเว็บแสดงข้อมูลที่ชื่อว่า "Device_Information.html" และไม่รองรับการทำงานของโพรโตคอล SNMP ซึ่งเป็นโพรโตคอลพื้นฐานที่สามารถให้ข้อมูลอย่างละเอียด ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องตรวจสอบพอร์ต 80 สำหรับบรรทัดที่ 2 ด้วยคำสั่ง fsockopen เพื่อสื่อสารไปด้วยพอร์ต 80 ในรูปที่ 5

```
1   foreach ( $address ) {
2   @fsockopen($address , 80);
3   if ($fp)
4   {
5    @get_headers = 'http://'.$address.'/Device_Information.html'
6      If ( $web_header == "200") {
7          @get_data($url)
8          Search ("MAC Address")
10         Search ("Phone DN")
11         Store to MySQL
12         }
13     }
14  }
```

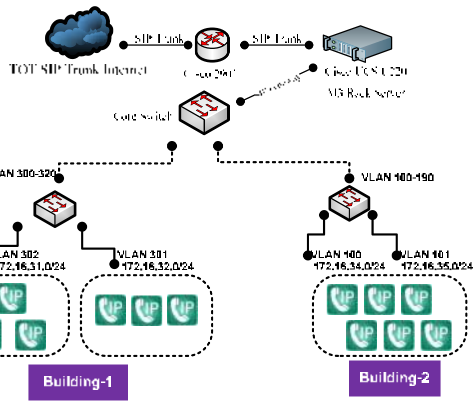
รูปที่ 5 Pseudo Code ของการ Scan VOIP Phone

โดยบรรทัดที่ 5-11 ออกแบบให้ทำการอ่านค่าเว็บที่ตอบกลับสมบูรณ์ด้วยสถานะ 200 ซึ่งเมื่ออ่านหน้าเว็บได้ จึงทำการค้าหาส่วนของ Mac Address และ DN เพื่อนำไปบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลสำหรับให้กระบวนการ "Check online" ตรวจสอบต่อไป ซึ่งผู้วิจัยตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์ว่าเป็นหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ด้วยหน้าเว็บดังกล่าวและค้นหาค่าที่สำคัญคือ "Phone DN" ก่อนบันทึกและนำไปเทียบกับบัญชีหมายเลขโทรศัพท์ที่มีการลงทะเบียนพร้อมข้อมูลสถานที่และชื่อผู้ใช้ สำหรับนำไปตรวจสอบเพื่อแสดงผลต่อไป

ดังนั้นตัวระบบเมื่อทำการเก็บข้อมูลหัวเครื่องโทรศัพท์ไว้แล้ว หากเกิดการติดต่อกับหัวเครื่องใดในกระบวนการ "Check online" ไประบบทำการสร้างข้อความเตือน (Alert) ที่นำไปแสดงผลทันทีบนหน้ากระดานแสดงผลพร้อมบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล เพื่อนำไปออกรายงาน โดยสามารถปรับปรุงเวลาเมื่อเวลาผ่านไปเพื่อให้ทราบถึงระยะเวลาที่ถูกแจ้งเตือนดังกล่าว

3.2 การออกแบบส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

โครงสร้างการให้บริการมีอุปกรณ์ที่สำคัญอย่าง Router และเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการ เพื่อเชื่อมข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายหลัก ซึ่งการเชื่อมไปสู่ SIP trunk ใช้ช่องทางคนละเส้นทางกับการให้บริการเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหลัก ซึ่งผู้ให้บริการเชื่อม SIP trunk เข้ามาตรงจากทางผู้ให้บริการตรงเพื่อควบคุมความเร็วและคุณภาพของสัญญาณเสียง และจึงนำเข้ามาสู่เกตเวย์ของ SIP เพื่อให้บริการภายใน โดยแยกเครือข่ายเสมือน (VLAN) ตามรูปที่ 6 โดยระบบโทรศัพท์แบบ VOIP ในการให้บริการเพื่อใช้กับระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีจำนวนหัวเครื่องรวมทั้งสิ้น 400 หัวเครื่อง แต่ไม่ได้เปิดใช้ทุกเครื่องเนื่องจากในบางอาคารผู้ใช้มีหัวเครื่องมากกว่า 1 เครื่อง



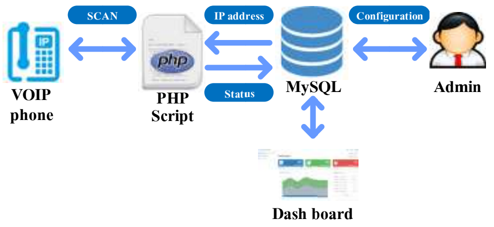
รูปที่ 6 โครงสร้างการให้บริการ VOIP

3.3 การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

สำหรับการพัฒนาระบบจากรูปแบบของ Bootstrap ที่เลือกธีมแบบ "SB Admin 2" ที่มีหน้ากระดานแสดงผล และตารางพร้อมกับกราฟแสดงผลหลากหลายรูปแบบที่เหมาะสมกับรูปแบบการสร้างระบบตรวจสอบสถานะของงานบริการเครือข่าย ที่มีความสวยงาม โดยเลือกส่วนแสดงผล ซึ่งมีรูปแบบการทำงานตามรูปที่ 7 สำหรับการทำงานของระบบถูกออกแบบแยกเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้

- ส่วนทำงานอัตโนมัติ เป็นไฟล์ PHP script ที่ทำการตรวจหาหัวเครื่องโทรศัพท์ที่กำหนดเครือข่ายโดยผู้ดูแลระบบ เมื่อได้หมายเลข IP address และค่า MAC address พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ นำไปบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล MySQL และนำมาตรวจสอบสถานะซ้ำทุก 5 นาที ด้วยโปรแกรม Crontab

- ส่วนของ Bootstrap ประกอบด้วย การยืนยันสิทธิ์เข้าสู่ระบบ การจัดการหมายเลขเครือข่าย การจัดการหมายเลขโทรศัพท์ กระดานแสดงผล และหน้ารายงานต่าง ๆ ที่ใช้ Jquery PHP และ ภาษา SQL



รูปที่ 7 การทำงานของระบบ

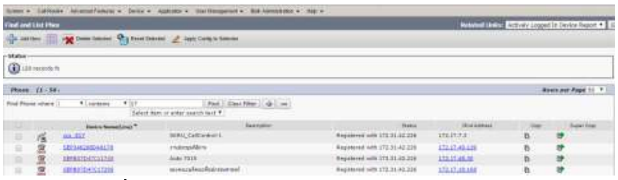
ดังนั้นค่าเริ่มต้นของระบบถูกกำหนด โดยผู้ดูแลระบบและข้อมูลทั้งหมดถูกบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล MySQL และถูกนำเสนอในรูปแบบของกระดานแสดงผล และรายงานต่าง ๆ

4. ผลการทดลองระบบ

ผลการทดสอบระบบนี้กับอุปกรณ์ในเครือข่าย พบว่าสามารถให้ข้อมูลหัวเครื่องโทรศัพท์ได้ถูกต้องครบตามจำนวนที่มีอยู่ในเครือข่ายจริง 100% ซึ่งทำการทดลองปิดหัวเครื่องโทรศัพท์บางส่วน และได้ผลตามจำนวนที่กำหนด โดยปรากฏหน้ากระดานแสดงผลตามตัวอย่างจริงในระบบและมีการแจ้งเตือนด้วยหมายเลขที่ถูกต้อง

รูปที่ 8 กระดานแสดงผลหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP

จากรูปที่ 8 กระดานแสดงค่าหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมดที่ทำการลงทะเบียนไว้ พร้อมหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ที่ทำการเชื่อมต่อบนเครือข่ายตลอดเวลาและรายงานหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ที่ขาดการสื่อสารจากรายการเครื่อง VOIP พร้อมการแจ้งเตือนแบบระบุเวลา เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบแบบ Real-time ซึ่งเทียบกับหน้าแสดงผลของระบบ VOIP ที่มีเดิมของผู้ผลิตในรูปที่ 9 พบว่ามีเพียงรายละเอียดหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP เท่านั้น



รูปที่ 9 หน้าแสดงผลของระบบ VOIP ของผลิตภัณฑ์

5. สรุปผล

การพัฒนาระบบรายงานการให้บริการหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP เพื่อใช้ตรวจสอบหัวเครื่องโทรศัพท์ VOIP ที่อยู่ในเครือข่ายที่มีระบบ Call agent ที่ไม่สามารถแก้ไขหรือใช้งาน SNMP ได้ โดยทำให้สามารถรายงานผลแบบ Real-time และออกแบบด้วย Bootstrap Framework ที่มีรูปแบบสวยงามและความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งในการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการตรวจสอบการใช้งานหรือ แสดงหมายเลขโทรออกครั้งล่าสุดเพื่อนำไปประกอบการบริการ สำหรับบนอุปกรณ์เคลื่อนที่นั้นสามารถทำได้ด้วย Bootstrap Framework

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้โอกาสสนับสนุนเครื่องมือและทุนแก่นักศึกษาในการทำงานวิจัยและนำเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] William Stallings . (2003, Mar). " The Session Initiation Protocol - The Internet Protocol" [Online]. Available: http://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-23/sip.html

[2] Digium, Inc. (2017). "Asterisk" [Online]. Available: http://www.asterisk.org/

[3] อุทัย วังชัยศร, เสาวนี ศรีสุวรรณ ศศิพงศ์ จินดาลัทธ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร และ ศักดิ์ดา พรรณไวย, "การประยุกต์ใช้ระบบบริหารจัดการเครือข่ายร่วมกับระบบภูมิศาสตร์เพื่อตรวจติดตามอุปกรณ์บนทางพิเศษ," ใน *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8*, 27-29 กรกฎาคม 2559, น. 443-448.

[4] จีรวัฒน์ เตวิน , นวคุณ พอใจ , สุกฤษฎิ์ ไชยติ๊บ , อนุสรณ์ ใจแก้ว, อธิคม ศิริ, ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ และ กมล บุญล้อม, "ระบบรายงานปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าและปริมาณการใช้น้ำภายในอพาร์ทเม้นท์," ใน *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8*, 27-29 กรกฎาคม 2559, น. 157-160.

[5] วีระยุทธ คุณรัตนสิริ, "ระบบเฝ้าระวังห้องศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์," ใน *การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8*, 27-29 กรกฎาคม 2559, น. 333-336.

[6] Check Point Software Technologies Ltd. (2013). " SIP Based VoIP" [Online]. Available: https://sc1.checkpoint.com/documents/R76/CP_R76_VoIP_WebAdmin/87769.htm

[7] Nadeem Unuth. (2017, February 23) "Free SIP Providers A Great Way to Make Free Calls On the Internet" [Online]. Available: https://www.lifewire.com/free-sip-providers-3426672

การพัฒนาระบบเตือนภัยจากการรุกล้ำจากน้ำเค็มด้วยเทคนิคไอโอที

Development of water salinity contaminated alert Based on IoT

ณัฐพงศ์ พันธุนะ[1] สมเกียรติ ทองแก้ว[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์สาย 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 02836-3000 ต่อ 4150 E-mail: nattapong.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือและฟื้นฟูสวนผลไม้โดยเฉพาะสวนทุเรียนในจังหวัดนนทบุรี ให้สามารถต่อสู้กับปัญหาของคุณภาพน้ำที่ต่ำแล้วนำมาใช้ในการเกษตรโดยมุ่งเน้นไปในเรื่องของการป้องกันปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มที่ปะปนมาในแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งจะทวีความรุ่นแรงมากขึ้นในทุกๆปี โดยนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟธิงค์ หรือ IoT เข้ามาประยุกต์ร่วมกับวิศวกรรมเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เช่น ทรานสดิวเซอร์ตรวจวัดความเค็ม ทรานสดิวเซอร์วัดความดัน ทรานสดิวเซอร์วัดอัตราการไหล และ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เป็นต้น โดยนำสัญญาณขาออกที่ได้จากเซนเซอร์แต่ละตัวไปบันทึกค่าและถูกส่งข้อมูลไปบนฐานข้อมูล(Database) ด้วย GPRS data logger รุ่น CL27 ข้อมูลต่างๆ เช่น ระดับความเค็มของน้ำ อุณหภูมิในน้ำ วันที่และเวลาที่จัดเก็บ จะถูกบันทึกและแสดงผลได้บนอุปกรณ์สมาทโฟนทั่วๆไป โดยพัฒนาบนโปรแกรม WisServ Web Application ซึ่งผลการทดลองพบว่าระบบการควบคุมและป้องกันคุณภาพของน้ำสามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขของตัวควบคุมและสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายข้อมูลได้ในเวลาจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตออฟธิงค์, ระดับความเค็ม, สวนผลไม้

Abstract

In order to improve the quality of traditional fruit in Nonthaburi, especially durian, the water quality, which is used in agriculture, needs to be considered. The main issue that affects the water quality is the encroachment of saline water contaminated in Chao Phraya River waters. Moreover, the quantity of contaminated saline water increases continually. To address this issue, an Internet of Thing (IoT) technology is applied with a sensor and transducer, such as salinity transducer, pressure transducer, flow rate transducer and temperature transducer. The measured data from sensors are recorded and transmitted to the Database via GPRS data logger model CL27. The information — water salinity level, water temperature, date and time of record — is displayed on smart phones using WisServ Web Application. As a result, a controlling system and water quality protection operates under controlling constraints and the information is transmitted over a communication networks in real-time.

Keywords: Internet of Thing, salinity level, orchard

1. บทนำ

งานวิจัยนี้ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2557 จนถึงปัจจุบันและดำเนินการต่อเนื่องต่อไปในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือให้เกษตรกรผู้ทำสวนทุเรียนในจังหวัดนนทบุรี ให้สามารถฟื้นฟูและอนุรักษ์พันธุ์ทุเรียนของจังหวัดนนทบุรีให้คงอยู่กับประเทศไทยต่อไปได้ เพราะจังหวัดนนทบุรีเป็นจังหวัดที่ขึ้นชื่อในเรื่องของ พันธุ์ทุเรียนที่ดีที่สุดติดอันดับโลก โดยจัดว่าเป็นผลไม้ทางวัฒนธรรมที่รู้กันในด้านของรสชาติว่าดีที่สุดและมีราคาที่สูงมาก หน่วยงานภาครัฐได้มีโครงการเข้ามาช่วยเหลือและให้ความรู้กับเกษตรกรในการต่อสู้กับภัยพิบัติต่างๆที่มีผลต่อต้นทุเรียน เมื่อปลายปี พ.ศ.2554 เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ หรือเรียกกันว่า มหาอุทกภัย ซึ่งเป็นอุทกภัยที่รุนแรงที่สุดครั้งหนึ่งในประวัติศาสตร์ของประเทศไทยและจัดว่ามีมูลค่าความเสียหายที่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 4 ของโลก[1] โดยส่งผลกระทบต่อบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำโขงเป็นอย่างมาก

จังหวัดนนทบุรีซึ่งเป็นจังหวัดในภาคกลางที่ตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ได้รับภัยพิบัติที่จัดอยู่ในขั้นวิกฤตที่สูงมาก ปริมาณน้ำมวลใหญ่ได้ไหลเข้าท่วมพื้นที่สวนทุเรียนและสวนผลไม้อื่นๆได้รับความเสียหายเต็มพื้นที่การทำเกษตรกรรม สวนผลไม้ทั้งหมดจมอยู่ในน้ำนานมากกว่า 150 วัน หรือ 5 เดือน (ปลายกรกฎาคม พ.ศ. 2554-มกราคม พ.ศ. 2555) ส่งผลให้ต้นทุเรียนตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ยืนต้นตายเกือบทั้งหมด

หลังจากภัยพิบัติผ่านไปเหลือเพียงบางพื้นที่ที่รอดพ้นจากภายพิบัติครั้งนี้ซึ่งมีไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์จากสวนทุเรียนทั้งจังหวัดนนทบุรี

ต่อมาเมื่อพื้นที่ของสวนทุเรียนเริ่มน้อยลงโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่เข้ามาประชิดสวนใกล้เพิ่มมากขึ้นทำให้ได้รับผลกระทบของน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงแม่น้ำลำคลอง จนทำให้เกษตรกรไม่สามารถนำน้ำเสียมาใช้รดต้นทุเรียนได้อีกเนื่องจากพบว่าต้นทุเรียนเริ่มเหี่ยวเฉาและน้ำที่เข้ามามีความเค็มสูงขึ้น ดังนั้น ในบทความวิจัยนี้จะนำเสนอขั้นตอนการเฝ้าระวังป้องกันและวิธีแก้ไขปัญหาน้ำเค็มและน้ำที่ไม่ได้มาตรฐานด้วยวิธีการทางวิศวกรรมไฟฟ้าและเคมี

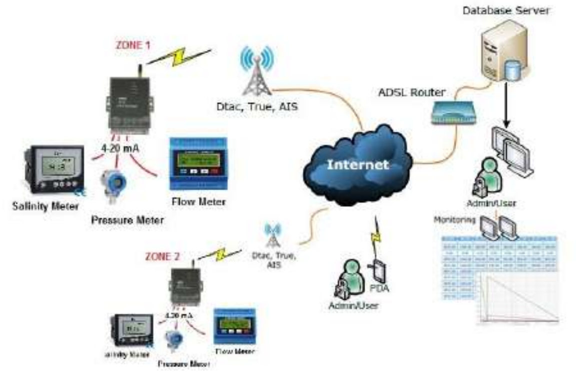
2.ระบบป้องกันและเตือนภัยจากการรุกล้ำของน้ำเค็มแบบทุ่นลอย

การวิจัยนี้ดำเนินการออกแบบและนำเทคโนโลยี IoT หรือ Internet of Thing เข้ามาเพื่อช่วยแก้ปัญหาทางการเกษตร โดยการนำอุปกรณ์ที่บันทึกข้อมูลผ่านสัญญาณระบบ GPRS เข้าสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูล GPRS Data Logger รุ่น CL27 มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ อาทิ เครื่องวัดค่าความเค็มของน้ำ และเครื่องวัดค่าอุณหภูมิน้ำ Salinity meter รุ่น CON3000 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถูกติดตั้งจริงอยู่บริเวณริมคลองบางกอกน้อย บ้านบางอ้อยช้าง ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี ซึ่งเป็นชุมชนชาวสวนทุเรียนที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำเค็ม และเครื่องวัดค่าแรงดันน้ำ Pressure Transmitter รุ่น DT21, เครื่องวัดค่าอัตราการไหลของน้ำชนิดอัลตร้าโซนิค Ultrasonic Flowmeter รุ่น ALSONIC-EG ถูกติดตั้งอยู่บริเวณแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร แปลงอนุรักษ์ทุเรียนนนท์ ของนางมะลิวัลย์ หาญใจไทย ซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 34/2 หมู่ที่ 3 ตำบลบางรักน้อย อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ในการตรวจวัดและแสดงผลเพื่อนำค่าจากการตรวจวัดไปควบคุมการจ่ายน้ำของสวนทุเรียนให้มีประสิทธิภาพ สามารถเฝ้ามองและควบคุมระบบได้อย่างอัตโนมัติพร้อมกันและแสดงผลด้วยอุปกรณ์สมาร์ทโฟน อาทิ ค่าอุณหภูมิ ความดันของระบบการจ่ายน้ำ คุณภาพของน้ำที่นำมาใช้ประโยชน์ และรวมสัญญาณทั้งหมดส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้ใช้งานสามารถเฝ้ามองสภาวะของสวนทุเรียนได้ตลอดเวลา จากผลการทดลองพบว่าระบบการควบคุมน้ำสามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขของตัวควบคุมและสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายข้อมูลได้ในเวลาจริง

รูปที่ 1 เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าน้ำเค็ม CS3500 Process Conductivity Sensor

3.การออกแบบระบบเครือข่าย

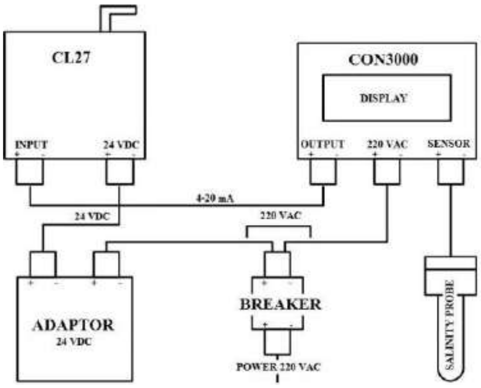
ในการออกแบบและดำเนินการ โดยใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณการตรวจวัดเข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ตโดย GPRS Data Logger CL27 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ภาคสนาม (Field Devices) เช่น PLC, Power Meter, Flow Meter, Analog Module ฯลฯ ที่สื่อสารไร้สายด้วยระบบ GSM คล้ายกับการทำงานของโปรแกรม SCADA และทำการส่งข้อมูลให้กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บลงฐานข้อมูล โดยอาศัยโมเด็ม UMTS/HSDPA (3G Modem) ที่ถูกติดตั้งไว้ภายในตัวเครื่องส่งสัญญาณ ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายระบบ GSM (ซึ่งมีผู้ให้บริการภายในประเทศหลายรายเช่น AIS, DTAC, TRUE, TOT ฯลฯ) เพื่อให้สะดวกต่อพื้นที่การทำงานของสวนตัวอย่าง ซึ่งไม่มีอุปกรณ์รับสัญญาณอินเตอร์เน็ตและสะดวกต่อการรวมรวบข้อมูลการตรวจวัดจากอุปกณ์ต่างๆ เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลในการวิเคราะห์และนำข้อมูลไปพัฒนาเพื่อให้สวนตัวอย่างมีศักยภาพในการบริหารจัดการได้สูงสุดและเชื่อมโยงข้อมูลของสวนต่างๆ เข้าด้วยกัน



รูปที่ 2 การออกแบบระบบเครือข่ายการบันทึกค่าและแสดงค่าผ่าน Internet

ระบบ Centralized Data Logging System ที่พัฒนามาจากระบบฐานข้อมูลบนเซอร์ฟเวอร์ทั่วไป ที่สามารถเข้าใจง่ายคือ CL27 จะส่งข้อมูลสัญญาณ GPRS เข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ไปยังเซอร์ฟเวอร์ของระบบ และข้อมูลที่อยู่บนเซอร์ฟเวอร์นั้นสามารถเรียกดูหรือจัดการได้ทุกที่ ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์, พีดีเอ, โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออื่นๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตได้ กล่าวคือ Centralized Data Logging System เป็นระบบจัดเก็บข้อมูลบนเครือข่ายและเป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์ โดยนำเอาความสามารถของเซอร์ฟเวอร์และระบบอินเตอร์เน็ตมาใช้ โดยข้อมูลต่างๆ จะมารวมกันที่เซอร์ฟเวอร์ และใช้ระบบอินเตอร์เน็ตเป็นตัวกระจายข้อมูล ทำให้ง่ายต่อการจัดการและเข้าถึงได้ทุกที่ที่มีอินเตอร์เน็ต โดยไม่จำเป็นต้องมาดึงเอาข้อมูลที่ตัวอุปกรณ์

4.วิธีการทดสอบและติดตั้งระบบ



รูปที่ 3 วงจรการต่ออุปกรณ์ชุดตรวจวัดและแจ้งเตือนน้ำเค็ม

เมื่อทำการต่อสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการลงโปรแกรมแสดงผลและปรับตั้งระบบอุปกรณ์บันทึกค่าและส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางหรือ Database เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลกลางในการเก็บบันทึกค่าให้กับสถานีตรวจวัดน้ำเค็มและการเรียกดูค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดอื่นๆ จากนั้นทดสอบระบบตรวจวัดค่าเซ็นเซอร์วัดน้ำเค็มและระบบส่งสัญญาณและบันทึกค่า ซึ่งได้ผลการดำเนินการเป็นที่เรียบร้อย และเมื่อทดสอบการส่งสัญญาณค่าน้ำเค็มเข้าระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อให้แสดงข้อมูลการตรวจวัดที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ได้ผลดำเนินการเป็นที่เรียบร้อยตามรูปที่ 4 และรูปที่ 5

รูปที่ 4 ทดสอบความสมบูรณ์ของระบบตรวจวัดและแสดงผลผ่านระบบ

รูปที่ 5 ทดสอบความสมบูรณ์ของระบบตรวจวัดและแสดงผลผ่านอุปกรณ์สมาร์โฟน

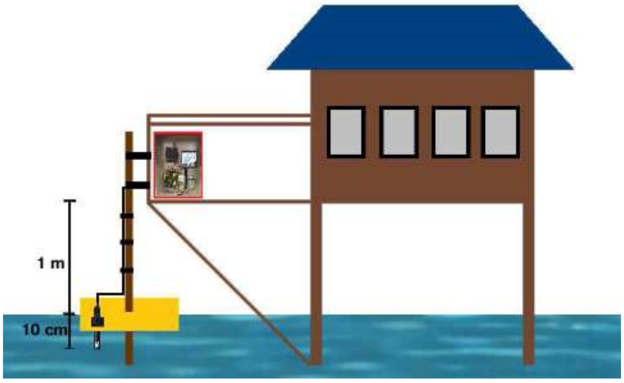
3.5 การติดตั้งในพื้นที่จริง

การประกอบอุปกรณ์ที่ผ่านการทดสอบมาแล้ว ลงในตู้แบบกันน้ำได้จะถูกติดตั้งไว้บนบ้านของเกษตรกรริมแม่น้ำเจ้าพระยาใกล้คลองบางกอกน้อย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรีเพื่อตั้งเป็นสถานีตรวจวัดและแจ้งเตือนการรุกล้ำของน้ำเค็ม

รูปที่ 6 ชุดตู้อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ

ทรัพยากรที่ต้องใช้กับระบบนี้ คือ ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร็ต และซิมโทรศัพท์มือถือ 1 เบอร์เพื่อใส่ลงไปในตัว Data logger CL27 และนำสมาร์ทโฟนที่ต้องการรับการแจ้งเตือนมาลงทะเบียนใช้งาน โดยสามารถลงทะเบียนได้สูงสุดไม่เกิน 255 เครื่อง ต่อ 1 สถานี

สำหรับการตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ต่างๆจะติดตั้งบนทุนลอยน้ำและปล่อยชุดหัวเซนเซอร์ให้จมอยู่ในน้ำลึก 10 เซนติเมตรเทียบกับระดับของผิวน้ำ เพราะในหนึ่งวันระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำจะเพิ่มลดตลอดวัน



รูปที่ 7 ตำแหน่งติดตั้งชุดตรวจวัดและแจ้งเตือนค่าน้ำเค็ม สถานีวัดบางอ้อยช้าง

2.7 ผลการทดสอบจากระบบไอโอที (IoT) ที่นำเสนอ

จากรูปที่ 4.9 การแสดงผลแบบ Real Time Monitoring คือการแสดงผลค่าการตรวจวัดตามเวลาจริงที่ผู้ใช้งานเปิดดูผ่านระบบแสดงผล ผู้ดำเนินงานวิจัยได้ทำการปรับตั้งค่าเวลาในการอัพเดทหรือเปลี่ยนแปลงค่าการแสดงผลในทุก 5 นาที เพื่อให้ระบบเซิฟเวอร์ที่ให้บริการเป็นไปอย่างราบรื่น ไม่เกิดปัญหาระบบล่มในกรณีมีผู้ลงทะเบียนเข้าใช้งานพร้อมกันจำนวนมาก เนื่องจากสถานีตรวจวัดน้ำเค็มวัดบางอ้อยช้างทำการติดตั้งหัวเซ็นเซอร์วัดค่าน้ำเค็มเพียงชนิดเดียว จึงทำให้หน้าจอแสดงผลเพียงค่าน้ำเค็มตำแหน่งเดียวเท่านั้น

รูปที่ 4.9 การแสดงผลแบบ Real Time Monitoring

ผลจากสถานีติดตั้ง ณ วัดบางอ้อยช้าง โดยเก็บข้อมูลเวลา 10.49 น. อุณหภูมิในน้ำวัดได้ 28.5 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มสูงถึง 3.1 ppt ดังตารางที่ 1 ซึ่งเกินค่าที่ใช้งานได้สูงมาก (ค่าใช้งานไม่เกิน 0.2 ppt) ดังนั้นระบบดังกล่าวจะส่งข้อความสั้น หรือ SMS ไปยังโทรศัพท์ของผู้ที่ได้ลงทะเบียนกับสถานีไว้แล้วในทันที เพื่อดำเนินการป้องกันน้ำเค็มรุกล้ำได้อย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 1 ผลการตรวจคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำทดสอบ

จุดเก็บวัดบางอ้อยช้าง	พิกัด X : 665709	เวลา 10.49
	พิกัด Y : 1593734	น้ำขึ้น / น้ำลง
พารามิเตอร์	**ค่าตรวจวัด**	**หน่วย**
อุณหภูมิ(Temp.)	28.5	องศาเซลเซียส
ค่าความเป็นกรดด่าง(pH)	7.01	
ค่าออกซิเจนละลาย(DO)	0.71	Mg/l
สภาพการนำไฟฟ้า(EC)	5,670	Us/cm
ค่าความเค็ม(Salinity)	3.1	Ppt
ค่าความแข็งละลายทั้งหมดในน้ำ(TDS)	2,840	Mh/l

3. สรุป

การออกแบบระบบ IoT นี้ได้ใช้เทคนิคต่างๆทางวิศวกรรม แต่เงื่อนไขของการออกแบบการทำงานจะต้องดำเนินการภายใต้ผู้ใช้งานจริงแนะนำและตามหลักการของการทำเกษตร ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้ตอบสนองผู้ใช้งานได้จริงตรงต่อความต้องการในระบบนิเวศของการทำเกษตรกรรมอย่างแท้จริง โดยระบบที่ออกแบบมีความซับซ้อนไม่มากเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณมนตรี แย้มทรัพย์ ประธานชมรมอนุรักษ์ทุเรียนนนท์อำเภอบางกรวย ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องข้อมูลที่เป็นประโยชน์และการลงพื้นที่จริง และขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

[1] Jicheng Cheng, Shanzhen Yi. Digital Agriculture--One of Application Domain of Digital Earth [J]. Proceedings of the International Symposium on Digital Earth. Science Press, 1999

[2] Yong Liang, Xiu-shan Lu, De-gui Zhang, Fu Liang. Study on the Framework System of Digital Agriculture [J]. Chinese Geographical Science. 2003, 1(13): 15-19

[3] Xuanli Liu, Macon Nelson, Mohammed Ibrahim. The Value of Information in Precision Farming. Paper of the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, 2008

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การวินิจฉัยโรคสุกร ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด

To Diagnosis of Pig disease by K-Nearest Neighbor

วิไลพร กุลตังวัฒนา[1] กริช สมกันธา[2] วรนิตย์ ทองอยู่[3]

[1,2]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

[3]สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยโรคสุกร โดยใช้เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด ซึ่งโดยปกติในการวินิจฉัยโรคจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญแต่อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญไม่มีเวลามากพอในการวินิจฉัยโรคจำนวนมากได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เสนอวิธีการอัตโนมัติในการวินิจฉัยโรคสุกรเพื่อลดเวลาและอีกทั้งยังมีความถูกต้องในระดับเดียวกันกับผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยได้ใช้คุณลักษณะเด่นจำนวน 23 คุณลักษณะเด่นสำหรับการวินิจฉัยโรคสุกร และคุณลักษณะเด่นทั้งหมดจะถูกนำไปเป็นอินพุตของกระบวนการเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากวิธีที่นำเสนอกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญคือข้อมูลความจริง อีกทั้งในการทดสอบประสิทธิภาพได้ใช้วิธีการแบ่งส่วนทีละหนึ่งในการตรวจสอบ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีความถูกต้องในการวินิจฉัยใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจากงานวิจัยที่นำเสนอจะเป็นประโยชน์เป็นอย่างมากสำหรับผู้เลี้ยงสุกรในการวินิจฉัยโรคสุกร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด, การวินิจฉัยโรคสุกร, ปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This paper presents an efficient method to diagnosis of pig disease by K-Neareast Neighbor (K-NN) technique. Normally, the traditional method for diagnosing the pig disease can be diagnosed by expert human. Sometimes, expert human don’t have time enough for diagnosing many pig. So an automatic method for diagnosing the pig disease is proposed to reduce the analysis time with similar accuracy level compared to expert opinions. In this paper, we used 23 features for diagnosing the pig. All features are taken as input into the K-NN for training and testing for diagnosing the pig disease. In this paper, we also compare the efficient of proposed method by using the opinions of the skilled expert as the ground truth. The results evaluate using leave one out cross validation (LOOCV) for testing the efficiency of the proposed technique. From all experimental results show that the proposed techniques is able to provide more accurate diagnosis results efficiently and visually close to the diagnosis by experts. The proposed method is very useful in assisting swineherd to accomplish the task and diagnosing of pig disease efficiently.

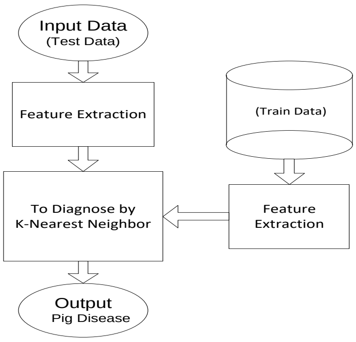
Keywords: K-Nearest Neighbor, pig diagnosis, Artificial Intelligence.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตสุกรแต่ละปีผลิตสุกรได้ประมาณ 10 – 12 ล้านตัว โดยในลักษณะการผลิตสุกรส่วนใหญ่ผลิตในระดับเกษตรกรรายย่อยหรือการเลี้ยงแบบพื้นบ้าน ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกำไรและทุนเกิดขึ้นแก่ชาวเกษตรกรรายย่อยและเจ้าของฟาร์มสุกรคือ การควบคุมป้องกันและรักษาโรคที่เกิดในสุกร โรคสุกรสามารถแพร่ระบาดโดยเชื้อไวรัสชนิดต่างๆ ได้ [6] ในบางครั้งเมื่อเกิดโรคระบาดขึ้นเกษตรกรอาจไม่รู้ว่าสุกรของตนได้รับเชื้อ ถ้าไม่ได้รับการรักษาที่ทันท่วงทีก็อาจจะทำให้โรคกระจายไปยังสุกรตัวอื่นๆ ได้ ดังนั้นถ้ามีเครื่องมือที่เหมาะสมในการช่วยเหลือเกษตรกรในการช่วยเหลือที่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดการพัฒนาระบบการเลี้ยงสุกรของประเทศให้ดียิ่งขึ้น ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในทางปัญญาประดิษฐ์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถตัดสินใจแทนมนุษย์หรือช่วยเหลือมนุษย์ในงานด้านต่างๆ [1]-[5] ซึ่งผลการนำไปใช้ในด้านต่างๆ ก็จะมีทั้งประสบผลสำเร็จหรือบางส่วนไม่ประสบผลสำเร็จ แต่ถึงอย่างไรก็ตามทำให้เราได้ข้อสรุปบางส่วนเพื่อการพัฒนาขั้นต่อไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการนำเอาเทคโนโลยีทางปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านปศุสัตว์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยจึงได้ศึกษาเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด [7]-[8] มาช่วยในการวิเคราะห์ผ่านระบบออนไลน์ โดยจะจำแนกประเภทของโรคโดยวิเคราะห์ จากข้อมูลลักษณะอาการที่สังเกตได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงเบื้องต้นด้วยตนเองว่าแต่ละอาการที่เกิดขึ้นในสุกรมีความน่าจะเป็นโรคใด พร้อมให้คำอธิบายข้อมูลพื้นฐานของโรคสุกรคือ อาการ สาเหตุ การให้วัคซีน การรักษาโรคเบื้องต้น การแพร่ระบาด และการป้องกัน เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบของงานวิจัยในการวินิจฉัยโรคสุกรออนไลน์แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งจะมีการสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) ที่สำคัญเพื่อนำไปใช้ในระบบจำแนกข้อมูล (Data Classification) เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคสุกร

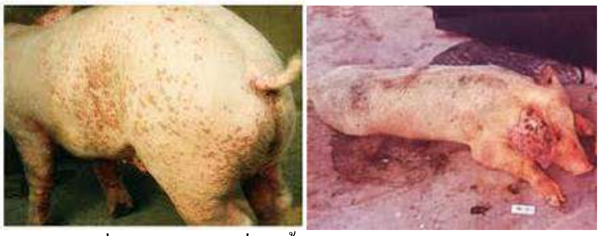


รูปที่ 1 ภาพรวมระบบ

2.1 โรคสุกร

โรคสุกรที่เป็นอันตรายคือโรคระบาดซึ่งได้แก่ โรคอหิวาต์ (Swine fever,Hog cholera), โรคพิษสุนัขบ้า (Pseudorabie, หรือ Aujesky Disease), โรคปากเท้าเปื่อย (Foot and mouth disease), โรคไฟลามทุ่งหรือไข้หนังแดง (Swine Erysipelas),โรคพีอาร์อาร์เอส (Pears), โรคท้องเสียจากอีโคไล (Enteric colibacillosis), โรคบิดมูกเลือดสุกร (Swine Dysentery), โรคโพรงจมูกอักเสบ (Atrophic Rhinitis หรือ A.R.), โรคฝีดาษ (Swine Pox), โรคผิวหนังอักเสบกรีสซีพิกในลูกสุกร (Greasy Pig) ดังตัวอย่างของโรคในรูปที่ 2

ลักษณะการวินิจฉัยโรคในงานวิจัยนี้ลักษณะในการวินิจฉัยโรคจะเป็นการป้อนข้อมูลลักษณะอาการที่ผิดปกติของสุกรเพื่อประมวลผลด้วย แล้วสรุปผลว่าเป็นโรคใดหรือมีความใกล้เคียงโรคอะไรบ้าง



รูปที่ 2 ตัวอย่างสุกรที่ติดเชื้อโรคฝีดาษและโรคอหิวาต์

2.2 วิธีวินิจฉัยเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด (K-Nearest Neighbor: K-NN)

วิธีการ K-NN [7]-[8] เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับ แก้ปัญหาประมาณค่าฟังก์ชันนอนพาราเมตริก (Nonparametric estimation) สำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลที่ข้อมูลไม่เป็นรูปร่างที่ดีซึ่งจะเป็นข้อมูลที่กระจัดกระจาย หลักการก็คือจะเหมือนกับการขยายกรอบหรือขอบเขตของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ (Test Data) เพื่อหาจุดที่ใกล้เคียงที่ได้เท่ากับจำนวน K (K-NN) ที่ต้องการ เช่น 5-NN มันก็จะขยาย ขอบเขตของข้อมูลไปจนกว่าจะเจอข้อมูลจำนวน 5 ตัว (Train Data) จึงจะหยุด จากนั้นดูว่ามันมีความน่าจะเป็นว่าจะอยู่ใกล้กับข้อมูลจุดไหนมากสุด จากนั้นก็ทำการจำแนกแกลุ่มของข้อมูล ซึ่งในที่นี้เราจะนำมาใช้ในการทำนายผลการเรียนของนักศึกษาว่าจะอยู่กลุ่มใด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการวัดระยะห่างของข้อมูลโดยวิธีการวัดระยะห่างยูคลิเดียน (Euclidean Distant) ดังสมการ

$$D_E = \sqrt{\begin{matrix}(F1_{Te}-F1_{Tr})^2+(F2_{Te}-F2_{Tr})^2+(F3_{Te}-F3_{Tr})^2\\ +(F4_{Te}-F4_{Tr})^2+\ldots+(F23_{Te}-F23_{Tr})^2\end{matrix}} \quad (1)$$

D_E คือระยะห่างระหว่างข้อมูลทดสอบและข้อมูลฝึกที่ได้จากวิธีการวัดระยะห่างยูคลิเดียน (Euclidean Distant)
F คือฟีเจอร์ทั้งหมดตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง 23 ซึ่งในงานวิจัย
T_e คือข้อมูลทดสอบ (Test Data)
T_r คือข้อมูลฝึก (Train Data)

ขั้นตอนที่ 2: เมื่อทำการวัดระทางระหว่างข้อมูลที่ทำการทดสอบกับข้อมูลสำหรับฝึกเป็นที่เรียบร้อย จากนั้นเรียงลำดับข้อมูลของระยะห่างจากน้อยไปมากเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาในการทำนายกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3: ทำการขยายกรอบหรือขอบเขตของข้อมูลซึ่งในที่นี้จะเป็นการเอาข้อมูลตามจำนวน K-NN มาพิจารณา (ข้อมูลที่เรียงจากน้อยไปมาก) เพื่อดูว่าข้อมูลที่ทดสอบน่าจะถูกทำนายว่าเป็นข้อมูลกลุ่มใด โดยดูจากค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากสมการดังนี้

$$P(w_n / x) = \frac{k_i}{k_n} \quad (2)$$

$P(w_n/x)$ คือค่าความน่าจะเป็นในการทำนายของข้อมูลว่าอยู่ในกลุ่มใด
k_i คือจำนวนข้อมูลของกลุ่ม i
k_n คือจำนวนข้อมูลที่ต้องการจะนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อทำนาย (K-NN)
w_n คือกลุ่มของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4: เมื่อทำการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลกับกลุ่มใดๆ
ถ้า $P(w1/x) > P(w_i/x)$ ทุกกลุ่มที่เหลือ ผลในการวินิจฉัยคือเป็นโรคที่ 1
ถ้า $P(w2/x) > P(w_i/x)$ ทุกกลุ่มที่เหลือ ผลในการวินิจฉัยคือเป็นโรคที่ 2
ถ้า $P(w3/x) > P(w_i/x)$ ทุกกลุ่มที่เหลือ ผลในการวินิจฉัยคือเป็นโรคที่ 3
….
ถ้า $P(w10/x) > P(w_i/x)$ ทุกกลุ่มที่เหลือ ผลในการวินิจฉัยคือเป็นโรคที่ 10

2.3 รวบรวมข้อมูล และการสกัดข้อมูล (Feature Extraction)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรคสุกร ได้มีการลงพื้นที่เพื่อหาข้อมูลของโรคสุกร พื้นที่ที่เก็บรวบรวมข้อมูลคือ บ้านม่วง ตำบลจำปาโมง อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี และพื้นที่ใกล้เคียง ได้มีการสำรวจฟาร์มของชาวเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยประมาณ 5 แหล่ง โดยสามารถเก็บข้อมูลอาการของโรคสุกร 10 โรค มีทั้งหมด 70 ตัว 23 อาการ

ลักษณะอาการของโรคในการจำแนกลักษณะอาการของสุกรที่เกิดโรคซึ่งมีลักษณะอาการทั้งหมด **23** ลักษณะดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะอาการที่ใช้จำแนก

รหัสสุกร		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
1	1	เมีย	ขุน	ตาอักเสบ	หูตก	-	-	ขาช้ำ	ผิวหนังอักเสบ	ท้องช้ำเป็นผื่น	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังโก่ง
2	1	เมีย	ขุน	ไม่ค่อยลืมตา	หูตก	-	-	โคนขาช้ำ	มีเลือดออกใต้ผิวหนัง	ท้องช้ำเป็นผื่น	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังโก่ง
3	1	ผู้	ขุน	ไม่ค่อยลืมตา	ใบหูช้ำ	อาเจียน	-	-	ผิวหนังอักเสบเรื้อรัง	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	-
4	1	เมีย	อนุบาล	ขี้ตาขาวเหลือง	หูช้ำเป็นผื่น	อาเจียน	-	-	ผิวหนังอักเสบเรื้อรัง	-	เซื่องซึม	เบื่ออาหาร	-
5	1	เมีย	อนุบาล	ขี้ตาขาวเหลือง	หูช้ำเป็นผื่น	อาเจียน		ขาช้ำ	ผิวหนังอักเสบ	ท้องช้ำเป็นผื่น	เซื่องซึม	เบื่ออาหาร	-
6	1	ผู้	อนุบาล	ขี้ตาขาวเหลือง	หูช้ำเป็นผื่น	น้ำลายยืด	-	โคนขาช้ำ	มีเลือดออกใต้ผิวหนัง	ช้ำเป็นผื่นแดงช้ำ	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	-
7	1	เมีย	แม่พันธุ์	เยื่อตาอักเสบ	หูช้ำเป็นผื่น	น้ำลายยืด	-	-	ผิวหนังอักเสบ	แผล	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	-
8	1	ผู้	พ่อพันธุ์	อักเสบบัดบัดตา	ใบหูช้ำ	-	-	โคนขาช้ำ	ผิวหนังอักเสบเรื้อรัง	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังโก่ง
9	2	เมีย	อนุบาล	-	หูเย็น	น้ำลายยืด	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังแอ่น
10	2	ผู้	อนุบาล	-	หูเย็น	น้ำลายยืด	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังแอ่น
11	2	ผู้	อนุบาล	-	หูเย็น	อาเจียน	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังแอ่น
12	2	ผู้	ขุน	-	หูเย็น	ไอ	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	-
13	2	เมีย	ขุน	-	หูเย็น	จาม	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	-
14	2	เมีย	แม่พันธุ์	-	หูเย็น	กล้ามเนื้อสั่น	น้ำมูกไหล	-	-	แผล	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังแอ่น
15	2	ผู้	พ่อพันธุ์	-	หูเย็น	น้ำลายยืด	น้ำมูกไหล	-	-	-	หงอยซึม	เบื่ออาหาร	หลังแอ่น
16	3	เมีย	อนุบาล	-	หูเย็น	[illegible]	จมูกแห้ง	[illegible]	-	-	เซื่องซึม	เบื่ออาหาร	-
17	3	ผู้	อนุบาล	-	หูเย็น	กล้ามเนื้อสั่น	-	เท้าเจ็บ	-	-	เซื่องซึม	เบื่ออาหาร	-
18	3	เมีย	ขุน	-	หูเย็น	กล้ามเนื้อสั่น	จมูกแห้ง	ซอกกีบแผล	-	-	เซื่องซึม	กินอาหารไม่ได้	-
19	3	ผู้	ขุน	-	หูเย็น	[illegible]	-	เท้าเจ็บ	-	-	เซื่องซึม	กินอาหารไม่ได้	-
20	3	ผู้	พ่อพันธุ์	-	หูเย็น	[illegible]	จมูกแห้ง	ซอกกีบแผล	-	-	เซื่องซึม	เบื่ออาหาร	-

F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	class_diagnosis
หลังโก่ง	-	ท้องเสีย	-	-	ตอออก	เดินวน	-	-	มีไข้	ขนฟู	ตัวสั่น	D1
หลังโก่ง	-	-	-	ช้ำเป็นสีแดง	ตอออก	เดินวน	-	-	มีไข้สูง	ขนตก	ตัวสั่น	D1
-	-	ท้องเสีย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D1
-	-	ท้องเสีย	เหลืองขุ่น	สีแดง	-	-	-	-	-	-	ชักเกร็ง	D1
-	-	ท้องเสีย	เหลืองขุ่น	-	-	-	-	-	มีไข้	-	ตัวสั่น	D1
-	-	ท้องเสีย	เหลืองขุ่น	-	ตอออก	เดินวน	-	-	มีไข้	ขนฟู	อัมพาต	D1
-	-	-	-	-	-	-	-	หายใจหอบ	มีไข้	ขนฟู	ตัวสั่น	D1
หลังโก่ง	-	-	-	ช้ำเป็นสีแดง	ตอออก	เดินวน	-	หายใจหอบ	มีไข้	ขนฟู	ตัวสั่น	D1
หลังแอ่น	-	ท้องเสีย	-	-	-	เดินไขว้	-	หายใจลำบาก	มีไข้สูง	ขนฟู	ตัวสั่น	D2
หลังแอ่น	-	ท้องเสีย	-	-	-	เดินไม่ได้	-	หายใจลำบาก	มีไข้สูง	ขนฟู	ชักเกร็ง	D2
หลังแอ่น	-	ท้องเสีย	-	-	-	เดินวน	-	หายใจหอบ	มีไข้สูง	-	ชักกระตุก	D2
-	-	-	-	-	-	เดินไขว้	-	หายใจลำบาก	มีไข้สูง	-	ชักเกร็ง	D2
-	-	-	-	-	-	เดินวน	-	หายใจลำบาก	มีไข้สูง	-	ชักเกร็ง	D2
หลังแอ่น	ผิดปกติ	-	-	-	-	เดินเซ	-	-	มีไข้สูง	ขนฟู	ชักเกร็ง	D2
หลังแอ่น	ผิดปกติ	-	-	-	-	เดินเซ	-	หายใจหอบ	มีไข้สูง	-	ตัวสั่น	D2
-	-	-	-	เต้านมมีตุ่ม	-	เดินกะเผลก	แผลพุพอง	-	มีไข้	ขนฟู	อ่อนเพลีย	D3
-	-	-	-	เต้านมเป็นแผล	-	เดินไม่ได้	แผลพุพอง	-	มีไข้	ขนฟู	อ่อนเพลีย	D3
-	-	-	-	-	-	เดินกะเผลก	แผลพุพอง	-	มีไข้	-	-	D3
-	-	-	-	-	-	เดินกะเผลก	แผลพุพอง	-	มีไข้	-	-	D3
-	-	-	-	-	-	เดินไม่ได้	แผลพุพอง	-	มีไข้	-	-	D3

จากตารางเป็นการนำเอา Feature ลักษณะอาการของโรคสุกรที่เป็นมาจำแนกออก ว่าโรคนั้นมีลักษณะอาการเป็นอย่างไร จากนั้นคำนวณหา Feature ลักษณะอาการของโรคที่เป็น คือโรคที่ D1-D10 มีลักษณะอาการทั้งหมดเท่าใดแล้วให้ใส่ค่าตัวเลขตามลักษณะอาการเช่นในบางคุณลักษณะจะมี 2 ก็จะใส่เลข 1 และ เลข 2 แต่ถ้าบางคุณลักษณะมี 3 ก็จะใส่เลข 1,2 และ 3 เป็นต้น และถ้าไม่มีก็ไม่ต้องใส่ โดยจะใส่ในทุกคุณลักษณะของโรงทุกโรค ดังแสดงในตารางที่ 2 เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคและนำไปคำนวณในสมการที่ 2 และสมการที่ 3

ตารางที่ **2** ตารางลักษณะอาการของโรคในแต่ละโรค

คุณลักษณะ จำนวน	F1	F2	F3	F4	F5	F6	.	.	F23	โรคที่
1	1	1	2	4					2	1
2	2	1		2	1	1			1	2
3	2	1	2	4					2	1
4	2	1		1	1	1			1	2
.										
.										
10	1	1		1	2	1			2	5

3. ผลการดำเนินการทดสอบ

ในงานวิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการโดยใช้ leave one out cross validation (LOOCV) [9] โดยข้อมูลจะถูกทดสอบทีละตัว และข้อมูลที่เหลือคือข้อมูลสำหรับการฝึก ในการทดสอบแรกจะเป็นการทดสอบหาค่า K ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในงานวิจัย โดยจะทำการทดลองตั้งแต่ 1-NN จนถึง 15-NN ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ในการทดสอบประสิทธิภาพได้ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความถูกต้องจากการปรับค่า K

K-NN	ความผิดพลาดเฉลี่ย
1-NN	9.56%
3-NN	8.27%
5-NN	9.76%
7-NN	10.97%
9-NN	10.43%
11-NN	11.54%
13-NN	12.43%
15-NN	12.87%

จากการทดสอบในการหาค่า K ที่ดีที่สุดพบว่า 3-NN จะได้ผลลัพธ์ที่ดีสุดจากนั้นนำไปใช้ในการทดสอบลำดับถัดไป ซึ่งในการทดสอบถัดไปเป็นการวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบแสดงดังในตารางที่ 4 ผลการทดสอบในการวินิจฉัยโรคสุกรในแต่ละโรค

โรค	ชื่อโรค	ความผิดพลาดเฉลี่ย
D1	โรคอหิวาต์ (Swine fever,Hog cholera)	10.43%
D2	โรคพิษสุนัขบ้า (Pseudorabie, หรือ Aujesky Disease)	9.54%
D3	โรคปากเท้าเปื่อย (Foot and mouth disease)	7.87%
D4	โรคไฟลามทุ่งหรือไข้หนังแดง (Swine Erysipelas)	8.12%
D5	โรคพีอาร์อาร์เอส (Pears)	6.74%
D6	โรคท้องเสียจากอีโคไล (Enteric colibacillosis)	9.86%
D7	โรคบิดมูกเลือดสุกร (Swine Dysentery)	7.32%
D8	โรคโพรงจมูกอักเสบ (Atrophic Rhinitis หรือ A.R.)	8.34%
D9	โรคฝีดาษ (Swine Pox)	8.24%
D10	โรคผิวหนังอักเสบกรีสซีพิกในลูกสุกร (Greasy Pig)	6.21%

จากผลการทดสอบค่าความผิดพลาดเฉลี่ยที่ได้จะต่ำกว่า 10% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอ มีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือได้ ซึ่งใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังเป็นระบบสารสนเทศที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นผ่านระบบออนไลน์ทำให้สามารถเข้าถึงระบบวินิจฉัยได้ทุกๆ ที่ผ่านเว็บไซต์ของระบบ

รูปที่ **2** หน้าจอหลัก

หน้าจอหลักระบบออนไลน์ของผู้ดูแลระบบ เป็นหน้าจอให้ผู้ดูแลระบบจัดการข้อมูลคือ จัดการข้อมูลพื้นฐานโรคสุกรและจัดการข้อมูลลักษณะอาการที่ใช้จำแนกข้อมูล ประกอบด้วย เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหาข้อมูลพื้นฐานโรค

รูปที่ **3** หน้าจอการวินิจฉัยโรคสุกร

หน้าจอวินิจฉัยโรคสุกร เลือกข้อมูลลักษณะอาการ ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 23 feature คือ เพศ, ช่วงการเจริญเติบโต, ลักษณะตา , ลักษณะใบหู, ลักษณะปาก, ลักษณะจมูก,ลักษณะขาและข้อเท้า , ลักษณะผิวหนัง, ลักษณะท้อง, ลักษณะอารมณ์, ลักษณะการกิน, ลักษณะสันหลัง, ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์, ลักษณะอุจจาระ, ลักษณะสีอุจจาระ, ลักษณะลำตัว, ลักษณะคอ, ลักษณะการเดิน, ลักษณะแผล, ลักษณะการหายใจ, ลักษณะอาการไข้, ลักษณะขน, ลักษณะกล้ามเนื้อ เลือกเพื่อวินิจฉัยโรคสุกร

4. สรุป

งานวิจัยนี้เสนอการ วินิจฉัยโรคสุกร ซึ่งนำเอาเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียง มาวิเคราะห์และจำแนกโรคสุกร โดยวิเคราะห์จากข้อมูลลักษณะอาการทั้งหมด 23 อาการ และลักษณะของโรคจำนวน 10 โรค งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบทียบผลลัพธ์จากวิธีที่นำเสนอกับผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งในการทดสอบประสิทธิภาพได้ใช้วิธีการแบ่งส่วนทีละหนึ่งในการตรวจสอบ ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอพบว่าระบบสามารถวิเคราะห์โรคสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพและประมวลผลได้อย่างรวดเร็วมากกว่าผู้เชี่ยวชาญ โดยมีระดับเฉลี่ยความผิดพลาดไม่เกิน 10% ซึ่งจากงานวิจัยนี้ระบบที่นำเสนอน่าจะเป็นระบบที่เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้เลี้ยงสุกรเพื่อใช้ในการวางแผนการรักษาต่อไป อีกทั้งยังเป็นระบบสารสนเทศที่ช่วยในการวินิจฉัยโรคสุกรผ่านเว็บไซต์ที่ช่วยเหลือเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] กริช สมกันธา วิไลพร กุลตังวัฒนา ธีระวัฒน์หัสโก และจิระพงศ์ รอดชมภู. (2554). ระบบทำนายผลการเรียนนักศึกษาออนไลน์โดยใช้เคเนียเร็ซเนเบอะ. The 3rd International Conference on Knowledge and Smart Technologies (KST).

[2] ชิดชนก ศรีชัยวงค์ ไพศาล ตระกูลสุข และสุรเดช บุญลือ. (2557). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวินิจฉัยโรคใบลำไยด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University, ปีที่ 1 ฉบับที่ 6 เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2557.

[3] ธีรยุทธ แก้วตา และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2551). ระบบการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นออนไลน์ ด้วย Fuzzy Information Retrieval Online Basic Diagnostic System Using Fuzzy Information Retrieval. The 5th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT). pp 125-130.

[4] ชัชชฎา วันดี และจิรัฏฐา ภูบุญอบ. (2556). ประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลโดยอัตโนมัติด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. pp 263-270.

[5] วรพจน์ สุเมธาวัฒนาพงศ์ ณัฐวิภา ส่งสุข และ วรรณสิริ ธุระชน. (2557). ระบบการจำแนกพันธุ์ยางพาราโดยใช้ตัวจำแนกนาอีฟเบย์. The 10th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT). pp 20-25.

[6] ภาวิณี วงศ์สนสุนีย์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์. โรคสุกร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ.

[7] B.V. Dasarasthy, Nearest Neighbor Pattern Classification Techniques, IEEE Computer Society Press, 1991.

[8] G. Shakhnarovich, T. Darrel and P. Indyk, Nearest-Neighbor Methods in Learning and Vision, MIT Press, 2006.

[9] R. Kohavi, “A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection”, Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1995, pp.1137-1143.

ระบบการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยออนไลน์

Online Forecasting System for Price and Quantity of Jasmine rice

วรนิตย์ ทองอยู่[1] กริช สมกันธา[2] จุฑามาศ สุขลี่[3] วาสนา สุกรรณ์[4] และวิไลพร กุลตังวัฒนา[5]
[1]สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[2,3,4,5]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการพยากรณ์รายเดือนของราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย ซึ่งการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากในการวางแผนการผลิตข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการแยกส่วนประกอบ , ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น และ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น เพื่อคำนวณราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย ซึ่งรวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2549 – 2558) และใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ในการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ โดยผลการทดลองของวิธีการทั้งหมดจะทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดเดียวกัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์โดยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้นมีความแม่นยำมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น และวิธีการแยกส่วนประกอบ ซึ่งวิธีการที่นำเสนอคาดว่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการพัฒนาโปรแกรมในการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ, อนุกรมเวลา, ระบบการพยากรณ์

Abstract

This paper presents the forecasting system of prize and quantity of jasmine rice in Thailand. The forecasting of prize and quantity of jasmine rice are an important factor for planning to product the jasmine rice efficiently. In this paper, decomposition method, double moving average method and double exponential smoothing method were used for forecasting of prize and quantity of jasmine rice. All data are taken from the past records of 2549 to 2558 in Thailand. The mean absolute percent error (MAPE) is used for testing the efficiency of the proposed method and compared method. Results from the all method were compared with results obtained from other method on the same set of data. The results show that the double exponential smoothing method performs very well and better accuracy than forecasting by other method. It can be believed that the proposed method may hopefully be an approach for developing program in forecasting system efficiently.

Keywords: Jasmine rice, Time series analysis, forecasting system

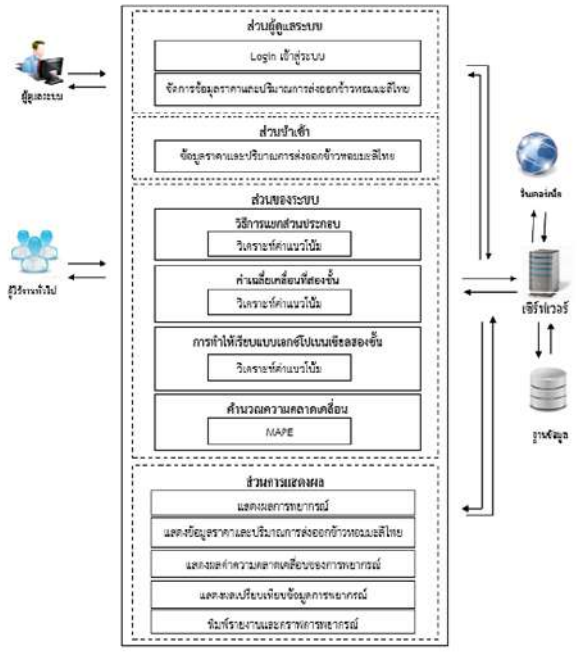
1. บทนำ

ข้าว เป็นอาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของประชากรทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมไทย ข้าวมีบทบาทสำคัญตั้งแต่เป็นอาหารไปจนถึงเป็นแหล่งรายได้หลักของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมหนึ่งในบรรดาพันธุ์ข้าวที่เป็นที่รู้จักไปทั่วโลกและนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ คือ “ข้าวหอมมะลิ” ข้าวหอมมะลิเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย[8] จัดเป็นข้าวนาปีปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง ลักษณะข้าวเปลือกเรียวยาว เมื่อสีเป็นข้าวสารจะได้ข้าวเมล็ดเรียว ยาว ขาวใสมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย เนื่องจากข้าวหอมมะลิปลูกในเวลา สภาพดิน ฟ้า อากาศ และพื้นที่ที่เหมาะสมจึงทำให้ได้เมล็ดข้าวที่มีคุณภาพ จึงทำให้ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ติดอันดับของโลก[7] จะเห็นได้ว่าข้าวหอมมะลิไทยมีบทบาททั้งทางด้านเศรษฐกิจ และการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ของคนเรา ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดทำระบบการพยากรณ์มูลค่าและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย โดยใช้วิธีในการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการแยกส่วนประกอบ[1]-[6], ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น[10] และ การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น[10] โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ว่าวิธีไหนใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด และประชาชนทั่วไปสามารถดูได้ว่าในปีหน้าจะมีราคาและปริมาณการส่งออกของข้าวหอมมะลิมากหรือน้อย เพื่อเป็นข้อมูลและข้อเสนอแนะในการประกอบการพิจารณาในการกำหนดแนวทางการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย อีกทั้งยังนำไปกำหนดแนวทางการวางแผนการผลิตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว และยังจะทำให้ทราบปัญหาและอุปสรรคของการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย อันจะนำไปสู่การพัฒนาตลาดการค้าของข้าวหอมมะลิไทยที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ระบบการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2549 ถึง พ.ศ.2558 เป็นเวลา 10 ปี ระบบสามารถ Login เข้าระบบได้ สามารถจัดการข้อมูลราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย ระบบใช้วิธีในการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการแยกส่วนประกอบ[1]- [6], ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น[10] และการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น[10] และทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ การคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย ได้ใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์[2] ในการทดสอบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ระบบสามารถแสดงผลการพยากรณ์ แสดงข้อมูลราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย แสดงผลค่าความคาดเคลื่อนของการพยากรณ์ แสดงผลเปรียบเทียบข้อมูลการพยากรณ์และสามารถพิมพ์รายงานและกราฟการพยากรณ์ได้ แสดงดังรูปแบบภาพรวมระบบในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

2.2 เทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) [3]

เป็นวิธีการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในระยะเวลาปานกลาง การพยากรณ์สมการการแยกส่วนประกอบเขียนได้ดังนี้

$$Y_t = a + b_t \quad (1)$$

ที่ซึ่ง

Y_t=ค่าแนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลา, t = ระยะเวลา โดยระยะเวลาที่เป็น origin จะมีค่า t = 0, a = ค่า t Y - intercept เป็นค่าแนวโน้ม ณ origin, b = ค่า slope ของเส้นแนวโน้ม เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่า เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะทำให้ Y_แปลี่ยนแปลงไปเท่าใด

การพยากรณ์การแยกส่วนประกอบ ต้องมีการกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรอิสระในการคำนวณในสูตรการแยกส่วนประกอบ [6] สมการการแยกส่วนประกอบ สามารถหาค่าของ a และ b ได้จากสูตรดังนี้ สูตรหาค่า a = $\sum$y / n และ สูตรหาค่า b = $\sum$xy / $\sum$x^2

2.3 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น (Double moving average, DMA) [10]

การพยากรณ์วิธีนี้จะใช้ได้ผลดีกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ชั้นเดียวในกรณีที่ข้อมูลมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง ถ้าค่าข้อมูลมีแนวโน้มสูงขึ้น การพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ชั้นเดียวจะให้ค่าต่ำกว่าข้อมูลจริง และถ้าค่าข้อมูลมีแนวโน้มลดลง การพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ชั้นเดียวจะให้ค่าสูงกว่าข้อมูลจริง แต่ถ้าข้อมูลมีแนวโน้มการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้นสามารถปรับค่าตามแนวโน้มได้ดีกว่า จากตัวแบบแนวโน้มเชิงเส้น ซึ่งมีสมการ

$$Z_t = b_0 + b_1 t + \varepsilon_t \quad (2)$$

ที่ซึ่ง

b_0 คือ ค่าคาดหมายของข้อมูล ณ เวลา t,

b_1 คือ ความลาดชันของข้อมูล ณ เวลา t,

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนที่เวลา t ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น σ^2

2.4 การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Double exponential smoothing, DES) [10]

ใช้แนวความคิดและวิธีการเช่นเดียวกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น แต่ต่างกันตรงที่การให้น้ำหนักข้อมูลในอดีต การทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้นจะมีความยุ่งยากเกี่ยวกับการกำหนดค่าเริ่มต้นใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มไม่คงที่ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\hat{Z}_t(\ell) = \hat{b}_{0t} + \ell \hat{b}_{1t} \quad (3)$$

ที่ซึ่ง $\hat{b}_{0t} = 2S_{1t} - S_{2t}, \hat{b}_{1t} = \dfrac{\alpha}{1-\alpha}(S_{1t} - S_{2t})$

$$S_{1t} = \alpha Z_t + (1-\alpha) S_{1(t-1)},$$

$$S_{2t} = \alpha S_{1t} + (1-\alpha) S_{2(t-1)}$$

$$S_{10} = \hat{b}_{00} - \left(\frac{a}{1-a}\right)\hat{b}_{10},$$

$$S_{20} = \hat{b}_{00} - \left(\frac{2a}{1-a}\right)\hat{b}_{10};$$

$\hat{b}_{00} = Z_1$ และ $\hat{b}_{10} = 0$

3. ผลการดำเนินการทดสอบ

การพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย จะใช้ข้อมูล 10 ปีย้อนหลัง โดยใช้ 9 ปี เป็นตัวสร้างรูปแบบการจำลอง และอีก 1 ปีสุดท้ายใช้สำหรับการทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์และใช้ MAPE ในการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถแสดงผลการพยากรณ์รายเดือนและรายปี ซึ่งแสดงตัวอย่างของผลลัพธ์ได้ดังนี้

รูปที่ 2 หน้าเว็บไซต์ระบบพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าว

รูปที่ **3** การพยากรณ์ราคาแบบรายเดือนวิธีแยกส่วนประกอบ

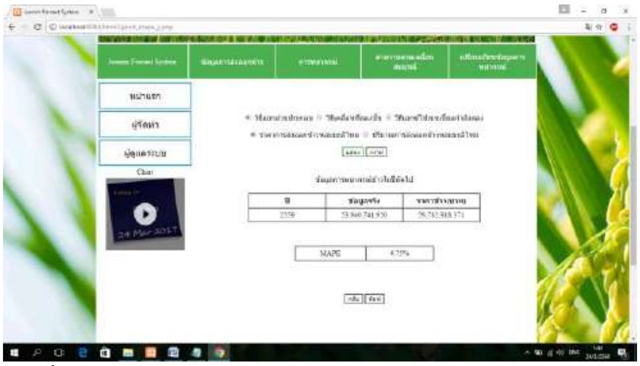
รูปที่ **4** การพยากรณ์ราคาแบบรายปีวิธีเคลื่อนที่สองชั้น

รูปที่ **5** ค่าพยากรณ์ราคาแบบรายเดือนวิธีเคลื่อนที่สองชั้นและ MAPE

รูปที่ **6** ค่าพยากรณ์ราคาแบบรายเดือนวิธีแยกส่วนประกอบและ MAPE

รูปที่ **7** ค่าพยากรณ์ปริมาณแบบรายเดือนวิธีเคลื่อนที่สองชั้นและ MAPE

รูปที่ **8**ค่าพยากรณ์ปริมาณแบบรายเดือนวิธีแยกส่วนประกอบและ MAPE



รูปที่ **9** ค่าพยากรณ์ราคาแบบรายปีวิธีแยกส่วนประกอบและค่า MAPE

รูปที่ 10 ค่าพยากรณ์ราคาแบบรายปีวิธีเอกซ์โปเนนเชียลและค่า MAPE

จากการทดสอบสามารถสรุปค่าเฉลี่ย MAPE ของทุกวิธีการของการพยากรณ์ราคาและปริมาณ ทั้งการส่งออกรายเดือนและรายปีดังสรุปผลในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยการพยากรณ์แบบรายเดือน

วิธีการ	MAPE แบบรายเดือน	
	ราคา	ปริมาณ
แยกส่วนประกอบ	15.9	17.6
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น	10.5	16.6
เอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น	10.3	17.9

ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยการพยากรณ์แบบรายปี

วิธีการ	MAPE แบบรายปี	
	ราคา	ปริมาณ
แยกส่วนประกอบ	12.1	6.5
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น	4.3	5.5
เอกซ์โปเนนเชียลสองชั้น	3.4	3.6

ระบบการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยออนไลน์ ได้มีการนำไปทดลองกับกลุ่มผู้ใช้ 30 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ และประเมินความถูกต้องของระบบงาน ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินของแต่ละด้าน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งานระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D	
1. การออกแบบมีความเหมาะสมกับเว็บไซต์	4.1	0.55	ดี
2. การแสดงข้อมูลและการพยากรณ์	4.1	0.72	ดี
3. ความสวยงามของเว็บไซต์	4	0.73	ดี
4. ความยากง่ายในการเข้าใช้งานของเว็บไซต์	4.2	0.77	ดี
5. ความสามารถของเว็บไซต์ตรงกับความต้องการ	4.1	0.85	ดี
6. ความถูกต้องของข้อมูลและการพยากรณ์	4	0.73	ดี
7. ความเหมาะสมของกราฟแสดงข้อมูลการส่งออก	3.9	0.79	ดี
ผลรวม	4.1	0.74	ดี

4. สรุป

การพัฒนาระบบการพยากรณ์ราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยออนไลน์ ได้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบงาน โดยมีการนำเอาขั้นตอนวิธีของวิธีการแยกส่วนประกอบ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองชั้น และวิธีเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้นเข้ามาใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ โดยมีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูล และการออกแบบหน้าจอโปรแกรมเข้ามาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบ ก่อให้เกิดความสะดวกในการคาดการณ์ และรู้ผลการพยากรณ์ของราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยในรูปแบบตาราง กราฟและแสดงผลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย(MAPE) จากผลการทดสอบการพบว่า การพยากรณ์โดยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลสองชั้นมีความแม่นยำมากสุด และการออกแบบในส่วนนี้คำนึงถึงปัจจัยมุ่งเน้นการออกแบบ คือออกแบบระบบให้มีการใช้งานได้ตรงความต้องการของผู้ใช้ โดยผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลพื้นฐาน จัดเก็บข้อมูลราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย ค้นหาข้อมูลราคาและปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย และพยากรณ์ข้อมูลผ่านเมนู และปุ่มการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] สมเกียรติ เกตุเอี่ย.(2548). เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง: ภารกิจเอกสารและตำรามหาวิทยาลัยทักษิณ.

[2] วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล.จิราวัลย์ จิตรถเวช. (2548). เทคนิคการพยากรณ์.พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพ: โครงการส่งเสริมเอกสาร- วิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.

[3] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงค.(2535). การวิ-เคราห์อนุกรมเวลา. กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

[4] พรทิภา จรูญวรณ วท.บ.(คณิตศาสตร์) พบ.ม.(สถิติประยุกต์). (2542). อนุกรมเวลาและเลขดัชนี:โครงการวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ สำนักส่งเสริมวิชาการ.

[5] เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ. (2527). การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[6] การวิเคราะห์การถดถอย (regression). ค้นหาเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2558, http://rlc.nrct.go.th/ewt_dl.php?nid=1198.

[7] jasminericediv(ประวัติข้าวหอมมะลิ). ค้นหาเมื่อวันที่ 15 พฤษจิกาย 2559, https://jasminericediv.wordpress.com/บริการขนส่ง/

[8] ประวัติข้าวหอมมะลิ. ค้นหาเมื่อวันที่ 20 พฤษจิกายน 2559, http://www.hommali.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=5 38856187&Ntype=1

[9] ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ. ค้นหาเมื่อวันที่ 1ธันวาคม2559, http://science.buu.ac.th/ojs246/

[10] ตัวแบบการพยากรณ์. ค้นหาเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2559, http://www.interfetpthailand.net/forecast/files/f_27_1_20120810_010838smoothing_.doc

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

Design and Construction of Medicine Cupboard Controlled System for Blindness by Microcontroller

ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร [1] วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ [1] และ สันติสุข สว่างกล้า [1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 โทร 0894589155
E-mail:vyapote.sup@siam.edu, wipavann@gmail.com, santisuk_06@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงเพื่อเปิด-ปิดกล่องบรรจุยา และส่งเสียงเตือนให้รับประทานยาด้วยเครื่องบันทึกเสียงเมื่อถึงเวลาตามที่โปรแกรมไว้ โดยใช้ไอซีอาร์ทีซีเป็นตัวสร้างฐานเวลาจริงให้กับระบบควบคุม และมีจอแอลซีดีทำหน้าที่แสดงค่าเวลาการทำงาน นอกจากนี้ยังมีระบบไฟฟ้าสำรองโดยใช้แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ในกรณีไฟฟ้าดับ ระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาที่นำเสนอนี้ได้ถูกสร้างขึ้นและทำการทดสอบ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงการทำงานที่น่าพอใจของเครื่องนี้
คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์, ตู้ยา, ผู้พิการทางสายตา, เครื่องบันทึกเสียง

Abstract

This paper presents the design and construction of medicine cupboard controlled system for blindness. The system employs a microcontroller to control DC motor for opening/closing medicine cupboards and sends sound alarm for take some medicines by sound recorder according to programmable time. The RTC integrated circuit is used for generating real time for controlling the system. The LCD is used to display the operating time. Moreover, when the power system is interrupted, the 12 volt battery will be instead. This proposed machine is constructed and tested and its performance is demonstrated to be satisfactory.
Keywords: microcontroller, medicine cupboard, blindness, sound recorder

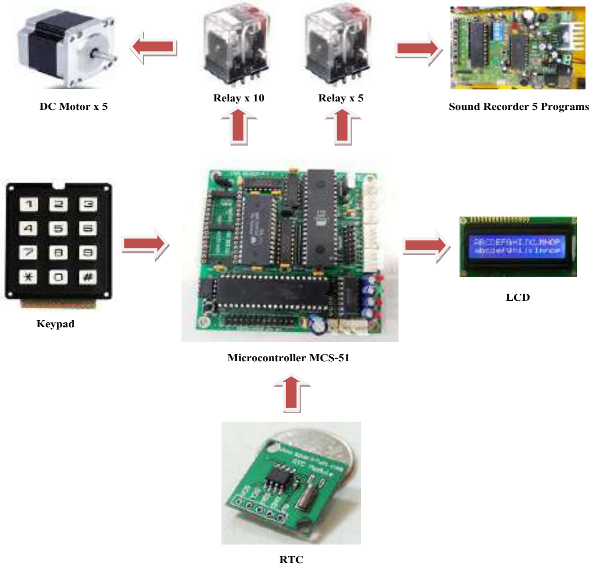
1. บทนำ

ปัจจุบันรัฐบาลและองค์กรต่างๆ ได้เล็งเห็นคุณค่าของผู้พิการทางสายตาและเปิดโอกาสให้ผู้พิการทางสายตามีส่วนร่วมในสังคมมากขึ้น จึงมีการพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้พิการทางสายตา โดยได้จัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดขึ้นเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้พิการทางสายตาได้รับการศึกษาเท่าเทียมกับบุคคลทั่วไป เพื่อนำความรู้ความสามารถที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพตามความสามารถของตนเองในหน่วยงานของรัฐและเอกชน สิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับผู้พิการทางสายตา คือ การเจ็บไข้ได้ป่วยด้วยโรคทั่ว ๆ ไป เช่น อาการท้องอืด ท้องเสีย โรคกระเพาะอาหาร ปวดหัว ตัวร้อน ความดันสูง และ เบาหวาน เป็นต้น อาการเจ็บป่วยเหล่านี้หากเป็นคนปกติจะสามารถหยิบจับใช้ยาสามัญประจำบ้านได้ด้วยตนเอง แต่หากไม่สามารถมองเห็นได้อย่างผู้ที่มีความพิการทางสายตานั้นย่อมเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยากลำบาก ด้วยการตระหนักถึงความยากลำบากในการดำรงชีวิตของผู้พิการทางสายตา โดยได้มีผู้นำเสนอตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาขึ้นมาในหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองต่อความต้องการนั่นเอง [1]-[3] สำหรับในบทความนี้ได้มีแนวความคิดในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นมา ให้ผู้พิการทางสายตาได้ใช้ยาอย่างถูกประเภทในการรักษาโรค มีการแจ้งเตือนเมื่อได้เวลารับประทานยา ทำให้ผู้พิการทางสายตาได้ใช้ชีวิตอย่างดียิ่งขึ้นเมื่อมีอาการเจ็บป่วย โดยมีขอบเขตการทำงานดังนี้

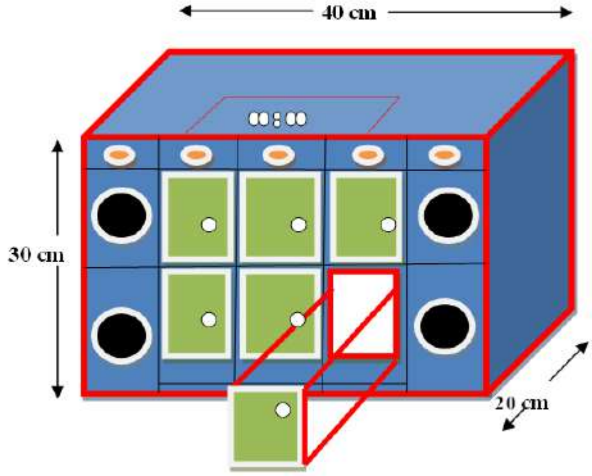
- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุม
- ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เป็นแหล่งจ่ายพลังงานและเมื่อไฟดับมีแหล่งจ่ายพลังงานสำรองจ่ายให้แทน
- ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมการเปิด–ปิดลิ้นชักผ่านทาง Relay
- ใช้ลำโพงส่งเสียงเตือนที่มีการบันทึกเสียงจาก Sound Recorder
- ใช้ไอซี RTC (Real Time Clock) เป็นตัวสร้างฐานเวลาจริง

2. การออกแบบและสร้าง

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีบล็อกไดอะแกรมรวมแสดงดังรูปที่ 1 และมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 2



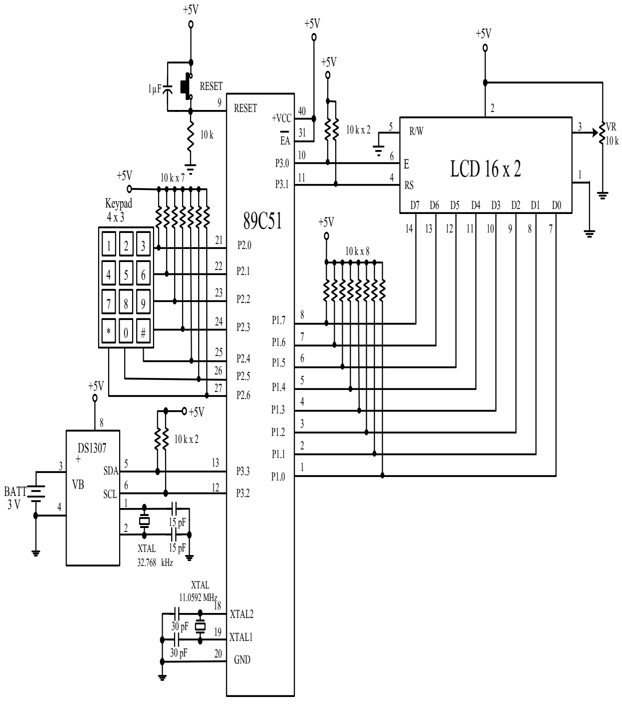
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมรวมที่นำเสนอ



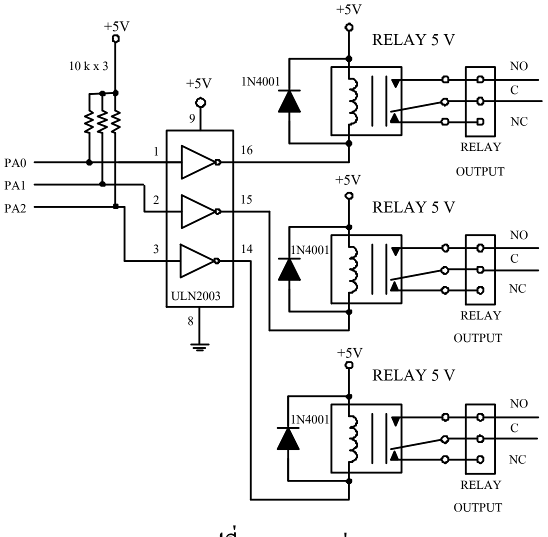
รูปที่ 2 โครงสร้างที่นำเสนอ

ระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลักการทำงานดังนี้ ใช้คอมพิวเตอร์เขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้บันทึกโปรแกรมลงไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์เปิด-ปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder ส่วนของ Keypad ใช้ตั้งเวลาให้กับไอซี RTC (Real Time Clock) ซึ่งเป็นตัวสร้างฐานเวลาจริงให้กับระบบควบคุม โดยมีจอ LCD ทำหน้าที่แสดงค่าเวลาการทำงาน เมื่อได้เวลาตามที่ตั้งไว้ในโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ของมอเตอร์เปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder ส่งเสียงเตือนจนกว่าจะกดสวิตช์ Reset หรือคีย์ใดๆ มอเตอร์จะเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งการปิดกล่องบรรจุยา โดยการทำงานของมอเตอร์เปิด-ปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder จะขึ้นอยู่กับเวลาจริงและเวลาที่ตั้งโปรแกรมไว้ และในตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตานี้ยังมีระบบไฟฟ้าสำรองโดยใช้แบตเตอรี่ 12 V ในกรณีไฟฟ้าดับแบตเตอรี่ก็จะสามารถจ่ายไฟฟ้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้ตามปกติ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดกล่องบรรจุยาในระบบ Manual ได้ด้วย

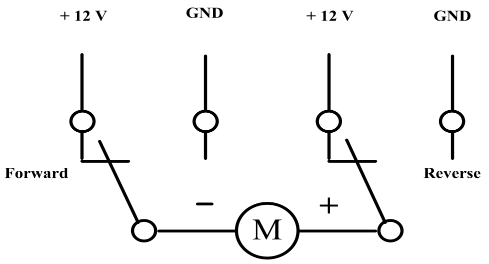
การออกแบบวงจรของระบบควบคุมที่นำเสนอ แยกออกเป็นวงจรย่อยดังนี้ รูปที่ 3 วงจรการต่อ MCS-51, LCD, Keypad และ RTC ส่วนรูปที่ 4 วงจรการต่อ Relay และรูปที่ 5 วงจรการต่อ DC Motor [4] ที่มีการกลับทางหมุน



รูปที่ 3 วงจรการต่อ MCS-51, LCD, Keypad และ RTC

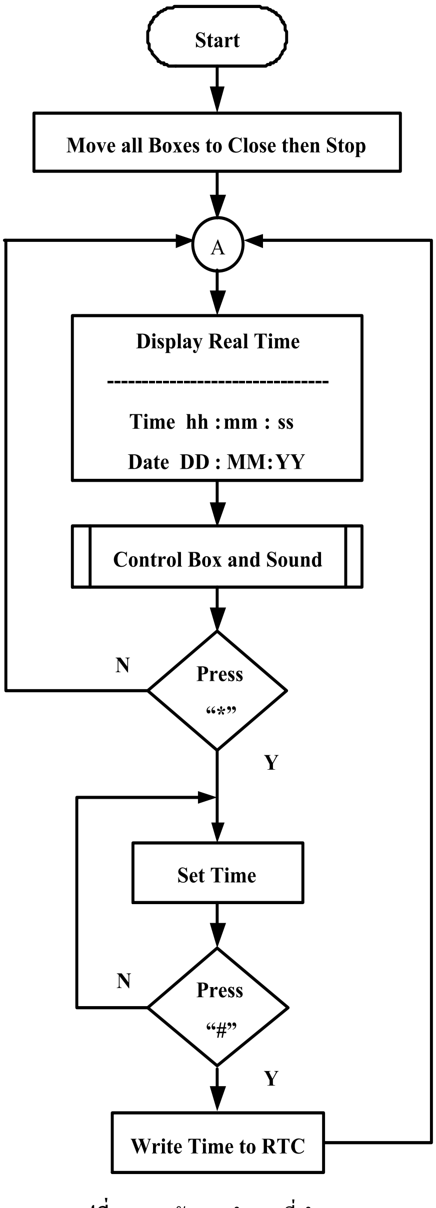


รูปที่ 4 วงจรการต่อ Relay

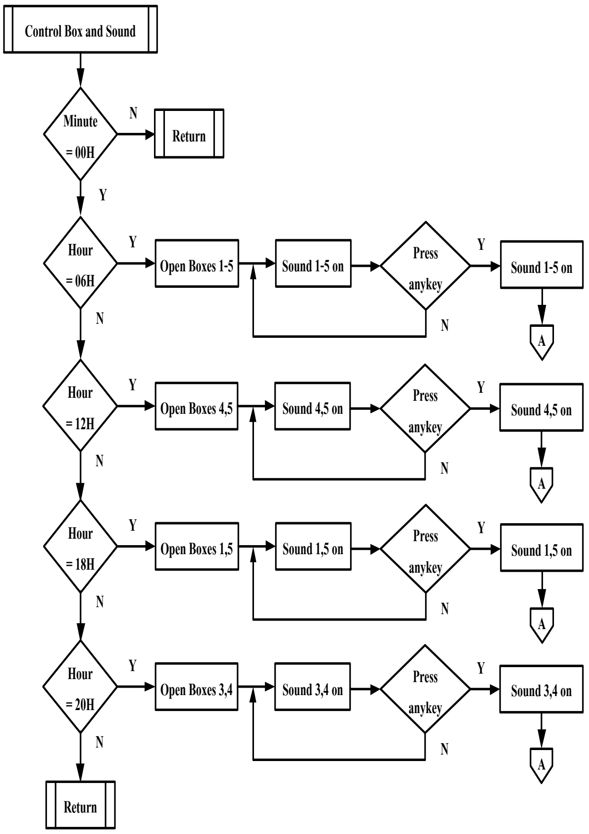


รูปที่ 5 วงจรการต่อ DC Motor ที่มีการกลับทางหมุน

ระบบควบคุมตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีแผนผังการทำงาน (Flow Chart) ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนผังการทำงานที่นำเสนอ



รูปที่ 6 แผนผังการทำงานที่นำเสนอ (ต่อ)

3. การทดลองและผล

อุปกรณ์ในการทดลองได้แก่ตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตา

การทดลองใช้งานตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตา เมื่อเริ่มเปิดสวิตช์ Power มอเตอร์ M1, M2, M3, M4 และ M5 จะหมุน Reverse เพื่อให้กล่องทั้ง 5 อยู่ในตำแหน่งปิด หลังจากนั้น จอ LCD จะแสดงค่าเวลาจริง ทั้ง ชั่วโมง นาที วินาที วันที่ เดือน และ ปี คศ. เป็นตัวเลขอย่างละ 2 หลัก เมื่อได้เวลาตามที่ตั้งไว้ในโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ของมอเตอร์เปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder ส่งเสียงเตือนให้ทานยาจากกล่องต่างๆ ตามที่โปรแกรมไว้วนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตช์ Reset หรือ

คีย์ใดๆ มอเตอร์จะเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งการปิดกล่องบรรจุยา เมื่อรับยาจากกล่องแล้วให้กดสวิตช์ Reset หรือคีย์ใดๆ จะเข้าสู่โหมดการปิดกล่องทั้ง 5 โดยการทำงานของมอเตอร์เปิด-ปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder จะขึ้นอยู่กับเวลาจริงและเวลาที่ตั้งโปรแกรมไว้ โดยการโปรแกรมค่าเวลาในการทานยาเป็นไปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การโปรแกรมค่าเวลาในการรับประทานยา

กล่องที่	เวลารับประทานยาในแต่ละวัน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	06.00 น.	18.00 น.	-
2	06.00 น.	-	-
3	06.00 น.	20.00 น.	-
4	06.00 น.	12.00 น.	20.00 น.
5	06.00 น.	12.00 น.	18.00 น.

เมื่อถึงเวลาตามที่โปรแกรมไว้ กล่องยาจะเปิดและมีเสียงเตือนให้ทราบว่าต้องรับประทานยาจากกล่องใดบ้าง ผลการทดลองเป็นไปดังตารางที่ 2 และรูปที่ 8-11

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการทำงานของกล่องบรรจุยาทั้ง 5 กล่องตามเวลาที่โปรแกรมไว้

เวลา	การทำงานของกล่องบรรจุยาทั้ง 5 กล่อง				
	กล่องที่ 1	กล่องที่ 2	กล่องที่ 3	กล่องที่ 4	กล่องที่ 5
06.00 น.	Open	Open	Open	Open	Open
12.00 น.	Close	Close	Close	Open	Open
18.00 น.	Open	Close	Close	Close	Open
20.00 น.	Close	Close	Open	Open	Close

รูปที่ 8 เวลา 06.00 น. กล่องทั้ง 5 เปิด

รูปที่ 9 เวลา 12.00 น. กล่องที่ 4 และ 5 เปิด

รูปที่ 10 เวลา 18.00 น. กล่องที่ 1 และ 5 เปิด

รูปที่ 11 เวลา 20.00 น. กล่องที่ 3 และ 4 เปิด

4. สรุป

จากการทำงานของตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ เมื่อทำการทดลองใช้งานจริงพบว่าได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการ กล่าวคือเมื่อได้เวลาตามที่ตั้งไว้ในโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ของมอเตอร์เปิดกล่องบรรจุยา และ Sound Recorder ส่งเสียงเตือนให้ทานยาจากกล่องต่างๆ ตามที่โปรแกรมไว้วนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตช์ Reset หรือคีย์ใดๆ มอเตอร์จะเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งการปิดกล่องบรรจุยาทั้ง 5 สรุปได้ว่าตู้ยาสำหรับผู้พิการทางสายตาที่ได้สร้างขึ้นมานี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน และเป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาต่อยอดได้ต่อไปในอนาคต โดยมีข้อเสนอแนะคือ ออกแบบโครงสร้างให้แข็งแรง ทนทาน สวยงาม สะดวกในการใช้งาน เพิ่มจำนวนกล่องและลดขนาดกล่อง ตั้งโปรแกรมเวลาการรับประทานยาได้จาก Keypad ได้โดยตรงโดยไม่ต้องลงโปรแกรมใหม่ บันทึกเสียงให้ยาวขึ้นโดยบอกชื่อยา สรรพคุณ และวิธีการรับประทานยา มีระบบเตือนผู้ป่วยให้ทานยาโดยการกระตุ้นด้วยการสั่นขณะหลับ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] http://library.siamtech.ac.th/eLib/index.php?
[2] thaiinvention.net/invention/print
[3] http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9490000102046
[4] V. Subrahmanyam, “Electric drives,” McGraw-Hill, 2005.
[5] http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Irfp460.
[6] http://www.alldatasheet.com/At89c52.

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยและแบบสอบถาม

Multiple Choice and Questionnaire Checking System

ประกาศิต จำนงค์[1] วรัญญู ทองศรี[2] จิระศักดิ์ สิทธิกร[3] และ ธนา หงษ์สุวรรณ[4]
[1]บริษัท แอ็ดวานซ์อินฟอร์เมชั่นเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
37/2 อาคารเอไอที ถ.สุทธิสารวินิจฉัย แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320 E-mail: fourshuttlecock_bill_yonex.358@hotmail.com
[2]วิทยาลัยนานาชาติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: hicombid_1093@hotmail.com
[3]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: jirasak.si@kmitl.ac.th
[4]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 E-mail: thana.ho@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การทดสอบความรู้ด้วยข้อสอบแบบปรนัย ต้องใช้แผ่นกระดาษคำตอบ ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในส่วนของกระดาษคำตอบและเครื่องตรวจข้อสอบ (OMR) ทั้งยังต้องส่งข้อสอบไปตรวจที่เครื่องตรวจข้อสอบและรอผล บทความนี้ได้นำเสนอระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยและแบบสอบถาม ซึ่งสามารถใช้กระดาษธรรมดาเป็นกระดาษคำตอบและทำการประมวลผลกระดาษคำตอบบนเครื่องเว็ปแม่ข่ายผ่านระบบผ่านอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถใช้งานได้จากทุกแห่ง โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องตรวจข้อสอบแบบเก่า นอกจากนั้นระบบนี้ยังออกแบบให้สามารถใช้ในรวบรวมข้อมูลการสำรวจผ่านแบบสอบถามได้โดยไม่ต้องใช้บุคลากรในการนับผลแบบสอบถามอีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบตรวจข้อสอบ ข้อสอบแบบปรนัย แบบสอบถาม

Abstract

Multiple-choice exams will have costs as the answer sheet and optical mark reader machine (OMR). The examination will be waiting for the result from the service unit. This article proposes multiple-choice and questionnaire checking system. The system uses the plain paper as answer sheet, which is processed by the web server. The user can process exam result from anywhere via the Internet and don't need the optical mark reader machine (OMR). Furthermore, the system is also designed to be used with questionnaires without the person to process data.

Keywords: Multiple Choice, Checking System, Questionnaire

1. บทนำ

ในการทดสอบความรู้ที่มีผู้รับการทดสอบจำนวนมาก มักจะเป็นการทดสอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยด้วยกระดาษคำตอบเฉพาะทาง โดยต้องพึ่งพาการใช้งานเครื่องตรวจข้อสอบ (OMR – Optical Mark Reader) ซึ่งมีราคาแพง ในสถานศึกษาบางแห่งอาจมีใช้งานเพียงเครื่องเดียว ทำให้การตรวจข้อสอบต้องส่งไปตรวจที่ส่วนกลาง นอกจากนั้นการใช้งานเครื่องตรวจข้อสอบ จำเป็นต้องใช้กระดาษคำตอบเฉพาะ ซึ่งเป็นกระดาษแข็ง มีราคาที่สูงกว่ากระดาษทั่วไป

บทความนี้จึงนำเสนอทางเลือกในการตรวจข้อสอบแบบปรนัย โดยออกแบบให้ใช้กระดาษ A4 ทั่วไป เป็นกระดาษคำตอบ ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านกระดาษคำตอบได้ นอกจากนั้นได้ออกแบบให้โปรแกรมทำการประมวลผลข้อสอบบนเว็บแม่ข่าย โดยสามารถใช้งานระบบผ่านอินเตอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้สามารถจะใช้งานได้จากที่ใดก็ได้ โดยไม่ต้องใช้เครื่องตรวจข้อสอบอีกต่อไป

นอกจากนั้นยังออกแบบให้สามารถรองรับการประมวลผลเอกสารในรูปแบบแบบสอบถามได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีและการออกแบบ

2.1 ความสามารถของระบบ

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยและแบบสอบถามมีความสามารถดังนี้

- สามารถตรวจข้อสอบ แบบสอบถาม สรุปผลคะแนน โดยบอกจำนวนข้อที่ตอบถูก ข้อที่ตอบผิด และข้อที่ไม่ตอบได้
- สามารถพิมพ์กระดาษคำตอบด้วยกระดาษธรรมดาได้

- สามารถใช้งานกับกระดาษคำตอบ และแบบสอบถามที่ฝนด้วยปากกา หรือฝนด้วยดินสอก็ได้
- สามารถใช้กับข้อสอบที่มีข้อถูกมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ โดยกำหนดวิธีการให้คะแนนได้
- สามารถคะแนนข้อสอบที่ให้น้ำหนักคะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากันได้
- สามารถสร้างเฉลยข้อสอบ โดยใช้การสแกนเฉลยข้อสอบได้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องกำหนดเฉลยทีละข้อ
- สามารถเก็บบันทึกผลลัพธ์ของการตรวจข้อสอบเอาไว้ได้

2.2 ภาพรวมของการออกแบบ

การออกแบบระบบในภาพรวมจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

- **ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน** ทำหน้าที่รับข้อมูล และส่งออกข้อมูลที่ประมวลผลแล้ว โดยทำงานในรูปแบบเว็บ
- **ส่วนเตรียมการประมวลผลภาพ (Preprocessing)** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ปรับภาพที่รับเข้ามาให้เหมาะสมกับการประมวลผล
- **ส่วนประมวลผลข้อมูล** ทำหน้าที่ตรวจและประมวลผลกระดาษคำตอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลคำตอบของผู้สอบแต่ละคน และเก็บลงในฐานข้อมูล
- **ส่วนออกแบบกระดาษคำตอบ และแบบสอบถาม** ทำหน้าที่สร้างแบบฟอร์มกระดาษคำตอบและแบบสอบถาม เพื่อให้การกำหนดจุดอ้างอิงสำหรับการประมวลผลภาพ สามารถทำได้แม่นยำ โดยส่วนของกระดาษคำตอบจะไม่สามารถแก้ไขได้ แต่สามารถกำหนดรายละเอียดของแบบสอบถามได้

2.3 การออกแบบการเตรียมการประมวลผลภาพ

เมื่อส่วนติดต่อผู้ใช้งานรับข้อมูลภาพกระดาษคำตอบจากผู้ใช้ในรูปแบบของ RGB จะต้องผ่านกระบวนการเตรียมการประมวลผลภาพ (Image pre-processing) เพื่อให้ได้ภาพที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลต่อไป โดยมีขั้นตอนย่อยแสดงตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขั้นตอนย่อยในการกระบวนการเตรียมการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 1 สามารถอธิบายขั้นตอน ดังนี้

การแปลงภาพเป็นขาวดำ ขั้นแรกจะแปลงภาพ RGB เป็นภาพเฉดสีเทา จากนั้นจึงทำเทรชโฮลดิง (Thresholding) เพื่อแปลงเป็นภาพขาวดำ โดยหากความสว่างของพิกเซลใดมีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮล จะกำหนดให้เป็นจุดสีดำ ถ้าน้อยกว่าก็ให้เป็นจุดสีขาว

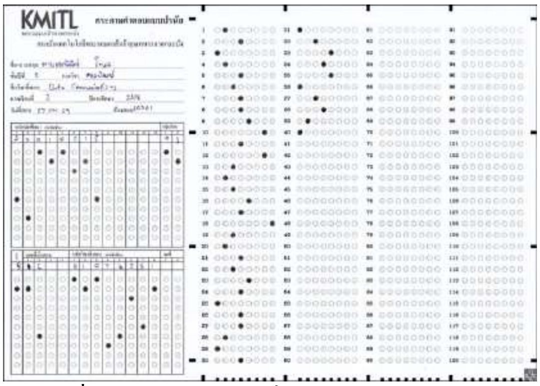
การเติมจุดที่ขาดหายไป โดยใช้วิธีโคลซซิ่ง (Closing) ซึ่งเป็นกระบวน การทำงานด้านรูปทรง (Morphologic Operation) โดยการขยาย (Dilation) แล้วตามด้วยการกร่อน (Erosion) เพื่อลดการขาดหายของเส้นกรอบรอบนอก ซึ่งช่วยเพิ่มความถูกต้องในการทำงานในขั้นตอนต่อไป

การหากรอบหลักของภาพ โดยทำการหาเส้นขอบภาพ โดยจะหาเฉพาะเส้นเค้าโครงรอบนอก (Outer Contour) ของวัตถุทั้งหมดในภาพ แล้วเลือกเส้นเค้าโครงที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งเป็นกรอบหลักของภาพ

การหมุนภาพให้ตรงแนวระดับ โดยการหาพิกัดของมุมทั้งสี่ของเส้นกรอบหลัก จากนั้นหาองศาของภาพที่เอียงไปเมื่อเทียบกับแกนนอน และนำองศาไปหมุนภาพให้ตรง จากนั้นก็ทำการตัด (Crop) ส่วนที่อยู่นอกเส้นขอบออกไป และปรับภาพให้มีขนาดตามที่กำหนด

การตรวจสอบการบิดเบือนของภาพ โดยการตรวจสอบพิกัดมุมทั้งสี่มุมว่าอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ โดยหากมีค่าต่างกันมากกว่าที่กำหนดไว้ จะนำภาพไปผ่านฟังก์ชันเปอร์สเปกตีฟ (Perspective) เพื่อปรับให้ภาพเป็นสี่เหลี่ยม

การตรวจสอบหามุมอ้างอิง เนื่องจากระบบกำหนดให้เครื่องหมาย QR Code ในกระดาษคำตอบเป็นมุมอ้างอิง จึงทำการหาเครื่องหมาย QR Code ที่มุมทั้งสี่ โดยใช้การนับจุดสี ซึ่งมุมอ้างอิงที่ใส่ QR Code จะมีจำนวนจุดสีมากที่สุด โดย QR Code จะต้องอยู่ที่มุมล่างขวา ซึ่งหาก QR Code อยู่ที่มุมบนซ้ายแสดงว่ามีการแสกนเอกสารแบบกลับหัวเข้ามา ก็จะดำเนินการหมุนภาพ 180 องศาอีกครั้ง เพื่อให้ได้ภาพที่เป็นแนวตั้ง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปกระดาษคำตอบที่พร้อมประมวลผลคำตอบ

2.4 การออกแบบการประมวลผลภาพ

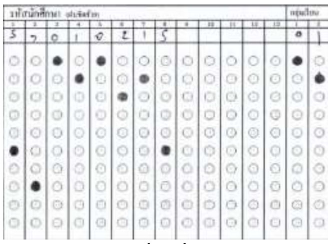
ภาพที่ผ่านกระบวนการเตรียมการประมวลผลภาพแล้ว จะเข้าสู่การประมวลผลคำตอบต่อไป โดยมีขั้นตอนแสดงตามรูปที่ 3

รูปที่ 3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

จากรูปสามารถอธิบายขั้นตอน ดังนี้

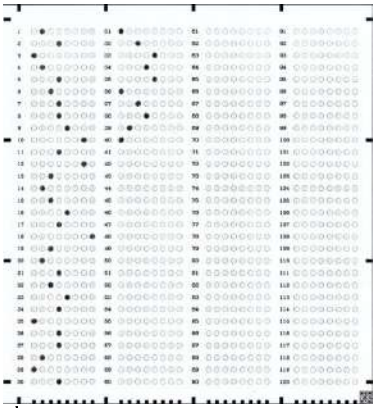
การหากรอบที่ 1 ซึ่งเป็น กรอบรหัสผู้สอบและกลุ่มเรียน โดยจะเป็นกรอบบนด้านซ้ายของภาพ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งรหัสนักศึกษาหรือรหัสประจำตัวประชาชน ดังนั้นจึงกำหนดความยาวของรหัสไว้ไม่เกิน 13 หลัก ส่วน 2 หลักด้านท้าย ให้ฝนกลุ่มเรียน เพื่อใช้ในกรณีที่ข้อสอบแต่ละกลุ่มเรียนไม่เหมือนกัน โดยขั้นตอนการประมวลผลในส่วนนี้จะประกอบด้วย การเติมจุดที่หายไป โดยใช้วิธีโคลสซิ่ง จากนั้นดำเนินการหากรอบรหัสผู้สอบและกลุ่มเรียน โดยใช้จุดมาร์ค (Marker) แถวแรกช่วยอ้างอิง

การหากรอบที่ 2 ซึ่งเป็นรหัสแถว เลขที่นั่งสอบ รหัสวิชาที่สอบ และรหัสชุดข้อสอบ กรณีที่ในห้องเดียวกันมีข้อสอบหลายชุด โดยใช้วิธีเดียวกันกับการหากรอบที่ 1



รูปที่ 4 ส่วนของกรอบที่ 1 ที่ดำเนินการตัดเรียบร้อย

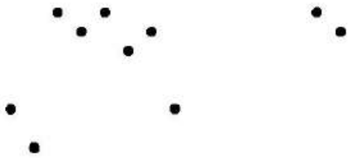
การตัดภาพแต่ละกรอบ เมื่อหากรอบที่ 1 และ 2 แล้วจะตัดภาพ (Crop) ในแต่ละตารางและส่วนของคำตอบเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 5 ส่วนของคำตอบ ที่ดำเนินการตัดเรียบร้อย

การลบให้เหลือคำตอบ จากภาพกรอบที่ 1 กรอบที่ 2 และส่วนของคำตอบ จะนำไปผ่านกระบวนการเทรชโฮลดิ้ง (Thresholding) ตามด้วยการทำโอเพนนิง (Opening) ซึ่งประกอบด้วยการกร่อน (Erosion) แล้วตามด้วยการขยาย (Dilation) ซึ่งจะทำให้เหลือเฉพาะวงกลมที่ฝนของภาพ ตามตัวอย่างในรูปที่ 6

สำหรับส่วนของคำตอบนั้น จะมีการใช้ประโยชน์จากจุดมาร์คด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวา ของกระดาษคำตอบช่วยในการแบ่งส่วนของคำตอบออกเป็นแต่ละคอลัมน์ โดยแต่ละคอลัมน์จะแบ่งออกเป็นส่วนละ 10 ข้อ



รูปที่ 6 ส่วนของภาพที่ผ่านการโอเพนนิง (Opening)

สร้างขอบเขต เนื่องจากแต่ละช่องในตารางจะมีขนาดความสูงของช่องเท่ากันและความกว้างของช่องเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถสร้างขอบเขตของแต่ละช่องได้เลย

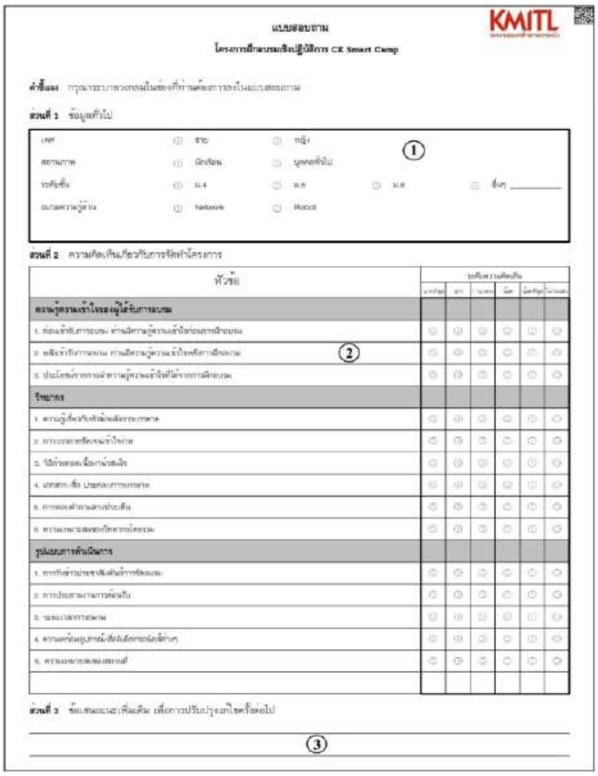
ประมวลผลคำตอบ เมื่อได้ขอบเขตของแต่ละช่องแล้ว จะนำไปผ่านฟังก์ชันฮิสโตแกรม เพื่อนับจุดสีดำในช่อง โดยหลังจากที่ทดลองแล้ว ได้กำหนดเงื่อนไขว่า ถ้ามีจุดสีดำมากกว่า 40 จุด จะหมายถึงมีการระบายในช่องนั้น จากนั้นจะนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเฉลย เพื่อให้ได้ผลคะแนน ข้อถูก ข้อผิด และข้อที่ไม่ตอบต่อไป

2.5 การออกแบบส่วนสร้างกระดาษคำตอบและแบบสอบถาม

เป็นส่วนที่สร้างแบบฟอร์มกระดาษคำตอบและแบบสอบถาม โดยมีเป้าหมายให้เกิดความเที่ยงตรง และกำหนดจุดอ้างอิงในการประมวลผลภาพ โดยสร้างออกมาให้มีการวางตำแหน่งของแต่ละองค์ประกอบที่ตายตัว เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น โดยสร้างขึ้นในรูปแบบของภาพ JPG โดยในส่วนของกระดาษคำตอบของข้อสอบปรนัยจะเป็นแบบฟอร์มมาตรฐาน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแบบฟอร์มได้

สำหรับแบบสอบถาม ผู้ใช้สามารถสร้างแบบสอบถามให้มีข้อความที่ต้องการได้ ตามตัวอย่างในรูปที่ 7 และ 8

รูปที่ 7 หน้าจอที่แสดงการกำหนดรายละเอียดในแบบสอบถาม



รูปที่ 8 แบบสอบถามที่สร้างจากระบบ

3. ผลการทำงาน

ได้ทดสอบกับกระดาษคำตอบที่ใช้ในการสอบจริง จำนวน 115 ฉบับ โดยเมื่ออัปโหลดกระดาษคำตอบ รายชื่อนักศึกษา รวมทั้งกระดาษคำตอบเฉลยเรียบร้อย ระบบใช้เวลาในการประมวลผลทั้ง 115 ฉบับ ในเวลา 2 นาที 42 วินาที่ คิดเป็นความเร็วในการทำงานต่อฉบับ เท่ากับ 1.4 วินาทีต่อฉบับ โดยมีความถูกต้องของการตรวจกระดาษคำตอบเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์

ในการทดสอบความถูกต้อง ได้ทดลองสร้างกระดาษคำตอบที่มีความผิดพลาด โดยได้ฝนหมายเลขจำนวน 2 หมายเลขลงในช่องหนึ่งของรหัสวิชา ระบบก็สามารถแจ้งความผิดพลาดออกมาได้ตามที่กำหนด

สำหรับการประมวลผลแบบสอบถาม ได้ดำเนินการทดสอบกับแบบสอบถามจำนวน 20 ฉบับ โดยใช้เวลาในการประมวลผลเท่ากับ 8 วินาที คิดเป็นความเร็วต่อฉบับ เท่ากับ 0.4 วินาที โดยมีความถูกต้องในการประมวลผลแบบสอบถามเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์ เช่นเดียวกัน

4. สรุป

ระบบตรวจข้อสอบแบบปรนัยและแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบที่มีความถูกต้องในการทำงานสูง มีการทำงานที่รวดเร็วในระดับที่ใช้งานจริงได้ ซึ่งหากมีการนำไปใช้งาน จะช่วยให้หน่วยงานที่นำไปใช้ สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดหากระดาษคำตอบสำหรับข้อสอบแบบปรนัย และลดเวลาในการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ ในการประมวลผลแบบสอบถาม ซึ่งมีการใช้งานกันมากในหน่วยราชการต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] J. W. Nilsson and S. A. Riedel, “Sinusoidal steady-state analysis,” in Electric Circuits, 7th ed.: Prentice Hall, 2005, ch. 9, pp. 380 – 447.

[2] Image Processing in OpenCV, OpenCV, 2016

[3] Next Software, “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล”, [https://nextsoftwares.wordpress.com/2014/05/22/]

[4] รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์, “Geometric Transform” [http://www.ce.kmitl.ac.th/subject.php?action=view&SUBJECT_ID=134]

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์

Design and Construction of Liquid Mixer Machine Controlled by Microcontroller

สันติสุข สว่างกล้า [1] และ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร [1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 โทร 086-412-2995

E-mail: santisuk_06@hotmail.com ,vyapote.sup@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว 12 โวลต์จำนวน 4 ตัวผ่านรีเลย์เพื่อเปิด-ปิดของเหลว 4 ชนิด โดยกำหนดส่วนผสมของเหลวด้วยการกดสวิตช์เลือกส่วนผสมตามต้องการ จอ แอลซีดี จะแสดงผลปริมาณอัตราส่วนผสมของของเหลวแต่ละชนิดที่ต้องการ เมื่อส่วนผสมถูกต้องตามต้องการของเหลวจะไหลลงสู่ภาชนะที่รองรับ ระบบยังมีเซ็นเซอร์ตรวจสอบระดับของเหลวทั้งหมดอีก 4 ชุด เครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์ที่นำเสนอนี้ได้ถูกสร้างขึ้นและถูกทำการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าสมรรถนะการทำงานของเครื่องเป็นที่น่าพึงพอใจ

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์, ของเหลว, โซลินอยด์วาล์ว

Abstract

This paper presents the design and construction of a liquid mixer machine controlled by microcontroller. It controls four 12-volt solenoid valves via 4-way solenoid valves. There are 4-type liquids to mix together by pressing the switch selector. The LCD display shows the amount of required liquid mixture. When the ingredients are suitable, the liquids will flow into the container. In addition, the four liquid level sensors are also available in the system. The proposed liquid mixer machine has been constructed and tested. The results are shown that the performance of the machine is satisfactory.

Keywords: microcontroller, liquid, solenoid valve

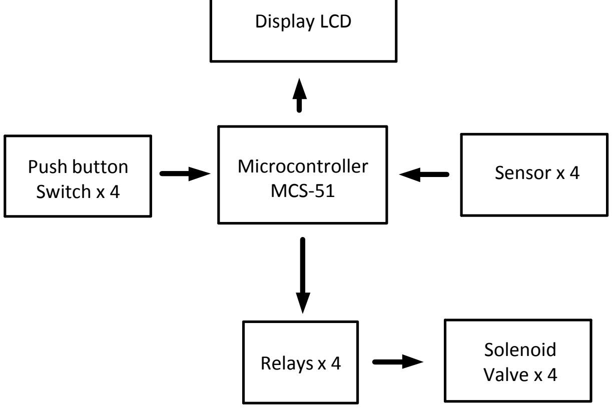
1. บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้คนมากมายเร่งรีบในการธุระต่าง ๆ เครื่องอำนวยความสะดวกถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะทำให้ความสะดวกสบายเป็นไปได้ด้วยดี และในการจำหน่ายน้ำและเครื่องดื่มต่าง ๆ สำหรับผู้ทำธุรกิจรายย่อยต่าง ๆ อย่างเช่นมินิมาร์ทหรือร้านสะดวกซื้อ มีความจำเป็นที่จะต้องให้ลูกค้าบริการตัวเอง เครื่องผสมเครื่องดื่มอัตโนมัติ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ทำธุรกิจรายย่อยต่าง ๆ จึงทำให้เกิดแนวคิดออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์โดยใช้หลักการของกระบวนการควบคุมการจ่ายของเหลวโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์,[1]-[2] เป็นตัวควบคุมในการทำงาน ซึ่งสามารถกำหนดการจ่ายของเหลวให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยที่สามารถกำหนดปริมาณและส่วนผสมของของเหลวได้เองตามต้องการ โดยมีขอบเขตการทำงานดังนี้

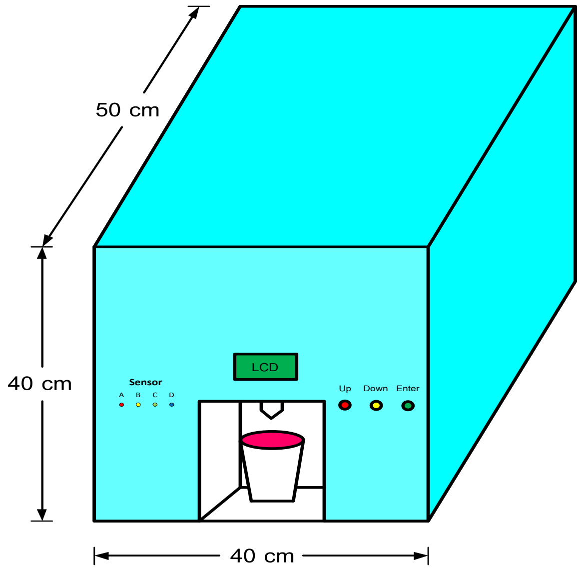
- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุม
- ใช้โซลินอยด์วาล์วควบคุมการเปิด–ปิดของเหลวผ่าน Relay
- ใช้ของเหลว 4 ชนิด
- มีชุดเซนเซอร์ตรวจสอบปริมาณของเหลว
- ปริมาณของเหลวในการทำงาน 1 ครั้งมีปริมาณสูงสุด 396 ซีซี
- ความคลาดเคลื่อน ± 10%

2. การออกแบบและสร้าง

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์ มีบล็อกไดอะแกรมรวมแสดงดังรูปที่ 1 และมีโครงสร้างเครื่องดังรูปที่ 2



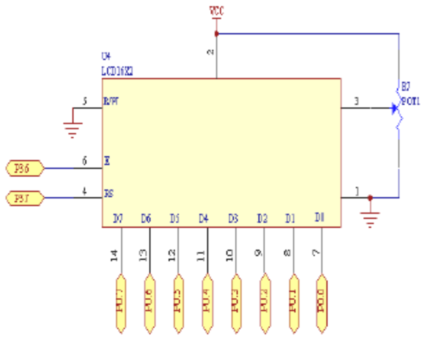
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมรวมที่นำเสนอ



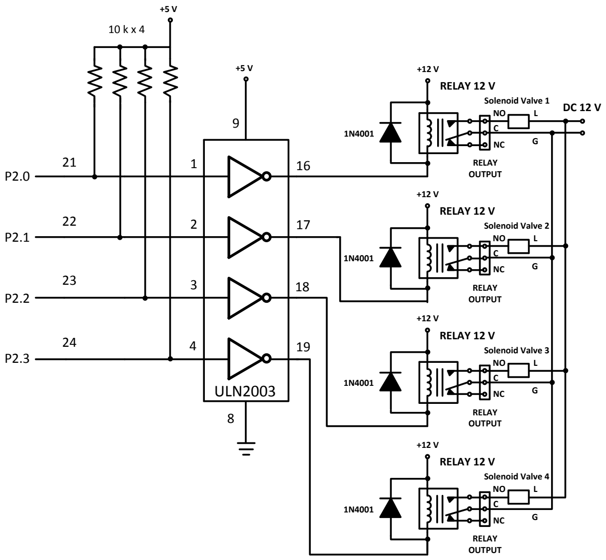
รูปที่ 2 โครงสร้างเครื่องที่นำเสนอ

ระบบควบคุมเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์มีหลักการทำงานดังนี้ ก่อนการทำงานของเครื่องเริ่มต้นโดยการเตรียมของเหลว 4 ชนิดในที่นี้จะใช้ของเหลวที่เป็นน้ำหวาน 3 ชนิดและน้ำโซดาอีก 1 ชนิด ซึ่งจะมีวงจรเซนเซอร์,[3] ตรวจเช็คระดับของเหลวโดยใช้วงจรอินฟราเรดตรวจเช็คของเหลวที่เป็นน้ำหวานและใช้วงจรทรานซิสเตอร์ตรวจเช็คของเหลวที่เป็นน้ำโซดา กรณีที่ของเหลวมีปริมาณต่ำกว่า 10 % ของปริมาณภาชนะที่บรรจุของเหลว ไฟ แอลอีดี แต่ละชนิดของของเหลว จะดับ คือน้ำหวานภาชนะบรรจุ 1.5 ลิตรและน้ำโซดาภาชนะบรรจุ 5 ลิตรส่วนการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์คือเลือกชนิดและปริมาณของเหลวโดยการกดสวิตซ์ Up, Down และ Enter การกำหนดค่าของเครื่องจะจ่ายของเหลวได้สูงสุดชนิดละ 99 ซีซีในการเลือกแต่ละครั้งและเมื่อรวมสูงสุดของการผสมของเหลวทั้ง 4 ชนิดรวมกันในการทำงาน 1 ครั้งจะได้ปริมาณ 396 ซีซี ซึ่งค่าปริมาณต่างๆ จะแสดงผลที่จอ LCD สำหรับการจ่ายน้ำไมโครคอนโทรเลอร์จะสั่งงานให้โซลินอยด์วาล์วจ่ายของเหลวโดยผ่านรีเลย์ ในส่วนของภาคจ่ายไฟของเครื่องจะใช้วงจรบริดจ์ เรคติไฟเออร์จ่ายไฟกระแสตรง +5 โวลต์, +6 โวลต์และ +12 โวลต์

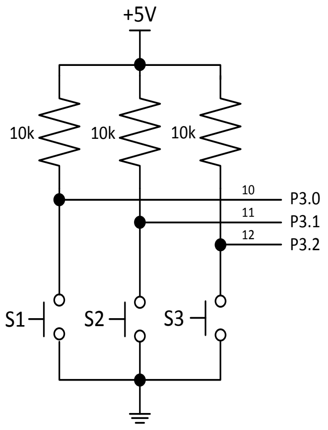
การออกแบบวงจรของระบบควบคุมที่นำเสนอ แยกออกเป็นวงจรย่อยดังนี้ รูปที่ 3 วงจรชุดแสดงผลของจอ LCD, รูปที่ 4 วงจรการต่อ Relay และ Solenoid Valve, รูปที่ 5 วงจรการเชื่อมต่อกับสวิตซ์, รูปที่ 6 วงจรการตรวจจับระดับของเหลวโดยใช้อินฟราเรดและรูปที่ 7 วงจรการตรวจจับระดับของเหลวโดยทรานซิสเตอร์



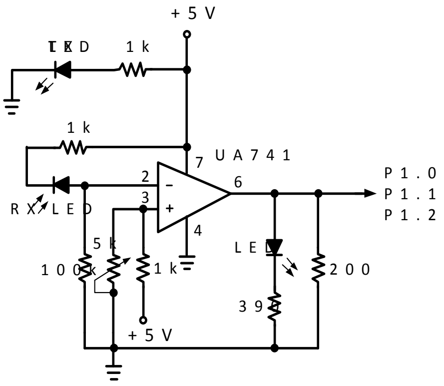
รูปที่ 3 วงจรชุดแสดงผลของจอ LCD



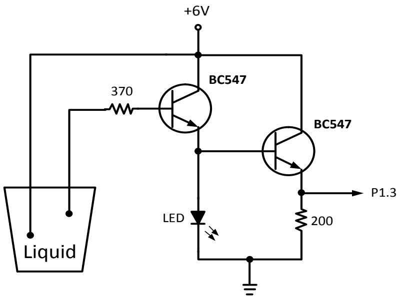
รูปที่ 4 วงจรการต่อ Relay และ Solenoid Valve



รูปที่ 5 วงจรการเชื่อมต่อกับสวิตซ์

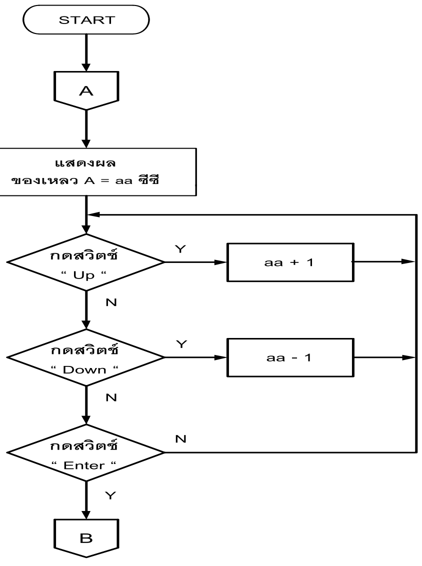


รูปที่ 6 วงจรการตรวจจับระดับของเหลวโดยใช้อินฟราเรด

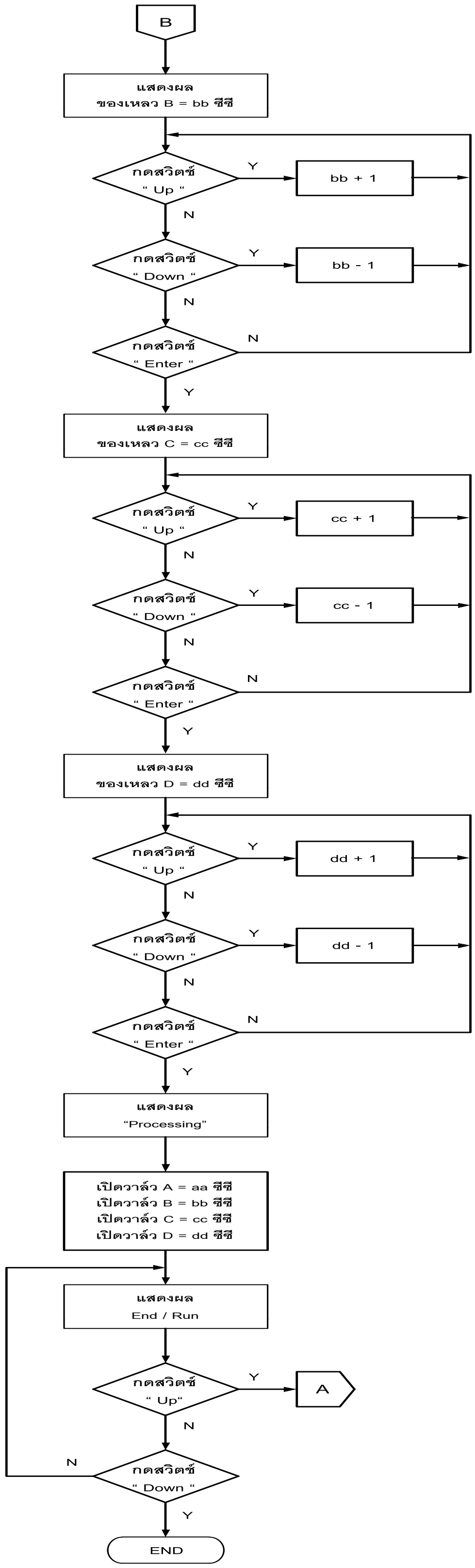


รูปที่ 7 วงจรการตรวจจับระดับของเหลวโดยทรานซิสเตอร์

เครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์มีแผนผังการทำงาน (Flow Chart) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนผังการทำงานที่นำเสนอ



รูปที่ 8 แผนผังการทำงานที่นำเสนอ (ต่อ)

3. การทดลองและอภิปราย

เครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์ ได้ทำการทดลองเพื่อต้องการทราบปริมาณที่กำหนดกับผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องที่จ่ายปริมาณของเหลวตรงตามที่กำหนดหรือคลาดเคลื่อนเพียงใด จากการทดลองโดยกำหนดของเหลว 1 ชนิด, ของเหลวผสม 2 ชนิดและของเหลวผสม 3 ชนิด ชนิด A, B และ C คือน้ำหวาน D คือน้ำโซดา ผลที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 1 ชนิด

ค่าของเหลว ที่ก (cc)	ค่าจริ (cc)				% ค่าความคลาดเคลื่อน (cc)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
10	10	10	10	10	0	0	0	0
20	20	20	20	20	0	0	0	0
30	29	29	29	30	3.3	3.3	3.3	0
40	39	39	39	41	2.5	2.5	2.5	2
50	51	51	51	51	2	2	2	2
60	61	61	61	62	1.6	1.6	1.6	3.3
70	71	71	71	73	1.4	1.4	1.4	4.2
80	82	81	82	83	2.5	1.2	2.5	3.7
90	92	92	91	94	2.2	2.2	1.1	4.4

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 2 ชนิด

คาของเหลว (cc)	ค่าจริ (cc)			% ค่าความคลาดเคลื่อน (cc)		
	A+D	B+D	C+D	A+D	B+D	C+D
10	10	10	10	0	0	0
20	19	19	19	5	5	5
30	31	31	31	3.3	3.3	3.3
40	42	41	42	5	2.5	5
50	52	52	52	4	4	4
60	63	62	62	5	3.3	3.3
70	73	73	73	4.2	4.2	4.2
80	83	84	84	3.7	5	5
90	93	94	94	3.3	4.4	4.4

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 3 ชนิด

คาของเหลว (cc)	ค่าจริ (cc)			% ค่าความคลาดเคลื่อน (cc)		
	A+B+D	A+C+D	B+C+D	A+B+D	A+C+D	B+C+D
10	9	9	9	10	10	10
20	19	19	19	5	5	5
30	29	28	29	3.3	6.6	3.3
40	38	38	38	5	5	5
50	49	48	48	2	4	4
60	58	57	58	3.3	5	3.3
70	68	68	68	2.8	2.8	2.8
80	77	78	77	3.7	2.5	3.7
90	88	88	88	2.2	2.2	2.2

จากผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 1 ชนิด ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของ A = 1.7%, B = 1.5%, C = 1.6% และ D = 2.1% ผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 2 ชนิด ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของ A+D = 3.7%, B+D = 3.5%, และ C+D = 1.6% และผลการทดลองการทำงานขณะกำหนดปริมาณของเหลวจำนวน 3 ชนิด ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของ A+B+D = 4.1%, A+C+D = 4.7%, และ B+C+D = 4.3%

4. สรุป

จากการทำงานของเครื่องผสมของเหลวควบคุมโดยไมโครคอนโทรเลอร์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ เมื่อทำการทดลองใช้งานจริงพบว่าผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.5 – 4.7 % เครื่องสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้การทดลองยังเพิ่มปริมาณการจ่ายน้ำในปริมาณสูงสุดที่ 396 ซีซี ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยยังคงต่ำกว่า 10 % เครื่องนี้เป็นเครื่องต้นแบบยังควรพัฒนาปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเป็นลำดับต่อไป อาทิเช่น เปลี่ยนโซลินอยด์วาล์วเป็นปั๊มน้ำเป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ไกรวุฒิโรจน์ ประเสริฐสุด, ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น (มหาชน), 2539

[2] อุทัย สุขสิงห์, ไมโครโปรเซสเซอร์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547

[3] วิศรุต ศรีรัตนะ, เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2550

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9
9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน

Multiple Sourcing Agricultural Products Dryers

บุญเลิศ โพธิ์ขำ[1] บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์[2] วีระ รัตนงาม[2] และวีรธรรม ไชยยงค์[2]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม
ถนนนิตโย ตำบลหนองญาติ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000โทรศัพท์ 042-503777 E-mail: p.boonlert@hotmail.co.th
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม
ถนนนิตโย ตำบลหนองญาติ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000โทรศัพท์ 042-503777
E-mail: y_iam@npu.ac.th, weera@npu.ac.th, weerathum@npu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน โดยใช้วัสดุที่นำมาทดสอบ 3 อย่าง ได้แก่ เนื้อหมูสด น้ำหนัก 1,000 กรัม กล้วยน้ำว้าน้ำหนัก 1,000 กรัมและพริกสด น้ำหนัก 500 กรัม เปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่ได้ของวัสดุที่นำมาทำการทดลอง โดยการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องอบแห้งและอบแห้งโดยใช้แสงจากธรรมชาติ ซึ่งมีการทดสอบดังนี้ อบด้วยเครื่องอบแห้ง เนื้อหมูสดมีค่าความชื้นเท่ากับ 34.3 % กล้วยน้ำว้ามีค่าความชื้นเท่ากับ 30.2 % และพริกสดมีค่าความชื้นเท่ากับ 20 % ทดสอบตากแดดแบบเปิดทั่วไป เนื้อหมูสดมีค่าความชื้นเท่ากับ 69.8 % กล้วยน้ำว้ามีค่าความชื้นเท่ากับ 72.9 % และพริกความชื้นที่ 75.2 %

คำสำคัญ: เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร, พลังงานแบบผสมผสาน, ความชื้นของอาหาร

Abstract

This paper describes how to initials multiple sourcing agricultural products dryers. We tested 3 products (pork, banana and chilly) for find out and comparison performance between normal dryers and multiple sourcing agricultural products dryers. Result is the multiple sourcing agricultural products dryers can reduce double humidity times more than normal dryers. The multiple sourcing agricultural products dryers 's humidity foods report show pork = 34.3%, banana = 30.2% and chilly = 20%. In addition, normal dryers 's humidity foods report show pork = 69.8%, banana = 72.9% and chilly = 75.2%.

Keyword: agricultural dryers, multi sourcing, humidity foods

1. บทนำ

พลังงานความร้อนที่ได้รับจากรังสีอาทิตย์มาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เมื่อใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ ประเทศไทยมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการนำพลังงานรังสีอาทิตย์มาใช้งานด้านความร้อน เนื่องจากมีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี เฉลี่ยวันละ 18 MJ/m2 หรือคิดเป็น 5.05 kW/hrs. ซึ่งเพียงพอในการนำไปใช้งานด้านความร้อน[1]

การทำให้แห้งเป็นวิธีการหนึ่งของการถนอมอาหารที่มนุษย์ใช้กันมาเป็นระยะเวลายาวนาน การตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์โดยตรง อาจมีสิ่งเจือปนติดมากับอากาศ แต่ด้วยประเทศไทยเป็นประเทศที่ได้รับแสงแดดในปริมาณมาก จึงเหมาะที่จะถนอมอาหารด้วยวิธีการตากแห้งเพราะสะดวก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย แต่ยากที่จะควบคุมคุณภาพอาหารให้ถูกสุขลักษณะ ปราศจากสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น หรือการรบกวนจากสัตว์ เช่น แมลงวัน เป็นต้น โดยทั่วไปการอบแห้งจะเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่อากาศร้อนและแห้ง[2]

การออกแบบและสร้างเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรพลังงานแบบผสมผสาน จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาข้างต้น โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบให้สามารถใช้พลังงานร่วมกันซึ่งได้แก่พลังงานจากแสงอาทิตย์เมื่อมีแดดโดยส่องผ่านแผ่นกระจกในตู้อบและส่องไปยังผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งได้แก่ หมูสด กล้วยน้ำว้าและพริกสด เพื่อให้ความร้อนและอุณหภูมิที่เหมาะสม และระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและส่งข้อมูลไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อควบคุมและรักษาระดับอุณหภูมิไว้ในระดับคงที่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การคำนวณหาค่าความร้อน

จากวัสดุที่จะเลือกใช้ทำตู้อบ จึงทำการเลือกวัสดุทดสอบที่จะทำเป็นตู้อบขนาดไม่เกิน 20x20 ตารางนิ้ว คือ สังกะสี จากการคำนวณพลังงานความร้อนของสังกะสี 2 kg ที่มีค่าความร้อนจำเพาะ 390 J/kg°C

ทำให้อุณหภูมิของสังกะสีเพิ่มขึ้นจาก 25°C เป็น 65°C มีพลังงานความร้อน เป็น $Q = mC\Delta T$ = 2x390x40 = 31200 J โดยใช้เวลาเท่ากับ 18 นาที คิดเป็น กำลังได้ 31200/(60x18) = 28.88W เหล็ก จากการคำนวณพลังงานความร้อนของสังกะสี 2 kg ค่าความร้อนจำเพาะ 500 J/kg°C ที่ทำให้อุณหภูมิของสังกะสีเพิ่มขึ้นจาก 28°C เป็น 65°C มีพลังงานความร้อนเป็น $Q = mC\Delta T$= 2x500x37= 37000 J โดยใช้เวลาเท่ากับ 15 นาที คิดเป็นกำลังได้37000/(60x15)=41.11W

2.2 การหาความชื้นของวัสดุเกษตรและอาหาร

การหาความชื้นของวัสดุเกษตรและอาหารแบบได้ออกเป็น 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานเปียกและ มาตรฐานแห้ง เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกหาได้จากอัตราส่วนของมวลของน้ำในอาหารต่อมวลชื้นของอาหาร ดังสมการที่ 1[3]

$$M_w = \frac{(w-d)}{w} X\, 100 \quad (1)$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก
w คือ มวลของความชื้น
d คือ มวลแห้งของวัสดุ

3. การออกแบบและการทดลอง

3.1 ออกแบบโครงสร้างตู้อบแสงอาทิตย์ปรับอุณหภูมิ

การออกแบบเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน นั้นจะต้องใช้หลักการการอบแห้งเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการอบแห้งให้ได้มากที่สุด ซึ่งการอบแห้งจะอาศัยการระเหยของน้ำออกจากวัตถุโดยหลักการของการระเหย คือ ความชื้นต่ำ อุณหภูมิสูง ตู้อบแสงอาทิตย์จะอาศัยหลักการตู้เรือนกระจก ให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านกระทบพื้นโลหะแล้วเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในตู้สูงขึ้น ทำให้วัตถุภายในตู้เกิดการระเหยน้ำให้กลายเป็นไอออกจากวัตถุโดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสานดังรายละเอียดต่อไปนี้

โครงสร้างเป็นเหล็กสูง 110 cm กว้าง 100 cm ยาว 80 cm ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ ได้แก่ Arduino ไมโครคอลโทรลเลอร์ คือมีหน้าที่คิดคำนวณทางคณิตศาสตร์คำนวณทางลอจิกสั่งการมีส่วนความจำเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหรือประมวลผลต่างๆ[4] Relay เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีระดับกำลังไฟฟ้าสูงกว่าระดับที่ใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งก็คือ Arduino Board โดยจะทำงานที่ระดับแรงดันแค่ 3-5 โวลต์เท่านั้นส่วนกระแสที่สามารถจะจ่ายได้ก็อยู่ไม่เกิน 300 แอมป์ [5] เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ หรือความชื้นในบริเวณที่ใช้งาน เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับ Microcontroller ก็จะทำให้ระบบมีความสามารถมากมาย ตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น การประยุกต์ใช้งานตู้อบพริกแห้ง[6] หรือผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นต้น

รูปที่ 1 เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานผสมผสานเพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้อบ อุณหภูมิภายในตู้อบ และความเข้มของแสง ในขณะที่ยังไม่มีวัสดุทดสอบภายในตู้

ตารางที่ 1 การทดสอบอุณหภูมิภายในและภายนอกเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแสงอาทิตย์

เวลา	อุณหภูมิ (°C)		ความเข้มของแสง (ลักซ์)
	ภายในตู้อบ	ภายนอกตู้อบ	
8.00 น.	57.4	26	44,630
9.00 น.	57.5	26	46,760
10.00 น.	57.1	27	40,740
11.00 น.	59.6	28	51,450
12.00 น.	59.9	28	52,850
13.00 น.	60.8	28	52,640
14.00 น.	63.6	29	49,180
15.00 น.	58.78	27	48,470
16.00 น.	57.89	26	48,160
17.00 น.	56.32	25	44,685
18.00 น	55.38	24	44,660

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบพบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสานมีค่าระหว่าง 57.1 °C – 63.6 °C อุณหภูมิภายนอกตู้จะอยู่ระหว่าง 26°C – 29 °C และความเข้มของแสง มีค่าระหว่าง 44,630 - 52,850

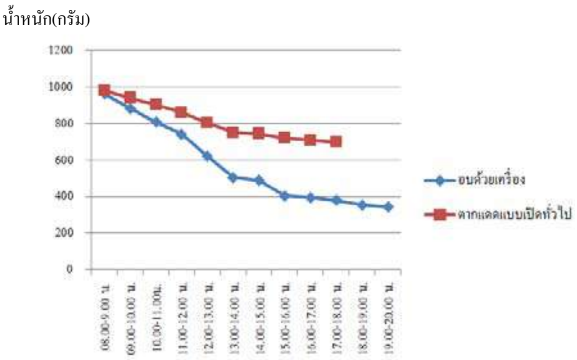
รูปที่ 2 ไดอะแกรมการทำงาน เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร จากพลังงานแบบผสมผสาน

จากรูปที่ 2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Ariduino UNO สำหรับควบคุมเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรฯ เพื่อรักษาระดับความร้อนภายในตู้อบ หากอุณหภูมิภายในต่ำกว่าที่กำหนดไว้คือ 50 °C ฮีตเตอร์จะเริ่มทำงานและทำให้เกิดความร้อนภายในตู้ เมื่ออุณหภูมิภายในตู้สูง60 °C ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการควบคุมให้พัดลมทำงานเพื่อระบายความร้อนสำหรับลดอุณหภูมิภายในตู้อบฯ

3.2 การทดสอบอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

ผลการทดสอบโดยการใช้เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสานซึ่งวัสดุที่นำมาทดสอบมี 3 อย่าง ได้แก่ เนื้อหมูสดน้ำหนัก 1,000 กรัม กล้วยน้ำว้าน้ำหนัก 1,000 กรัม พริกสดน้ำหนัก 500 กรัม การทดสอบต้องการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่ได้ของวัสดุที่นำมาทำการทดลองในการอบ ระหว่างอบแห้งโดยใช้เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ และอบแห้งโดยใช้แสงจากธรรมชาติ โดยมีการทดสอบดังนี้

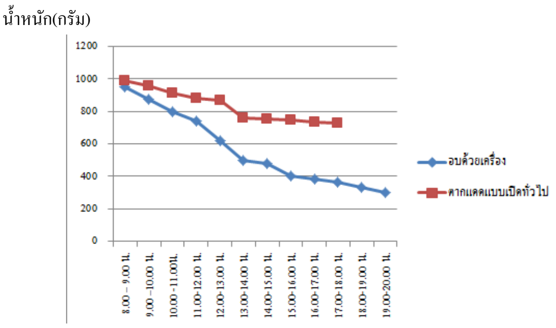
การทดสอบอบเนื้อหมูสด น้ำหนัก 1,000 กรัม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.และใช้พลังงานไฟฟ้าอบต่อตั้งแต่เวลา 18.00-20.00 น. รวมเวลาทดสอบ 12 ชั่วโมงกำหนดเงื่อนไข ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ 50 °C ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผลการทดสอบการอบเนื้อหมูสด น้ำหนัก 1,000 กรัม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 3 ผลการทดสอบอบเนื้อหมูสดพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 ชั่วโมง น้ำหนักหมูสด มีค่าอยู่ที่ 378 กรัมและเมื่ออบต่อด้วยพลังงานไฟฟ้า ทำให้ได้หมูอบแห้งที่น้ำหนัก 343 กรัม ความชื้นของเนื้อหมู มีค่าเท่ากับ 34.3 % และการตากแดดแบบเปิดทั่วไปหมูมีน้ำหนัก 698 กรัมและมีความชื้นที่ 69.8 %

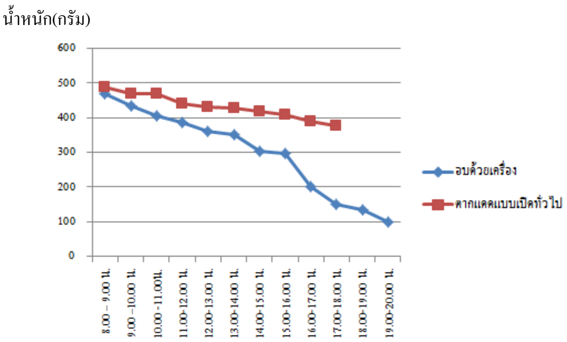
การทดสอบอบกล้วยน้ำว้าน้ำหนัก 1,000 กรัม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.และใช้พลังงานไฟฟ้าอบต่อตั้งแต่เวลา 18.00-20.00 น. รวมเวลาทดสอบ 12 ชั่วโมง กำหนดเงื่อนไขควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ 50 °C ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลการทดสอบอบกล้วยน้ำว้าน้ำหนัก 1,000 กรัมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 4 ผลการทดสอบ อบกล้วยน้ำว้า พบว่า พลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 ชั่วโมง น้ำหนักกล้วยน้ำว้า มีค่าอยู่ที่ 365 กรัมและเมื่ออบต่อด้วยพลังงานไฟฟ้า ทำให้ได้หมูอบแห้งที่น้ำหนัก 302 กรัม ความชื้นของกล้วยน้ำว้า มีค่าเท่ากับ 30.2 %และการตากแดดแบบเปิดทั่วไป กล้วยน้ำว้า มีน้ำหนัก 729 กรัมและมีความชื้นที่ 72.9 %

การทดสอบอบพริกสด น้ำหนัก 500 กรัม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.และใช้พลังงานไฟฟ้าอบต่อตั้งแต่เวลา 18.00-20.00 น. รวมเวลาทดสอบ 12 ชั่วโมง กำหนดเงื่อนไขควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ 50 °C ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 5



รูปที่ 5 ผลการทดสอบ อบพริกสด น้ำหนัก 500 กรัม โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 5 ผลการทดสอบอบพริกสดพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 ชั่วโมง น้ำหนักพริก มีค่าอยู่ที่ 150 กรัมและเมื่ออบต่อด้วยพลังงานไฟฟ้า ทำให้ได้พริกแห้งที่น้ำหนัก 100 กรัม ความชื้นของพริก เท่ากับ 20 % และการตากแดดแบบเปิดทั่วไป พริกมีน้ำหนัก 376 กรัมและมีความชื้นที่ 75.2 %

4. สรุป

การทดสอบอุณหภูมิภายในและภายนอกเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแสงอาทิตย์พบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสานมีค่าระหว่าง 57.1 °C – 63.6 °C อุณหภูมิภายนอกตู้จะอยู่ระหว่าง 26 °C – 29 °C และความเข้มของแสง มีค่าระหว่าง 44,630 - 52,850

จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าการตากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรแบบทั่วไป สามารถตากได้ประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน หากวันใดสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น ฝนตก ท้องฟ้ามืดครึ้ม อาจส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทางการเกษตรได้ เช่นปัญหาเชื้อราในพริกแห้ง ทั้งยังเกิดการปนเปื้อนจากการรบกวนของแมลง ฝุ่นละออง ส่งผลต่อคุณภาพโดยตรง ในแง่ของความชื้นพบว่า การใช้เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสาน สามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้มากกว่า จึงทำให้สามารถให้ผลิตได้มากกว่าการใช้วิธีการแบบเดิมๆ เครื่องอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากพลังงานแบบผสมผสานจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงและผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขของการออกแบบ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนครพนม ให้การสนับสนุนงบประมาณทุนวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] วรวัช พาหา ดร.สุชาติ แย้มเม่น และดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์. (2559). ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ โดยใช้พลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์และก๊าซปิโตรเลียมเหลว. The National and International Graduate Research Conference. หน้า 184.

[2] คู่มือการพัฒนาและการลงทุนการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2559). [Online]. Available: http://www.dadjar.solar/attachments/view/?attach_id=86647

[3] บัณฑิต กฤตาคม ปฏิวัติ วรามิตร นันทวัฒน์ วีระยุทธ อำไพศักดิ์ ทีปุญญมา และโสภณ สินสร้าง. (2556). แบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อน. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[4] เดชฤทธิ์ ไชยสิทธิ์ วิทวัส ดวนใหญ่ ธนิตย์ จันทมาศ และ กนิษฐา อินธิชิต. (2559). การพัฒนาแบบจาลองฟาร์มเห็ดอัตโนมัติบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2

[5] มงคล พรหมเทศ. (2552). หนังสืองานไฟฟ้าทั่วไป. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.

[6] สมหวัง อริสริยวงศ์. (2553). ต้นแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสาหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น

Design and Construction of Butter and Jam sheet Mixer Machine.

กฤษณะ สมควร , ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ , กมล บุญล้อม, อธิคม ศิริ , เสกสรรค์ วินยางค์กูล ,ไกรสร แก้วจันทร์เป็ง ,ธเนศ คณะดี และเสกสรร วงศ์สม

ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

80 หมู่ 9 ถนน พหลโยธิน อ. เมือง จ.เชียงราย 57100 โทรศัพท์: 053-776395 ต่อ 111 E-mail: kamol_boon@yahoo.com

บทคัดย่อ

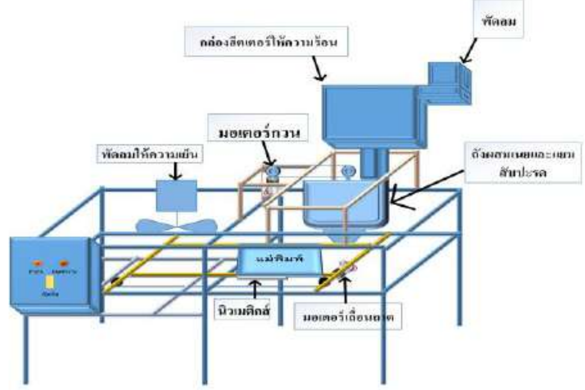
การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตอาหารสำเร็จรูป เพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการและช่วยเพิ่มอัตราการผลิตให้มากขึ้น สามารถลดระยะเวลาในการทำงานและการใช้แรงงานได้ จึงนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 2560ADK เข้ามาใช้ควบคุมในการผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่สร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่นที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ โดยเครื่องจะทำการกวนเนยและแยมสับปะรดผสมให้เข้ากันโดยการให้ความร้อนควบคู่กับการผสม จากนั้นเครื่องจะทำการเทเนยและแยมสับปะรดที่ผสมใส่ลงในแม่พิมพ์ แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมด้วยความเย็นโดยใช้พัดลมในการนำพาความเย็นออก จากผลการทดลองการผสมเนยและแยมที่ปริมาณน้ำหนัก 5 กิโลกรัม และที่อุณหภูมิ 60 °C สามารถหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง 43 นาที และใช้เวลาในการเทลงแม่พิมพ์ของเนยผสมแยมสัปปะรดแบบแผ่นใช้เวลาเฉลี่ย 34 วินาทีต่อ 1 แผ่น ที่มีน้ำหนักประมาณ 250 กรัมต่อ 1 แผ่น และใช้เวลาในการขึ้นรูปด้วยความเย็นของพัดลมโดยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 60 นาที จึงจะได้เนยผสมแยมสับปะรดแยมที่อยู่ตัว โดยเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสามารถนี้ลดระยะเวลาในการใช้แรงงานคนในการกวน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกวนผลไม้ชนิดอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรเลอร์, เครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น

Abstract

The technology is used to produce delicatessen foods to achieve the desired quality and increase production rates. It can reduce the working time and labor. The microcontroller is used to control the production of butter, pineapple jam mix finished sheet. Therefore, the researcher has the idea to create a machine to produce pineapple jam mixture finished control panel with automatic embedded robot. By mixing butter and pineapple jam together. Then pour the tray. Then form a rectangular plate with the cooling fan automatically. Based on the experimental results, stirring at 5 kilograms and 60 degree temperature can reach an average of 1:43 hours and take an average time of 0:34 seconds using 250 grams of jam and take up time. Cool by the fan with a total of 60 minutes to get butter jam, pineapple jam is very good. Pineapple jam maker can reduce labor time in stirring can be applied to other fruits in the future.

Keywords: Autonomous Embedded Automated Control, Buttermilk Jam Mixing Machine



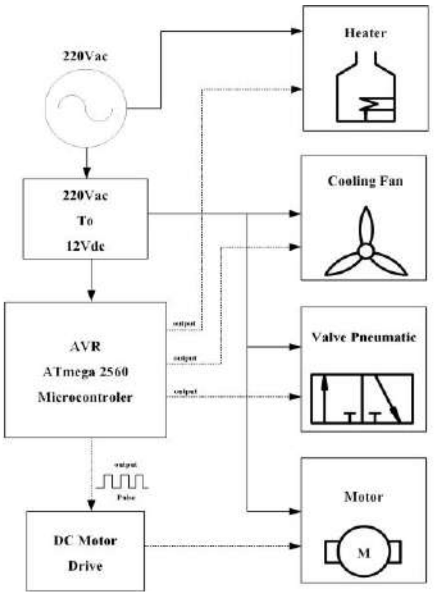
รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น

1. บทนำ

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการแปรรูปสับปะรดด้วยวิธีการกวนด้วยมือ คือ ต้องใช้กำลังคนในการกวนหรือเคี่ยวอยู่อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา โดยการนำเอาเฉพาะเนื้อของสับปะรดที่สุก มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปใส่ในกระทะตั้งบนเตาไฟกวนหรือเคี่ยวในอุณหภูมิที่เหมาะสม นำไปผึ่งแดดประมาณ 2 - 3 รอบ เพื่อให้เนื้อสับปะรดเหนียวจนเป็นแผ่นเดียวกันเนื่องจากต้องกวนให้สม่ำเสมอเพื่อไม่ให้เนื้อสับปะรดไหม้ ซึ่งสับปะรดจะใช้เวลาในการกวนนานถึง 4 ชั่วโมงทำให้ต้องใช้แรงงานในการแปรรูปและใช้เวลามากในการแปรรูปอาหาร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่สร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่นขึ้นมา เพื่อการแก้ปัญหาของการใช้แรงงานคน เรื่องของกระบวนการการผลิตต้องมีความรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการทำงานและแก้ปัญหาในการใช้แรงงานคนในการกวน

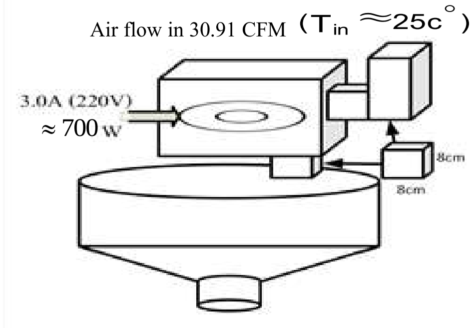
และสามารถกวนเนยผสมแยมสับปะรดแบบแผ่นได้ครั้งละ 3-5 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2 โดยอาศัยไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino 2650ADK เป็นหน่วยควบคุมส่วนกลางเพื่อสั่งการให้เครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดทำงานแบบอัตโนมัติ โดยเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น จะทำการกวนเนยและแยมสับปะรดให้เข้ากันจนได้ที่ และเทเนยและแยมสับปะรดที่ผสมใส่ลงในแม่พิมพ์ แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมด้วยความเย็นโดยใช้พัดลมในการนำพาความเย็นออก



รูปที่ 2 ไดอะแกรมวงจรของการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น

2. การออกแบบเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรด

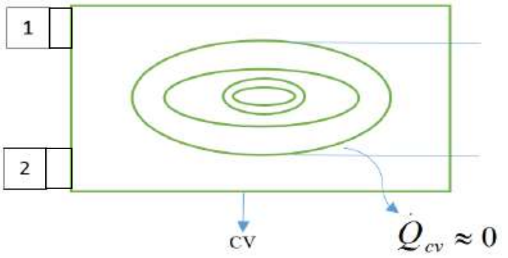
ในการออกแบบเครื่องนั้นจะพิจารณารูปแบบของความร้อนที่จ่ายให้แก่เครื่องโดยซึ่งจะใช้หาค่าของอุณหภูมิภายในห้อง และที่ทางออก พร้อมกับเวลาที่ใช้ในการในการกวนผสมเนยผสมแยมสับปะรด โดยรูปแบบของเครื่องที่ได้ทำการออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบการให้ความร้อน

พิจารณาอัตราการไหลของพัดลมที่รอบคงที่ N = 2,600 rpm พัดลมรุ่น DF0802512SEM ซึ่งมีอัตราการไหลที่ 30.91 CFM ได้เท่ากับ 0.875 m^3/min

พิจารณาอุณหภูมิที่สูงขึ้นหลังจากออกที่ขดลวดความร้อนภายในห้องให้ความร้อนดังแสดงในรูปที่ 4 โดยพิจารณาจากสมการพลังงานสำหรับระบบเปิดที่อัตราการไหลคงที่ ($\dot{m} = c$)



รูปที่ 4 การให้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์

โดยที่ $V_i \approx V_e$ และ $Z_i \approx Z_e$ และ $\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out}$

จะได้ว่า

$$\dot{Q}_{cv} + \dot{m}_i\left(h_i + \frac{v_i^2}{2} + gz_i\right) = \dot{W}_{cv} + \dot{W}_e\left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e\right) \quad (1)$$

$$h_e = h_i + \frac{\dot{W}_{cv}}{m_e} \quad (2)$$

จากตารางอากาศ ที่อุณหภูมิ

$$25^{\circ} + 273.14^{\circ} \approx 298.14^{\circ} = 298k$$

จะได้ค่า

$$he = 2998.18\ {}^{kJ}/_{kg}\left(\begin{matrix} Pr = 1.3543 \\ Vr = 631.9 \end{matrix}\right)$$

หา $\dot{m}_e$ จากอัตราการไหลที่คงที่ 0.875 $\frac{m^3}{s}\frac{min}{60s}$

$$\dot{\forall} = 0.0146\frac{m^3}{s}$$

ความหนแน่นจาก $25^{\circ}c \approx$ จะได้ $\rho = 1.184\ {}^{kg}/_{m^3}$

$$\dot{m} = \dot{\forall} = 0.0146(1.184)\frac{m^3}{s}\frac{kg}{m^3}$$

$$= 0.0172\ {}^{kg}/_{s}$$

จะได้

$$h_e = h_i + \frac{\dot{W}_{cv}}{\dot{m}_e} \quad (3)$$

ดังนั้น

$$h_e = 338.87\ {}^{kJ}/_{kg}$$

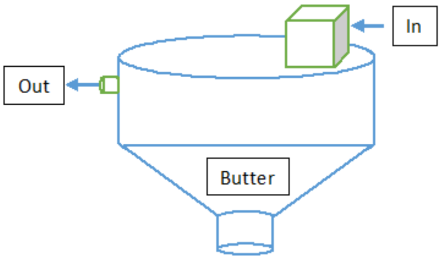
จากตาราง

$$\frac{T_e - 330}{340 - 300} = \frac{338.87 - 330.34}{340.42 - 330.34}$$

$$T_e = 338.53K$$

$$\approx T_e = 65.4^{\circ}C$$

เมื่อพิจารณาการไหลของอากาศที่เข้ามาในห้องกวนดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การออกแบบถังกวน

เมื่อพิจารณาค่าเรนโนร์นัมเบอร์

$$Re = \frac{4\dot{m}}{\mu\pi D}, \quad Re = \frac{4(0.0172)\times10^{5}}{2.022\pi(0.455)} = 2,380$$

3300<Re<10,000 โดยจะมีรูปแบบการไหลในช่วง transitional

$$L_m \approx 10D = 1010.455 = 4.55$$

$$\text{และ } T_s = 20^{\circ}c$$

$$L = 0.15 \begin{array}{l} < Ln, lamina \\ < Ln, turbulent \end{array}$$

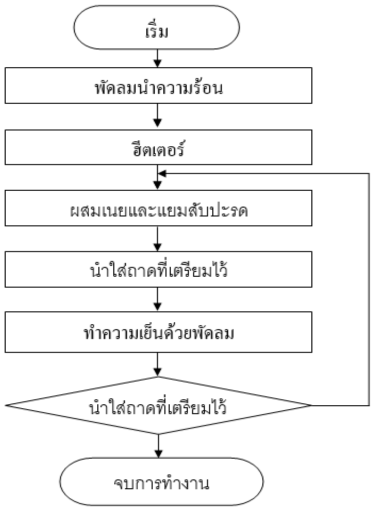
จากสมการของการหาค่านัทเซลนัมเบอร์

$$N_u = \frac{hD}{k} = 3.66 + \frac{0.65\left(\frac{D}{L}\right)RcPr}{1+0.04\left[\left(\frac{D}{C}\right)RcPr\right]^{\frac{2}{3}}} = 12.83\frac{W}{m^2C^{\circ}}$$

$$\dot{Q} = hAs\Delta As = 191.3W$$

โดยมีเวลาประมาณ $$t = \frac{m_B LH(1000)}{\dot{Q}} = 5.227min$$

3. หลักการทำงาน

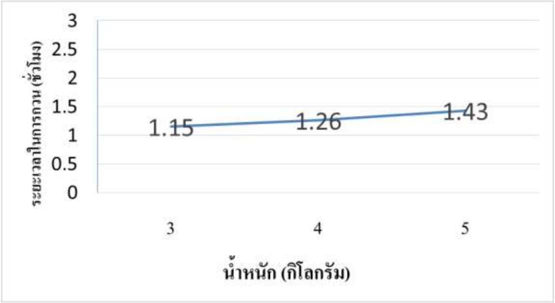


รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น

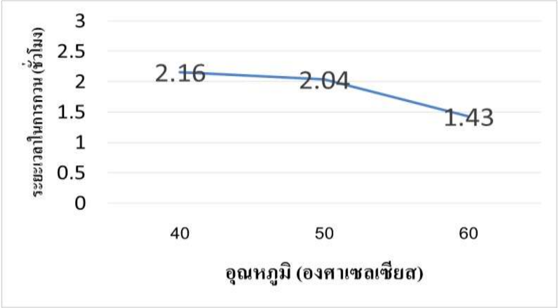
จากรูปที่ 6 การทำงานของเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับปะรดสำเร็จรูปแบบแผ่น มีการทำงานโดยเริ่มจากพัดลมเป่านำความร้อนจากฮีตเตอร์ลงไปในถังกวนเนยและแยมสับปะรด โดยมีมอเตอร์ขนาด 24VDC ความเร็ว 150 รอบต่อนาที ทำหน้าที่ปั่นหรือกวนเนยและเนื้อสับปะรดให้มีความละเอียดจนเหนียวกลายเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเครื่องจะทำการเปิดวาวล์ด้วยนิวเมติกส์(Pneumatic) เพื่อทำการเทเนยที่ผสมเสร็จลงในแม่พิมพ์แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมด้วยการใช้พัดลมเป่านำความร้อนออกทำให้เนยเย็นตัวลงและมีความเหนียวขึ้นรูปเป็นแผ่น แล้วปล่อยออกจากแม่พิมพ์ด้วยวาวล์นิวเมติกส์(Pneumatic) ใส่ถาดที่เตรียมไว้ และสิ้นสุดขั้นตอนการทำงาน

4. ผลการทดลอง

จากรูปที่ 7 ผลการทดลองการกวนเนยผสมแยมสับปะรดจำนวนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 15 นาที การกวนเนยผสมแยมสับปะรดจำนวนน้ำหนัก 4 กิโลกรัม มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 1ชั่วโมง 26 นาที และการกวนเนยผสมแยมสับปะรดจำนวนน้ำหนัก 5 กิโลกรัม มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 43 นาที



รูปที่ 7 กราฟค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการกวนเนยผสมแยมสับปะรด



รูปที่ 8 กราฟค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการกวน

จากรูปที่ 8 ผลการทดลองการใช้อุณหภูมิ 40 °C ในการกวนเนยผสมแยมสับปะรด มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 16 นาที การทดลองการใช้อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 4 นาที

และการทดลองการใช้อุณหภูมิ 60 °C มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 43 นาที

จากรูปที่ 9 ผลการทดลองการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดในปริมาณ 100 กรัม มีค่าเวลาในการกวนเฉลี่ย 21 วินาที ผลที่ได้ เนยที่ทำการผสมมีขนาดที่ไม่เต็มแผ่น ทำการทดลองการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดในปริมาณ 150 กรัม มีค่าเวลาในการปล่อยเฉลี่ย 25 วินาที ผลที่ได้เนยที่ทำการผสมมีขนาดที่ไม่เต็มแผ่น การทดลองการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดในปริมาณ 200 มีค่าเวลาในการปล่อยเฉลี่ย 30 วินาที ผลที่ได้ เนยที่ทำการผสมมีขนาดพอดีแผ่น การทดลองการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดในปริมาณ 250 กรัม มีค่าเวลาในการปล่อยเฉลี่ย 34 วินาที ผลที่ได้เนยที่ทำการผสมมีขนาดพอดีแผ่น การทดลองการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดในปริมาณ 300 กรัม มีค่าเวลาในการปล่อยเฉลี่ย 40 วินาที ผลที่ได้เนยที่ทำการผสมมีขนาดล้นแผ่นแม่พิมพ์

รูปที่ 9 กราฟค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดและการขึ้นรูปเนยผสมแยมสัปปะรดด้วยความเย็นโดยการใช้พัดลมนำพาความร้อน

จากรูปที่ 9 การขึ้นรูปเนยผสมแยมสัปปะรดด้วยความเย็นโดยการใช้พัดลมนำพาความร้อนในเวลา 20 นาที เนยผสมแยมสับปะรดที่ทำการขึ้นรูปยังไม่แข็งตัว ทำการขึ้นรูปเนยผสมแยมสัปปะรดด้วยความเย็นเวลา 30 นาที เนยผสมแยมสับปะรดที่ทำการขึ้นรูปยังไม่แข็งตัว ทำการขึ้นรูปเนยผสมแยมสัปปะรดด้วยความเย็นเวลา 40 นาที เนยผสมแยมสับปะรดที่ทำการขึ้นรูปเริ่มแข็งตัว และทำการขึ้นรูปเนยผสมแยมสัปปะรดด้วยความเย็นเวลา 60 นาที นาที เนยผสมแยมสับปะรดที่ทำการขึ้นรูปแข็งตัวและเหมาะสม

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการกวนที่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม และอุณหภูมิ 60 °C สามารถหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง 43นาที และเวลาที่ดีที่สุดในการปล่อยเนยผสมแยมสับปะรดเฉลี่ย 34 วินาที โดยใช้เนยผสมแยมน้ำหนัก 250 กรัม และใช้เวลาในการขึ้นรูปด้วยความเย็นของพัดลมโดยใช้เวลาทั้งหมด 60 วินาที ถึงจะได้เนยผสมแยมสับปะรดแยมที่อยู่ตัวดีมากโดยเครื่องผลิตเนยผสมแยมสับประรดสามารถลดแรงงานคนในการกวนและเวลาที่ใช้ในการกวน ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปต่อยอดสำหรับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารหรือผลไม้ชนิดอื่นได้ในอนาคต

รูปที่ 10 เครื่องผลิตเนยผสมแยมสับประรดสำเร็จรูปแบบแผ่นที่ใช้ในงานวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยภายใต้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายโครงการวิจัยรับใช้สังคม เงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 รหัสโครงการ 253257 และความพร้อมในด้านสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] ArduinoAll :: อาดูโนทุกอย่างคือ ArduinoAll ขาย Arduino ทุกอย่าง. 2558. สอน วิธี ใช้งาน Arduino วัดอุณหภูมิและความชื้นด้วยเซนเซอร์ DHT22 / DTH21 / DHT11 ใช้ได้ภายใน 3 นาที. สืบค้น จาก http://www.arduinoall.com/article. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2559

[2] มงคล พรหมเทศ, ณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์, 2546

[3] สิรินาฏ พรศิริประทาน. สถิติการส่งออกผลไม้. สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา(ITD). [ออนไลน์] 15 เมษายน 2555. สืบค้นจาก : http://www.itd.or.th/articles?download=74%3Aar40. วันที่สืบค้น 25 พฤษภาคม 2555.

[4] ปฏิมา พรพจมาน. ประโยชน์และคุณค่าของสับปะรด. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดบุ๊ค; 2550. หน้า 25-8.

[5] วรพจน์ กรแก้ววัฒนุกุล. สนุกกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วันดีบุ๊ค, 2548.

แอปพลิเคชันส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Application for promoting Breast Self-Examination based on Android Operating System

บัณฑิต กรดี [1] และ อนุษรา ต่อคุ้ม [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] 560107030007@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ในงานวิจัยได้นำเทคนิคการตรวจสอบตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอโทรศัพท์มือถือมาประยุกต์ใช้กับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยแอปพลิเคชันนี้ถูกพัฒนาให้มีฟังก์ชันหลักประกอบด้วย 1) ระบบบริหารจัดการของฝั่งผู้ดูแลระบบ 2) ส่วนแสดงข่าวสารความรู้เกี่ยวกับโรคมะเร็ง 3) แบบสอบถามคัดกรองความเสี่ยง 4) ส่วนการเรียนรู้วิธีคลำเต้านมด้วยตนเอง 5) ทดสอบการคลำเต้านมอย่างถูกวิธีโดยการสัมผัสหน้าจอ 6) การตั้งเวลาแจ้งเตือนเมื่อครบรอบการตรวจทุก ๆ 1 เดือน

หลังจากการทดลองใช้แอปพลเคชันพบว่าเทคนิคการตรวจสอบตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอโทรศัพท์มือถือเป็นรูปก้นหอยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ นั้นให้ผลของตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอได้ถูกต้อง หากผู้ใช้งานแอปพลิเคชันลากนิ้วที่สัมผัสหน้าจอเป็นรูปก้นหอยเร็วเกินไปหรือลากนิ้วออกนอกตำแหน่งที่ระบุไว้ แอปพลิเคชันจะแสดงผลว่า "ไม่ผ่าน" และผู้ใช้จะต้องทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

คำสำคัญ: มะเร็งเต้านม, แอนดรอยด์, หน้าจอสัมผัส

Abstract

This study aim to develop "Application for promoting Breast Self-Examination based on Android Operating System" for promoting breast self-examination. In the process of application developing, touch screen function in smart phone was apply and developed for the breast self-examination's procedure. Functions in the application consisted of 1) Administrator management system 2) News and Knowledge about breast cancer 3) Time reminding for breast self-examination 4) Brest cancer screening questionnaire 5) Brest palpation techniques: self-learning and 6) Brest palpation test.

After application was test, it was found that spiral touch screen function on android operating system show an accurate result. However, if the users move their finger on the screen too fast or move out of the indicated position, it will show "fail" and they require to did again.

Keywords: Breast cancer, Android, Touchscreen

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้หญิงที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งเต้านมจำนวนมาก จากสถิติของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พ.ศ. 2556 [1] พบโรคมะเร็งที่เกิดกับเพศหญิงเป็นอันดับที่ 1 คือมะเร็งเต้านม ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ถึงร้อยละ 39.29 ของมะเร็งทั้งหมด และยังมีอัตราการเสียชีวิตเป็นอันดับสองรองจากมะเร็งปอด ดังนั้นการดูแลตัวเองเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง และการค้นพบมะเร็งตั้งแต่ระยะเริ่มแรกในขณะที่ก้อนมีขนาดเล็กและก้อนมะเร็งยังอยู่เฉพาะที่เต้านม ยังไม่แพร่กระจายไปต่อมน้ำเหลืองจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพราะ จะมีโอกาสหายขาดมากขึ้น เมื่อเทียบกับการตรวจพบก้อน มะเร็งที่มีขนาดใหญ่ หรือกระจายไปต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้แล้ว โดยหากมีการตรวจพบมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มต้น มีโอกาสที่จะมีชีวิตเกิน 5 ปีถึงร้อยละ 98 ถ้าตรวจเจอ ตอนก้อนมะเร็งกระจายไปที่ต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้แล้ว มีโอกาสที่จะมีชีวิตเกิน 5 ปีร้อยละ 84 และถ้าตรวจเจอ ในขณะที่มะเร็งแพร่กระจายไปแล้ว โอกาสที่จะมีชีวิตเกิน 5 ปี มีเพียงร้อยละ 23

วิธีการ screening สำหรับมะเร็งเต้านมสามารถทำได้ 3 วิธีคือ

1. การตรวจเต้านมด้วยตนเอง (Breast self-examination)
2. การตรวจเต้านมโดยแพทย์ (Clinical breast-examination)

3. การตรวจเต้านมด้วย แมมโมแกรม (Mammography)

การตรวจเต้านมด้วยตนเองนั้นควรทำอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เมื่ออายุ 20 ปีขึ้นไป และตรวจเต้านมโดยแพทย์ ทุก 3 ปี ตั้งแต่อายุ 20 ปี เป็นต้นไป หลังจากอายุ 40 ปี ควรได้รับการตรวจทุก 1 ปี และควรทำแมมโมแกรม หรือ อัลตราซาวน์ในช่วงอายุ 35-40 ปี 1 ครั้ง หลังจากอายุ 40 ปีเป็นต้นไปควรทำทุก 1-2 ปี นอกจากนี้ ในผู้ป่วยที่มีประวัติ ญาติสายตรงเป็นมะเร็งเต้านมหรือมะเร็งรังไข่ ควรเริ่มทำการตรวจตั้งแต่อายุที่ญาติเป็นลบออก 5 ปี

แต่หากปัจจุบันนั้นผู้หญิงที่อยู่ในวัยเสี่ยงต่อโรคมะเร็งเต้านมนั้น ละเลยในการตรวจความผิดปกติของเต้านมเบื้องต้นด้วยตนเอง หรือตรวจผิดวิธี หรืออายที่จะไปตรวจกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง จึงทำให้กว่าจะรู้ตัวอีกทีก็อยู่ในระยะที่เสี่ยงต่อการเสียชีวิตแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยต้องการลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งเต้านม จึงมีความตั้งใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อเป็นอีกช่องทางหนึ่งให้กับบุคลากรทางการแพทย์ใช้สำหรับ เป็นสื่อรณรงค์และให้ความรู้กับผู้ที่อยู่ในวัยเสี่ยงต่อโรคมะเร็งเต้านมหรือบุคคลทั่วไปที่สนใจ ให้ตรวจเต้านมได้ด้วยตนเองอย่างถูกวิธีและให้ทราบถึงความอันตรายและความร้ายแรงของโรคมะเร็งเต้านม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนอุปกรณ์พกพา Mobile Device ซึ่งทำงานได้ทั้ง Smartphone หรือ Tablet นอกจากนั้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ยังมีชุมชนนักพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ที่คอยสร้างแอปพลิเคชันต่าง ๆ ให้กับโทรศัพท์มือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการพัฒนาโปรแกรมบนแอนดรอยด์ สามารถเขียนได้โดยใช้ภาษาจาวา

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ภาษา JAVA และ XML เพื่อติดต่อกับ Server ที่เก็บเว็บเซอวิสและฐานข้อมูล โดยเราจะใช้ภาษา PHP พัฒนาเว็บเซอวิส และใช้ภาษา SQL เพื่อติดต่อฐานข้อมูล

2.2 SQLite

SQLite เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง พัฒนาโดย Dr. Richard Hipp ในปี ค.ศ. 2000 ปัจจุบันมีการใช้งาน SQLite อย่างแพร่หลาย ซึ่ง SQLite เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันแบบ Standalone แต่สามารถนำไปประยุกต์ ใช้งานได้หลากหลาย เช่น โปรแกรม Dictionary, โปรแกรมทำแบบสอบถาม

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ

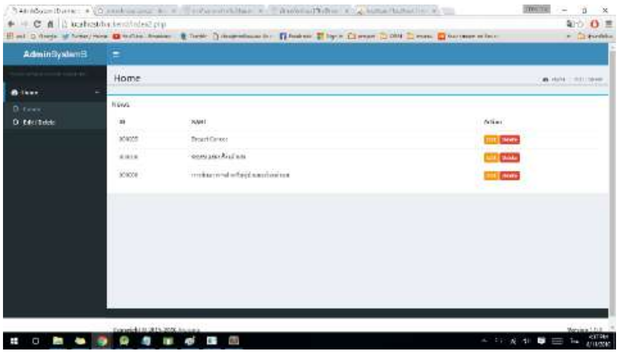
การทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.แอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน 2. Web Application สำหรับผู้ดูแลระบบ

ส่วนของแอนดรอยด์เมื่อผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชันจะมีหน้าจอแสดงให้เข้าสู่ระบบ เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะมีหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลข่าวสารที่ผู้ดูแลระบบได้อัพโหลดไปยังฐานข้อมูล จากนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดวันเวลาที่เริ่มตรวจเต้านมด้วยตนเองได้และระบบจะแจ้งเตือนการตรวจเต้านมด้วยตนเองทุก ๆ 1 เดือน เมื่อตั้งเวลาเรียบร้อยแล้วผู้ใช้จะต้องกรอกแบบสอบถามเพื่อคัดกรองความเสี่ยงมะเร็งเต้านมเสียก่อน ซึ่งถ้าพบว่ามีความเสี่ยงระบบจะแนะนำให้ไปพบแพทย์ทันที แต่ถ้าระบบแจ้งว่าไม่มีความเสี่ยง ผู้ใช้จะเริ่มทำการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยการปฏิบัติตามคำแนะนำของแอปพลิเคชันซึ่งในการตรวจนั้นจะมีทั้งแบบสังเกตุและคลำเต้านม ซึ่งทั้ง 2 ส่วนแอปพลิเคชันจะมีคำอธิบายให้ผู้ใช้ปฏิบัติตามอย่างละเอียดและให้ผู้ใช้ได้ปฏิบัติตามทีละขั้นตอนและในแต่ละขั้นตอนเมื่อปฏิบัติตามแล้วจะมีช่องให้เลือกว่าปกติหรือไม่ปกติ จากนั้นจึงทำขั้นตอนต่อไป เมื่อถึงขั้นตอนการคลำเต้านม แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอสัมผัส เป็นรูปก้นหอยโดยให้ผู้ใช้ จะต้องใช้ 3 นิ้ว (นิ้วชี้, นิ้วกลาง, นิ้วนาง) สัมผัสลากตามบนหน้าจอสัมผัสให้ถูกต้อง ซึ่งถ้าลากไม่ถูกต้องระบบก็จะแจ้งให้ลากซ้ำจนกว่าจะถูกต้องแล้วถึงจะให้ทำขั้นตอนต่อไป ซึ่งการตรวจเต้านมด้วยตนเองทั้งการสังเกตและการคลำเต้านม ถ้ามีขั้นตอนใดที่ผู้ใช้ได้ทดลองปฏิบัติตามแล้วเลือกในช่องผิดปกติ แอปพลิเคชันก็จะแจ้งให้พบแพทย์ทันทีเช่นกัน และเมื่อตรวจเสร็จเรียบร้อยระบบก็จะแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ตรวจเต้านมด้วยตนเองตามคำแนะนำผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ส่วนของ Web Application สำหรับผู้ดูแลระบบ เมื่อผู้ดูและระบบเปิดการใช้งานผ่าน Web Browser เพื่อไว้สำหรับ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลข่าวสารสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับโรคมะเร็งเต้านม และจัดการผู้ใช้ ซึ่งการเข้าถึงหน้านี้ผู้ดูแลระบบจะต้องผ่าน log in เพื่อเข้าสู่ระบบเสียก่อน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ระบบบริหารจัดการของฝั่งผู้ดูแลระบบ



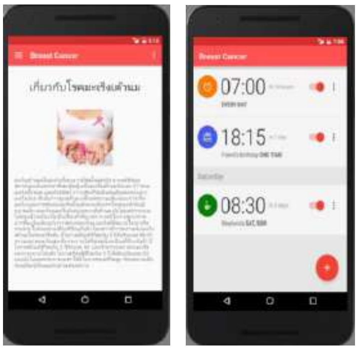
รูปที่ 2 หน้า เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลข่าวสารความรู้ของด้านผู้ดูแลระบบ

รูปที่ 2 นี้เป็นหน้าของทางฝั่งผู้ดูแลระบบที่ใช้งานผ่าน Web Browser เพื่อไว้สำหรับ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลข่าวสารสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับโรคมะเร็งเต้านม ซึ่งการเข้าถึงหน้านี้ผู้ดูแลระบบจะต้องผ่าน log in เพื่อเข้าสู่ระบบเสียก่อน

4.2 Android Application

รูปที่ 3 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันและหน้าสมัครสมาชิก

รูปที่ 3 เป็นหน้าแรกของแอปพลิเคชันและหน้าสมัครสมาชิก เมื่อเข้าใช้งานครั้งแรก ผู้ใช้ต้องทำการ Login ถ้าเกิดมีรหัสผ่านแล้ว หากยังไม่มีรหัสผ่านและต้องการเป็นสมาชิกให้ Register หรือหรือถ้าไม่ต้องการสมัครสมาชิกก็สามารถใช้แอปพลิเคชันได้โดยการกด Skip เพื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน



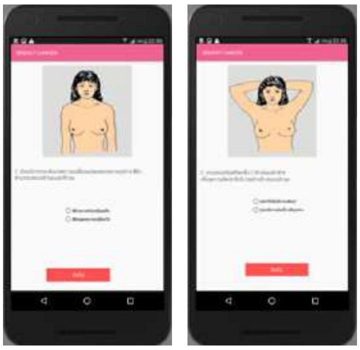
รูปที่ 4 ส่วนแสดงข่าวสารความรู้เกี่ยวกับโรคมะเร็งและการตั้งเวลาแจ้งเตือน

รูปที่ 4 เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลข่าวสารที่ทางผู้ดูและระบบได้เพิ่มในฐานข้อมูลและหน้าที่ตั้งเวลาแจ้งเตือนในการตรวจเต้านมด้วยตนเองโดยจะมีการแจ้งเตือนทุก ๆ 1 เดือน

รูปที่ 5 แบบสอบถามคัดกรองความเสี่ยง

รูปที่ 5 คือหน้ากรอกแบบสอบถาม[2] ก่อนผู้ใช้จะตรวจเต้านมด้วยตนเองตามคำแนะนำของแอปพลิเคชันเพื่อเป็นการคัดกรองในเบื้องต้นว่ามีความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งเต้านมหรือไม่ โดยจะแบ่งช่วงคะแนนเป็นดังนี้

- คะแนน = 0 หมายถึง ไม่มีความเสี่ยงเป็นมะเร็งเต้านม
- คะแนน = 1-2 หมายถึง อาจมีความเสี่ยงมะเร็งเต้านม
- คะแนน > 3 หมายถึง อาจมีความเสียงมะเร็งเต้านมสูง



รูปที่ 6 ส่วนการเรียนรู้วิธีคลำเต้านมด้วยตนเอง[3]

รูปที่ 6 คือหน้าตัวอย่างการตรวจเต้านมด้วยตนเองโดยจะมีรูปภาพและคำอธิบายในการตรวจที่ถูกต้องจากนั้นให้ผู้ใช้ทำตามท่าในแต่ละท่าและเมื่อตรวจเสร็จในแต่ละท่าแล้วให้ผู้ใช้บันทึกข้อมูลของตนโดยเลือกผ่านแอปพลิเคชันซึ่งจะมีให้เลือกสองช่องคือ ปกติ และ ผิดปกติ

รูปที่ 7 ทดสอบการคลำเต้านมอย่างถูกวิธีโดยการสัมผัสหน้าจอ

ในการคลำเต้านมเพื่อตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ถูกต้องนั้นอาจมีบางท่าทางที่ต้องใช้นิ้วมือเพียงสามนิ้ว (นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง) ในการคลำเป็นรูปขดหอยดังรูปที่7 ในแอปพลิเคชันจะมีหน้าสำหรับทดสอบการคลำโดยใช้ทั้งสามนิ้วสัมผัสหน้าจอ[4] ดังรูปที่ 7 ซึ่งระบบจะทำการตรวจสอบโดยให้ผู้ใช้ใช้ทั้งสามนิ้ววนเป็นรูปขดหอยตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุด ถ้าไม่สิ้นสุดจะต้องไปเริ่มวนใหม่จนกว่าจะผ่าน และเมื่อผ่านแล้วก็สามารถทำท่าตามคำแนะนำของแอปพลิเคชันต่อได้

4.3 ผลการทดสอบ

จากการทดลองใช้แอปพลเคชันพบว่าเทคนิคการตรวจสอบตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอโทรศัพท์มือถือเป็นรูปก้นหอยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ นั้นให้ผลของตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอได้ถูกต้อง หากผู้ใช้งานแอปพลิเคชันลากนิ้วที่สัมผัสหน้าจอเป็นรูปก้นหอยเร็วเกินไปหรือลากนิ้วออกนอกตำแหน่งที่ระบุไว้ แอปพลิเคชันจะแสดงผลว่า “ไม่ผ่าน” และผู้ใช้จะต้องทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

5. สรุป

แอปพลิเคชันส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองนั้นพัฒนาขึ้นเพื่อ นำเทคนิคการตรวจสอบตำแหน่งการสัมผัสหน้าจอโทรศัพท์มือถือมาประยุกต์ใช้กับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเอง และจากการทดลองใช้แอปพลิเคชันแล้วพบว่าส่วนของการทดลองลากหน้าจอสัมผัสเป็นรูปก้นหอยนั้น จะเกิดการผิดพลาดในการแสดงผลบ้าง ซึ่งปัญหาที่ทำให้หน้าจอสัมผัสแสดงผลผิดพลาดก็คือ การลากนิ้วที่เร็วเกินไป และหน้าจอสัมผัสที่มีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้ระบบตรวจสอบตำแหน่งสัมผัสไม่ทัน

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข. ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nci.go.th/th/File_download/Nci%20Cancer%20Registry/HOSPITAL-BASED%202013.pdf

[2] โครงการรักษ์เต้านม คณะพยาบาลศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. แบบประเมินความเสี่ยงมะเร็งเต้านม.

[3] สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการตรวจเต้านมด้วยด้วยตนเอง.

[4] L. L. Chin, C. M. Yi and C. S. Hung, “Position Tracking Based on Particle Filter for Self-Capacitance Single-Touch Screen Panels,” *Journal of Display Technology* , 2015, pp. 165-169.

[5] “OnTouchListener”[ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: https://developer.android.com/reference/android/view/View.OnTouchListener.html (วันที่สืบค้น 12 พฤศจิกายน 2559).

การใช้หลักการลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยการพัฒนาระบบผ่านเว็บไซต์ กรณีศึกษา มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ

The Use of Lean Principle to Enhance the Effectiveness of Electronic Document Management System A Case Study of RMUTSV, Rattaphum College

ปริญญวรรษ พรหมเสนะ[1] ธนพัฒน์ แดงเหลือ[2] วันประชา นวนสร้อย[3] ศุภชัย มะเดื่อ[4] และ สุภาวดี มากอ้น[5]
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขาอุตสาหกรรม วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
414 ม.14 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180 โทรศัพท์ 074-584241-4

บทคัดย่อ

จากปัญหาการจัดการเอกสารที่ใช้กระดาษในการดำเนินการใน มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ ทำให้เกิดปัญหา การสิ้นเปลือง ล่าช้า ไม่ยืดหยุ่น และสูญหาย ทางทีมผู้วิจัยได้ใช้หลักการลีนในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและในการลดขั้นตอนการทำงาน โดยได้พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บไซต์และจัดเก็บเอกสารลงฐานข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ในส่วนของการแจกเอกสารได้ลดขั้นตอนจากเดิม 4 เหลือ 3 ขั้นตอน ลดเวลาจากเดิม 35 นาที เหลือ 2 นาที ประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.29 ในส่วนการค้นหาเอกสารลดขั้นตอนจาก 4 เหลือ 3 ขั้นตอน ลดเวลาจากเดิม 43 นาที เหลือ 2 นาที ประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.75 ผลการประเมินการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.71 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.13

คำสำคัญ: ลีน ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

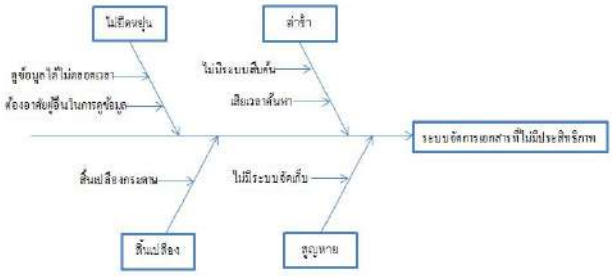
Abstract

From the problem of wasting papers for the document management in RMUTSV, Rattaphum College, it caused the wastage, lateness, inflexibility and disappearance. The researchers used LEAN principle to increase the performance and to reduce the working process by developing Electronic Document Management System via website and storing data into database. The results revealed that to distribute the documents could reduce the steps of working process from 4 steps to 3 steps, and reduce the time from 35 minute to 2 minute. The effectiveness of the system increased 44.29 %. To search the data, the working process was reduced from 4 steps to 3 steps that could reduce the time from 43 minute to 2 minute. The effectiveness of the system increased 18.75 %. Moreover, the results of satisfaction on using the system showed that the users were satisfied with the system at a good level ($\bar{x}$ = 4.71, SD. = 0.13).

Keywords: Lean, Electronic Document Management System

1. บทนำ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ ได้มีการจัดการเอกสารในรูปแบบดั้งเดิมคือใช้กระดาษ โดยเจ้าหน้าที่จะต้องทำการพิมพ์เอกสารออกมาเพื่อนำมาใช้งานและเก็บบันทึกข้อมูลลงในแฟ้มซึ่งบางครั้งเกิดปัญหาต่างๆ เช่น ทำให้ไม่สะดวกต่อการค้นคว้าหาข้อมูล เสียเวลาในการหาข้อมูล สิ้นเปลืองกระดาษ และเอกสารอาจเกิดการสูญหาย ดังแสดงปัญหาและสาเหตุในแผนภูมิก้างปลา



รูปที่ 1 แผนภูมิก้างปลา-ระบบจัดการเข้าห้องเรียนที่ไม่มีประสิทธิภาพ

จากปัญหาข้างต้นทางทีมงานผู้วิจัยได้ใช้วิธีการลีนในการลดขั้นตอนการทำงาน และได้พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยรัตภูมิ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบ และศึกษาความพึงพอใจในการใช้งาน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลีน

ลีน [1] เป็นหลักการที่ลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่สำคัญ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการทำงาน ในด้านของเวลาและกระบวนการ เป็นต้น หลีกเลี่ยงความสูญเสียในการทำงาน โดยมีหลักการลีนดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 เขียนขั้นตอนการทำงานปัจจุบันตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการทำงานอย่างละเอียด เรียกว่า Pre-Lean

ขั้นตอนที่ 2 จับเวลาในแต่ละขั้นตอนการทำงาน รวมไปถึงระยะทางระหว่างขั้นตอน และช่วงเวลาที่ต้องรอในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ขั้นตอนที่เกิดขึ้นว่าขั้นตอนใดมีความจำเป็นหรือไม่มีความจำเป็นที่ต้องทำ หรือไม่มีความจำเป็นแต่ต้องทำ โดยกำหนดเป็นสัญลักษณ์ดังนี้

จำเป็นต้องทำ (Value)

ไม่จำเป็นต้องทำ (Waste)

ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ (Necessary non value)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาประสิทธิภาพขั้นตอนการทำงานปัจจุบัน Pre-Lean โดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาที่เป็นคุณค่า}}{\text{เวลาทั้งหมด}} \times 100$$

ขั้นตอนที่ 5 เสนอแนวทางดำเนินงานใหม่ (Post-Lean) โดยตัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องทำออก (Waste) และตัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ (Necessary non value) ออกหรือให้เหลือน้อยที่สุดพร้อมดำเนินการเก็บข้อมูลจริง ตามวิธีการใหม่เพื่อหาประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนการทำงานใหม่หรือ Post-Lean ที่จะมีแต่สิ่งที่ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ และสิ่งที่จำเป็นต้องทำ

2.2 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์

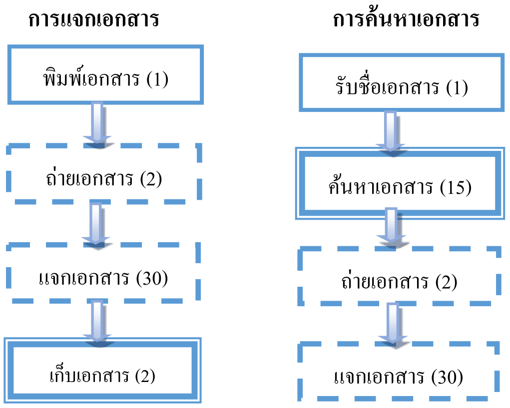
วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle : SDLC) [2] เป็นกระบวนการในการในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบดั้งเดิมนั้นมีกระบวนการดังนี้ 1) การวางแผน 2) การวิเคราะห์ความต้องการ 3) การออกแบบซอฟต์แวร์ 4) การเขียนโปรแกรม 5) การทำคู่มือการใช้งาน 6) การทดสอบ 7) การนำไปใช้งาน และบำรุงรักษา

แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD) [2] แสดงทิศทางการไหลของข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ ซึ่งข้อมูลในแผนภาพทำให้ทราบถึง ข้อมูลมาจากไหน, ข้อมูลไปที่ไหน, ข้อมูลเก็บที่ใด, เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างทาง

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram : E-R Diagram) [2] คือ แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ประกอบด้วย เอนทิตี้ (Entity) คือวัตถุหรือสิ่งของที่สนใจในระบบงานนั้น ๆ แอททริบิว (Attribute) คือคุณสมบัติของวัตถุที่สนใจ ความสัมพันธ์ (Relationship) คือความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ ER Diagram ใช้ในการพัฒนาระบบงานฐานข้อมูล

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 Pre-Lean (หน่วย : นาที)



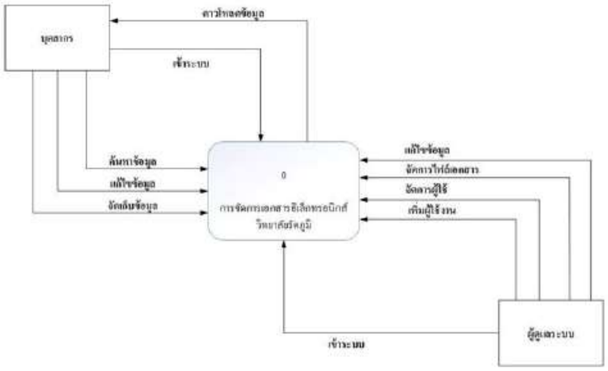
รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานก่อนใช้หลักการลีน

ประสิทธิภาพการแจกเอกสาร 2/35 x 100 = 5.71

ประสิทธิภาพการค้นหาเอกสาร 15/43 x 100 = 31.25

3.2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

DFD Level 0 หรือ Context diagram เป็นภาพรวมการทำงานของระบบสิทธิในการใช้งานระบบดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Context Diagram

จากภาพที่ 3 DFD ระดับที่ 1 เป็นขั้นตอนการทำงานของระบบแยกย่อยเป็น 7 ขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนการทำงานที่ 1 ผู้เข้าใช้งาน ระบบตรวจสอบผู้ใช้งานเข้าใช้งานโดย ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ในขั้นตอนนี้จะไปดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ใช้งานมาตรวจสอบการเข้าใช้งานและสิทธิในการใช้งาน

ขั้นตอนการทำงานที่ 2 แก้ไขข้อมูลส่วนตัว บุคลากรสามารถเข้าใช้ในการแก้ไขข้อมูลกระบวนการนี้จะดึงข้อมูลส่วนตัวของแต่ละคนมาจากฐานข้อมูลผู้ใช้งานและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเมื่อแก้ไขเสร็จ

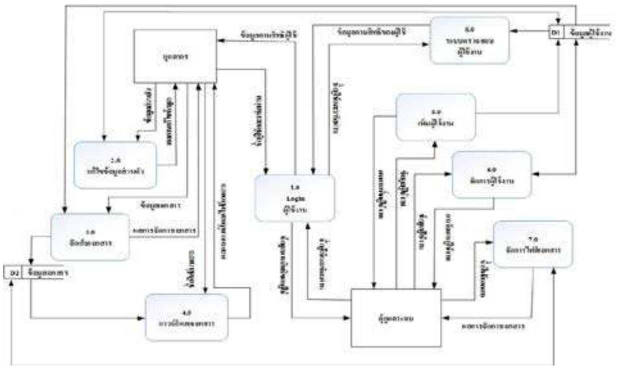
ขั้นตอนการทำงานที่ 3 จักเก็บเอกสาร กระบวนการจัดเก็บไฟล์เอกสาร กระบวนการนี้จะทำการบันทึกข้อมูลลงไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลเอกสาร และแสดงผลการจัดเก็บต่อผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการทำงานที่ 4 ดาวน์โหลดเอกสาร กระบวนการดาวน์โหลดเอกสาร กระบวนการนี้จะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเอกสาร และแสดงไฟล์เอกสารผู้ใช้งาน

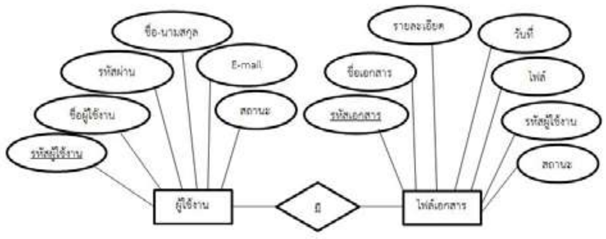
ขั้นตอนการทำงานที่ 5 เพิ่มผู้ใช้งาน สำหรับผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่มีสิทธิในการเพิ่มผู้ใช้งาน กระบวนการนี้จะทำการบันทึกข้อมูลลงไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลผู้ใช้งาน และแสดงผลการเพิ่มต่อผู้ดูแลระบบ

ขั้นตอนการทำงานที่ 6 จัดการผู้ใช้งาน สำหรับผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่มีสิทธิในการเพิ่มผู้ใช้งานผ่านกระบวนการจัดการผู้ใช้งาน กระบวนการนี้จะดึงข้อมูลและบันทึกข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ใช้งานเพื่อแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน และแสดงผลการแก้ไขผู้ใช้งานต่อผู้ดูแลระบบ

ขั้นตอนการทำงานที่ 7 จัดการไฟล์เอกสาร สำหรับผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่มีสิทธิในการจัดการไฟล์เอกสารผ่านกระบวนการจัดการไฟล์เอกสาร กระบวนการนี้จะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเอกสารและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเอกสารเพื่อแก้ไขไฟล์เอกสาร และแสดงผลการแก้ไขผู้ใช้งานต่อผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 4 DFD ระดับที่ 1



รูปที่ 5 E-R Diagram ระบบ

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

1) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

- ผู้ใช้งาน 1 คนสามารถมีได้หลายไฟล์เอกสาร

2) E-R Diagram

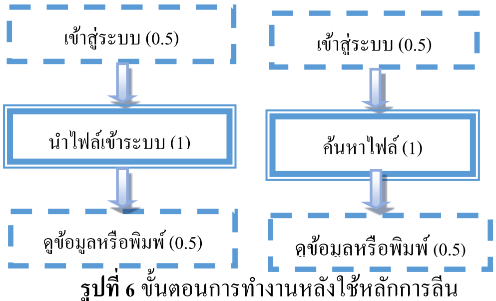
จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำมาออกแบบ E-R Diagram ดังภาพที่ 5 ประกอบ 2 เอนทิตี้ คือ ผู้ใช้งาน ไฟล์เอกสาร แต่ละเอนทิตี้จะประกอบด้วย แอททริบิวต์ต่างๆ ที่สำคัญ และแต่ละเอนทิตี้มีความสัมพันธ์กันทั้งแบบ 1 ต่อ หลาย

3.4 การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ใช้วิธีการพัฒนาระบบแบบ SDLC โดยการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบระบบโดยใช้ DFD ในการวิเคราะห์การไหลของข้อมูลในระบบ ในส่วนการออกแบบฐานข้อมูลได้ใช้ E-R Diagram และออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งในส่วนของการพัฒนาระบบได้ใช้ภาษา PHP [3] ในการพัฒนาเว็บไซต์ ใช้ MySQL [4] ในการจัดการฐานข้อมูล และใช้ phpMyAdmin [5] ในบริหารฐานข้อมูล ซึ่งซอฟต์แวร์ทั้งหมดใช้งานได้ฟรี เมื่อพัฒนาเสร็จสิ้นได้ทำการทดสอบการใช้งานระบบ และประเมินการใช้งานระบบเพื่อพัฒนาปรับปรุงต่อไป

4. ผลการวิจัย

4.1 Post-Lean



รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงานหลังใช้หลักการลีน

ประสิทธิภาพการแจกเอกสาร 1/2 x 100 = 50

ประสิทธิภาพการค้นหาเอกสาร 1/2 x 100 = 50

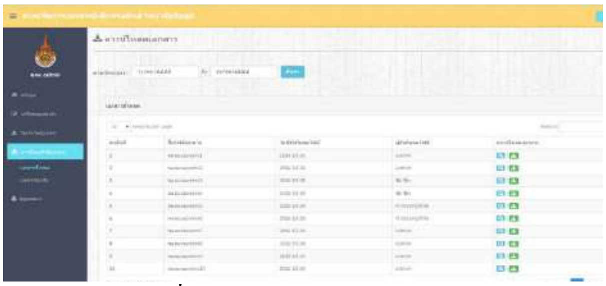
การเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Pre-Lean และ Post-Lean

กิจกรรม	ขั้นตอน	ระยะเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพ (%)
Pre-L แจกเอกสาร	4	35	5.71
Post-L แจกเอกสาร	3	2	50
Pre-L ค้นหาเอกสาร	4	43	31.25
Post-L ค้นหาเอกสาร	3	2	50

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

รูปที่ 7 การเข้าสู่ระบบ

รูปที่ 8 ระบบจัดการเอกสาร



รูปที่ 9 ค้นหาและดาวน์โหลดเอกสาร

5. บทสรุป

จากปัญหาการจัดการเอกสารที่ใช้กระดาษในการจัดเก็บเอกสาร ทางทีมผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาและใช้หลักการลีนในการลดขั้นตอนการทำงาน โดยในงานวิจัยแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ 1)วิเคราะห์ปัญหาและใช้หลักการลีนลดขั้นตอนการทำงาน 2)พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาเว็บไซต์ และใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล 3) ทดลองใช้งานระบบ 4) ประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ จากผู้ใช้งานจำนวน 25 คน ผลการดำเนินได้ลดขั้นตอนในการแจกเอกสารจากเดิม 4 เหลือ 3 ขั้นตอน ลดเวลาจากเดิม 35 นาที เหลือ 2 นาที ประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.29 ในส่วนการค้นหาเอกสารลดขั้นตอนจาก 4 เหลือ 3 ขั้นตอน ลดเวลาจากเดิม 43 นาที เหลือ 2 นาที ประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.75 และผลการประเมินการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.71 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.13

เอกสารอ้างอิง

[1] วันประชา นวนสร้อย และคณะ, “การใช้หลักการลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเข้าห้องเรียนโดยการพัฒนาระบบผ่านเว็บไซต์ กรณีศึกษา มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ”, การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 9, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2559

[2] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, “ระบบฐานข้อมูล”, กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2551

[3] “php”, https://secure.php.net, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2560

[4] “MySQL”, https://www.mysql.com, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2560

[5] “phpMyAdmin”, https://www.phpmyadmin.net, เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2560

โคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด

High Power LED Lamp Phototherapy for Neonatal Hyperbilirubinemia

ณัฑกร เกษมสำราญ[1] เวียงชัย คาระมาตย์[1] ปราการ ทัตติยกุล[2] และนรรัตน์ วัฒนมงคล[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[2]สาขากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 E-mail: norrarat@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

สาเหตุการเกิดภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด (Neonatal Hyperbilirubinemia) เนื่องจากการเกิดมีสารบิลิรูบิน (Bilirubin) ซึ่งเป็นสารสีเหลืองอยู่ในเลือดสูงกว่าปกติ จึงส่งผลต่อพัฒนาการทางสมองของทารกอย่างมาก โดยการรักษาทางการแพทย์นั้นมักนิยมใช้วิธีการส่องไฟ (Phototherapy) ซึ่งมีความเสี่ยงในการรักษาน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ และให้ผลการรักษาที่ดี งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด แสงไฟที่ถูกนำมาใช้ในการรักษาได้มาจากหลอดแอลอีดีกำลังสูงที่ให้แสงที่มีช่วงความยาวคลื่น 450-460 นาโนเมตร ใช้กำลังไฟฟ้าเพียง 36 วัตต์เท่านั้น สามารถใช้งานร่วมกับตู้อบเด็ก (Incubator) หรือเสาน้ำเกลือทั่วไปที่ในโรงพยาบาล จากผลการทดสอบพบว่า โคมไฟแอลอีดีที่นำเสนอนี้สามารถให้ความเข้มของแสง (Intensity) มากกว่า 30 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟกับเด็กทารก 30 เซนติเมตร (เป็นค่าพื้นฐานทางการแพทย์ที่ใช้รักษา) เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าเพียงแค่ 70% ของความสว่างสูงสุดที่ทำได้เท่านั้น มีความร้อนเกิดขึ้นที่ตัวโคมไฟโดยเฉลี่ยในขณะใช้งานจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้องไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดโคมไฟได้ และสามารถบันทึกเวลาการทำงานของโคมไฟได้ ทั้งนี้โคมไฟได้ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสถาบันมาตรวิทยา (ประเทศไทย) แล้ว

คำสำคัญ: ภาวะตัวเหลือง, บิลิรูบิน, โคมไฟแอลอีดี, การส่องไฟ

Abstract

Neonatal Hyperbilirubinemia occurs when the bilirubin which is a yellow substance in the blood of the newborn, is higher than normal. It has effect to the brain development of baby greatly. For medical treatment, the doctor is often to use phototherapy because it is less risky than other treatments and provides good therapeutic results. In this paper, we present the development of high power LEDs for the treatment of Neonatal jaundice in newborns. The light for the treatment derives from the high-power LEDs with 450-460 nm wavelengths range and low consumption power only 36 watts. It can apply to the incubator or saline bridges in the hospital. As a results, the high power LED lamp can provide a light intensity of more than 30 $\mu W/cm^2/nm$ at a distance of 30 cm between the lamp and baby when it consumes power 70% of the maximum brightness only. The maximum heat which is released from the lamp, and does not higher than 4 degrees Celsius from the room temperature. Furthermore, it can be set the time to open and close the lamp and can record life time of the lamp. The lamps have been certified by the National Institute of Metrology (Thailand).

Keywords: Jaundice, bilirubin, LED lamp, phototherapy

1. บทนำ

จากการศึกษาพบว่าทารกแรกเกิดมักเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อย คือภาวะตัวเหลือง (Jaundice) ซึ่งอาการตัวเหลืองของทารกเกิดจากสารสีเหลืองที่เรียกว่า “บิลิรูบิน (Bilirubin)” ในเลือดสูงกว่าปกติ มีสาเหตุมาจากเม็ดเลือดแดงของทารกที่หมดอายุซึ่งจะถูกทำลายที่ตับและม้าม เมื่อเม็ดเลือดแดงแตก สารสีเหลืองบิลิรูบินในเลือดจะถูกปล่อยออกมา แต่เนื่องจากตับของทารกยังทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้การขับถ่ายสารสีเหลืองออกจากร่างกายไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้สารสีเหลืองคั่งค้างอยู่ในร่างกายมากขึ้นและจับตามผิวหนัง ทำให้มองเห็นผิวหนังทารกเป็นสีเหลือง ถ้าระดับบิลิรูบินสูงมากทำให้เด็กมีอาการทางสมองจากภาวะตัวเหลืองได้ (Kernicterus) และถ้าบิลิรูบินสูงเกิน 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ อาจมีผลต่อการได้ยินของเด็ก เหตุผลเหล่านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องให้ความสนใจและรักษาโรคภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดเพื่อลดภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว จากการเก็บข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุขในช่วงปี 2555- 2558 [1] พบว่าทารกที่มีภาวะตัวเหลืองมีจำนวนมากถึง 25 – 50 % ซึ่งถือเป็นอันดับ 1 ของภาวะแทรกซ้อนของทารกหลังเกิดทั้งหมด ดังนั้นการดูแลทารกตัวเหลืองอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญในการลดภาวะแทรกซ้อนของโรค ลดอัตราการส่งต่อ ลดระยะเวลาในการรักษา และลดความวิตกกังวลของพ่อแม่และญาติลงได้

ในทางการแพทย์กุมารเวชศาสตร์ จะใช้วิธีการรักษาทารกตัวเหลืองในทารกแรกเกิดด้วยวิธีการส่องไฟ (Phototherapy) ซึ่งมีความเสี่ยงในการรักษาน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ และให้ผลการรักษาดี [2-4] เนื่องจากแสงไฟสามารถจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลของบิลิรูบินทำให้บิลิรูบินซึ่งปกติละลายน้ำไม่ได้ให้กลับกลายมาเป็นสารที่ละลายน้ำได้ สามารถขับถ่ายสารนี้ได้ทางปัสสาวะและทางอุจจาระโดยออกมาทางน้ำดี ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้แสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะในช่วง 450-460 นาโนเมตร [5-6] เพราะสามารถทะลุชั้นผิวหนังของทารกได้ดี และจะต้องมีความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมสูงกว่า 30 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างตัวโคมกับทารกประมาณ 30-50 เซนติเมตร เพื่อให้แพทย์หรือพยาบาลสามารถเข้าทำการรักษาได้สะดวก

ในอดีตการรักษาด้วยวิธีการส่องไฟนั้นมักจะใช้แสงมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหลอดแสงสีขาวและสีฟ้า (ตัวอย่างโคมไฟที่ใช้รักษาทารกตัวเหลืองพิจารณาได้จากรูปที่ 1) แต่ประสิทธิภาพในการรักษาด้วยแสงยังมีข้อจำกัดในการใช้แสง เนื่องจากตัวหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ความร้อนออกมาระหว่างการใช้งานซึ่งอาจทำให้ผิวหนังของทารกไหม้และมีไข้สูงจึงทำให้ไม่สามารถเพิ่มความสว่างของไฟเพื่อเร่งให้ปริมาณบิลิรูบินลดลงเร็วกว่าเดิมได้ ไม่สามารถปรับระดับความเข้มของแสงได้ อีกทั้งหลอดมีอายุการใช้งานสั้นไม่เกิน 10,000 ชั่วโมง และไม่สามารถควบคุมการปลดปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะได้จึงเกิดแสงช่วงคลื่นอื่น ๆ ที่ไม่จำเป็นต่อการรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รังสีเหนือม่วง (Ultraviolet) ส่งผลให้ผิวหนังของทารกไหม้ได้เช่นกัน ปัจจุบันทั้งโรงพยาบาลของรัฐและโรงพยาบาลเอกชนหลายแห่งได้นำเอาเครื่องส่องแสงไฟจากหลอดแอลอีดีมาใช้ในการรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ซึ่งมีข้อดีกว่าหลอดดฟลูออเรสเซนต์หลายประการ เช่น ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ สามารถกำหนดช่วงความยาวคลื่นจำเพาะเจาะจงที่จำเป็นต้องใช้ในการรักษาได้ อายุการใช้งานยาวนาน ปลดปล่อยมีความร้อนออกมาเล็กน้อย สามารถควบคุมความเข้มของแสงตามที่เราต้องการได้ มีประสิทธิภาพในการรักษาที่ดี แต่เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้มีราคาสูงถึงหลักแสนบาทเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ สามารถนำไปใช้งานร่วมกับตู้อบ (Incubator) หรือวางทารกลงบนคลิป (Clip) ทำให้โคมไฟรักษาทารกตัวเหลืองมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งจะมีประจำอยู่ในโรงพยาบาลระดับกลางขึ้นไปเท่านั้น และมีเพียงไม่กี่เครื่องเท่านั้น ตัวอย่างการนำโคมไฟไปใช้รักษาทารกตัวเหลือง พิจารณาได้จากรูปที่ 2

คณะผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด สามารถนำไปใช้งานร่วมกับตู้อบหรือวางทารกลงบนคลิปที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในโรงพยาบาล และมีชุดขาตั้งที่สามารถปรับระดับและทิศทางของตัวโคมไฟได้ตามต้องการ มีต้นทุนในการผลิตต่ำในขณะที่ยังคงให้ประสิทธิภาพในการรักษาเทียบเคียงได้กับชุดโคมไฟที่โรงพยาบาลทั่วไปจัดซื้อมาใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันซึ่งจะมีราคาสูงถึง 100,000 - 200,000 บาทต่อชุด ดังนั้นจึงช่วยให้โรงพยาบาลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากถึง 5-10 เท่า

รูปที่ 1 ตัวอย่างโคมไฟที่ใช้รักษาทารกตัวเหลือง

รูปที่ 2 ตัวอย่างการนำโคมไฟไปใช้รักษาทารกตัวเหลือง

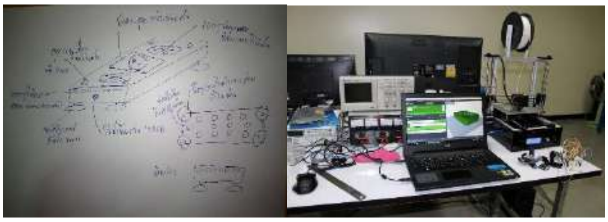
2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้สร้างโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ประกอบด้วยหลอดแอลอีดี 3 วัตต์ สีน้ำเงิน มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 455-460 และ 460-470 นาโนเมตร อย่างละ 6 หลอด รวมเป็น 12 หลอด แผ่นอะคริลิคหนา 3-5 มิลลิเมตรใช้ทำเป็นโครงของตัวโคม ซึ่งในระยะเวลาต่อมาได้เปลี่ยนเป็นการขึ้นรูปตัวโครงของโคมไฟด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพราะสามารถออกแบบตัวโคมไฟได้ตามที่ต้องการโดยใช้โปรแกรมออกแบบโดยเฉพาะ จึงมีความสวยงามและลดเหลี่ยมมุมต่างๆ ของตัวโคมไฟได้เป็นอย่างดี จึงเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการรักษาที่เน้นความปลอดภัยเป็นหลัก มีจุกยางสำหรับยึดเกาะกับตู้อบได้เมื่อต้องการนำมาใช้งานร่วมกัน นอกจากนั้นแล้ว ยังมีวงจรแหล่งจ่ายไฟที่สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และกระแสตรง 12 โวลต์ เพื่อให้สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่รถยนต์ทั่วไป รถพยาบาล หรือต่อเข้ากับแผ่นโซล่าเซลล์ มีจุดแขวนที่ด้านบนตัวโคมซึ่งสามารถแขวนกับขาตั้งน้ำเกลือที่มีอยู่ในโรงพยาบาลทั่วไป หรือแขวนกับที่ต่างๆ ได้ จึงสามารถนำไปใช้งานนอกสถานที่ได้ สามารถปรับระดับความสว่างของหลอดไฟได้ด้วยระบบสัมผัสหรือรีโมทตามที่ผู้ใช้งานต้องการ สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิด และบันทึกเวลาการทำงานของหลอดไฟแอลอีดีเพื่อให้ทราบอายุการทำงานของหลอด

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดเริ่มจากการสเก็ตภาพออกแบบการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเข้ากับตัวโคมในกระดาษ สำหรับโคมไฟรุ่นแรกที่เราได้สร้างขึ้นจะทำมาจากแผ่นอะคลิริก ใช้พัดลมระบายความร้อน 2 ตัว แต่เนื่องจากตัวโครงมีเหลี่ยมมุมมากเกินไปและมีรูปร่างไม่สวยงาม จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์โดยการแนะนำจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เราจึงได้นำมาออกแบบใหม่อีกครั้งโดยใช้โปรแกรมออกแบบ 3 มิติ ที่ให้รูปทรงสวยงามตามที่เราต้องการ มีการระบายความร้อนได้ดีจึงช่วยให้ลดการใช้พัดลมระบายอากาศเหลือเพียงแต่ 1 ตัวเท่านั้น จากนั้นนำแบบที่ได้ไปสร้างโครงของตัวโคมไฟด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วจึงเริ่มทำการประกอบวงจรควบคุมการทำงานของหลอด วงจรควบคุมแหล่งจ่ายไฟ พัดลมระบายความร้อน และติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีเข้ากับแผงวงจร ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 3 และ 4

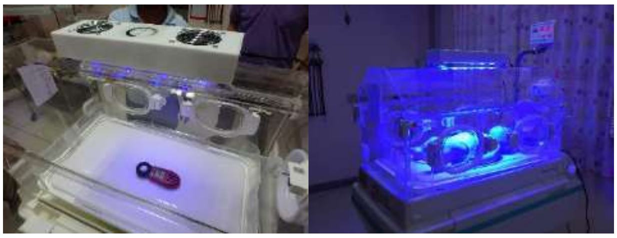


รูปที่ 3 การร่างรูปทรงของโคมไฟและการออกแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ

รูปที่ 4 การประกอบวงจรควบคุมและติดตั้งหลอดไฟแอลอีดี

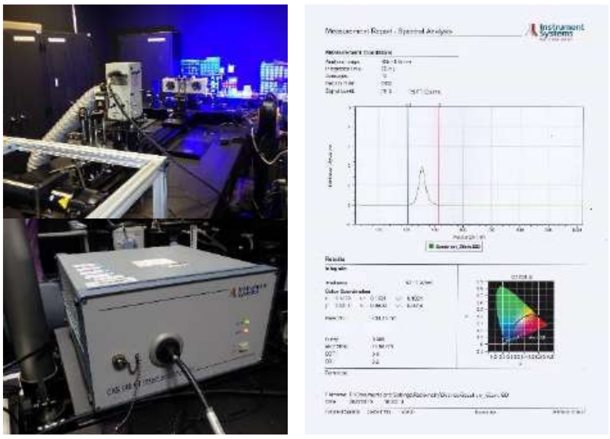
3. การทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากที่เราได้ทำการประกอบตัวโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะเริ่มนำไปทดสอบการติดตั้งโคมไฟแอลอีดีเข้ากับตู้อบทารกตัวเหลือง (ดังรูปที่ 5) ที่สาขากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยนายแพทย์ปราการ ทัตติยกุล ซึ่งเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านทารกแรกเกิดและเป็นผู้ร่วมในงานวิจัยนี้ด้วยคอยคุมการทดสอบอย่างใกล้ชิด ซึ่งสามารถยึดเกาะกับตัวตู้อบได้เป็นอย่างดี สามารถให้แสงไฟกระจายครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของตู้อบ สามารถนำไปแขวนกับเสาน้ำเกลือที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในโรงพยาบาลได้



รูปที่ 5 การติดตั้งโคมไฟแอลอีดีเข้ากับตู้อบทารกตัวเหลือง

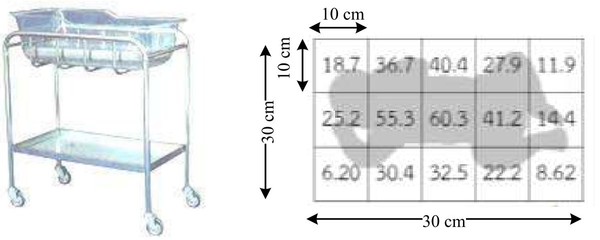
จากนั้นจึงเริ่มวัดค่าความสว่างของโคมไฟโดยใช้เครื่องมือวัด Lux meter รุ่น HS1010 เมื่อปรับความสว่างสูงสุดมีค่าเท่ากับ 762 ลักซ์ เมื่อเปรียบเทียบกับโคมไฟแอลอีดีที่โรงพยาบาลใช้งานอยู่จะมีค่าเท่ากับ 350 ลักซ์ และมีความเข้มแสงเชิงสปกตรัมตามคุณสมบัติที่ระบุในคู่มือมีค่าเท่ากับ 40 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟแอลอีดีกับตัวทารก 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นการยืนยันคุณสมบัติการทำงานของโคมไฟแอลอีดีที่เราได้นำเสนอไปทดสอบที่สถาบันมาตรวิทยา ประเทศไทย ด้วยเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (CAS 140CT) และขอใบรับรองมาตรฐาน ดังรูปที่ 6 โดยค่าความยาวที่อ่านได้ประมาณ 455 นาโนเมตร และความเข้มแสงเชิงสปกตรัมโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 60.67, 51.51 และ 43.33 $\mu W/cm^2/nm$ ที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟแอลอีดีกับตัวทารก 30, 40 และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อใช้ค่าความสว่างสูงสุด



รูปที่ 6 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (CAS 140CT) และใบรับรองมาตรฐานที่ออกโดยสถาบันมาตรวิทยา ประเทศไทย

นอกจากนั้นแล้วเรายังได้นำคลิปสำหรับวางทารกซึ่งมีขนาด 30×50 cm เพื่อพิจารณาความเข้มแสงเชิงสปกตรัมที่ตำแหน่งต่างๆ ที่มีพื้นที่ย่อยขนาด 10×10 cm ดังรูปที่ 7 เมื่อใช้เปอร์เซ็นต์ความสว่างจากหลอดแอลอีดีที่แตกต่างกัน รวมถึงระยะห่างระหว่างโคมไฟแอลอีดีกับตัวทารกที่แตกต่างกันด้วย ดังปรากฏผลการทดสอบในตารางที่ 1 โดยค่า

ความเข้มโดยเฉลี่ยมากกว่า 30 µW/cm^2/nm (ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่แพทย์ใช้ในการรักษา) ที่ระยะห่างระหว่างตัวโคมและทารกที่ทำการรักษา 30 เซนติเมตร โดยที่ใช้ความสว่างเพียง 70% ของความสว่างสูงสุดเท่านั้น ซึ่งเป็นการประหยัดการใช้พลังงานได้อีกทางหนึ่ง ในขณะเดียวกันก็ได้วัดความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาจากตัวโคมโดยวัดที่บริเวณโดยรอบของตัวโคมไฟซึ่งมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าค่าอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) โดยเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ค่าความสว่างสูงสุด



รูปที่ 7 ความเข้มแสงเชิงสปกตรัมที่ตำแหน่งต่างๆ บนคลิปวางทารก

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มแสงโดยเฉลี่ยที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟแอลอีดีกับตัวทารกและความสว่างของหลอดแอลอีดีที่ต่างกัน

% ความสว่างของแสงจากหลอดแอลอีดี	ความเข้มแสงโดยเฉลี่ย (µW/cm^2/nm) ที่ระยะห่างระหว่างโคมไฟแอลอีดีกับตัวทารก		
	30 ซม.	40 ซม.	50 ซม.
70%	33.85	28.80	24.64
80%	40.13	34.50	29.19
90%	44.69	38.66	32.87
100%	60.67	51.51	43.33

4. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาโคมไฟแอลอีดีกำลังสูงสำหรับรักษาภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ใช้กำลังไฟฟ้า 36 วัตต์ ให้ค่าความเข้มโดยเฉลี่ยมากกว่า 30 µW/cm^2/nm ที่ระยะห่างระหว่างตัวโคมและทารกที่ทำการรักษา 30 เซนติเมตร ให้แสงที่มีค่าความยาวคลื่นประมาณ 450-460 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้ในการรักษาที่ดีที่สุด สามารถปรับระดับความสว่างได้หลายระดับตามความต้องการแพทย์ สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งกระแสสลับและกระแสตรง มีความร้อนเกิดขึ้นที่บริเวณตัวโคมไฟเพียงเล็กน้อย สามารถตั้งเวลาควบคุมการเปิด-ปิด และบันทึกระยะเวลาการทำงานหลอดไฟได้อัตโนมัติ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนงบประมาณในการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ประจำปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอิเล็กทรอนิกส์ของราชการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, http://www.oic.go.th/INFOCENTER17/1701/.

[2] นันทพร พ่วงแก้ว, “Breastfeeding in neonatal jaundice,” งานการพยาบาลกุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช, 2554.

[3] อาทิตย์ ธรรมตระการ, “ผลิตภัณฑ์ Infant Incubator Model V-850,” ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า พาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[4] เกรียงศักดิ์ จีระแพทย์, วีณา จีระแพทย์, “ประสิทธิภาพของเครื่องส่องไฟ-ศิริราชในการลดระดับบิลิรูบินในพลาสมา,” วารสารกุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช ปีที่ 36 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2540 หน้า 284-290.

[5] Bianca M. R. Martins, Manoel de Carvalho, Maria E. L. Moreira, José M. A. Lopes, “Efficacy of new microprocessed phototherapy system with five high intensity light emitting diodes (Super LED),” Jornal de Pediatria, vol. 83, no. 3, pp. 253-258, 2007.

[6] Johanna V. C., Corey R., Marie A. D., and et al., “Prospective Randomized Controlled Study Comparing Low-Cost LED and Conventional Phototherapy for Treatment of Neonatal Hyperbilirubinemia,” Journal of Tropical Pediatrics Advance Access, pp. 1-6, 13 Sept., 2011.

ระบบอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย

The Power Consumption Reading System through Wireless Computer Network

ปริญญา รจนา[1] กฤษฎา พรมพินิจ[1]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 081-2628388 E-mail: p_rojchana@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอระบบอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคืออุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า (Power Meter) และอุปกรณ์ควบคุมแบบไร้สาย ส่วนของอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้าใช้เพาเวอร์มิเตอร์รุ่น PM800 ในการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ควบคุมแบบไร้สายใช้ NodeMCU ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากเพาเวอร์มิเตอร์ เพื่อส่งข้อมูลไปยังระบบเครือข่ายในรูปของสัญญาณแบบไร้สาย จากการทดสอบระบบประกอบด้วยจุดอุปกรณ์ควบคุมไร้สาย 6 จุด โดยสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Point) ความถี่ 2.4 GHz อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถสื่อสารได้ดีในรัศมีเครือข่ายไม่เกิน 100 m การแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ (Web Site) ที่ถูกบรรจุอยู่ใน NodeMCU ซึ่งอุปกรณ์สื่อสารอัจฉริยะเช่น โทรศัพท์อัจฉริยะ (Smart Phone) แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค เมื่ออยู่บริเวณพื้นที่ให้บริการของเครือข่ายไร้สายจะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านหน้าเว็บไซต์ได้ทันที จากการทดสอบความเร็วของการสื่อสารแบบไร้สายได้เวลาในการตอบสนองการรับส่งข้อมูลขณะดำเนินการ ping ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณกับอุปกรณ์ควบคุมไร้สายได้เวลาเฉลี่ย 24 ms ที่ระยะทาง 100 m และค่าเวลาของการตอบสนองของข้อมูลระหว่างจุดวัดกับอุปกรณ์อัฉริยะ (ค่า latency) ได้เวลาไม่เกิน 512.83 ms

คำสำคัญ : ระบบอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า, เครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย, อุปกรณ์ควบคุมแบบไร้สาย

Abstract

This article is a presentation of the power consumption system through wireless computer network consists of two parts: Power Meter and Wireless Controller. The electrical measuring device uses the PM800 power meter to measure electrical power. For wireless controllers use NodeMCU to read data from the power meter. To send data to the network in the form of wireless signals. The system test consists of six wireless control points by wireless communication with the 2.4 GHz. All devices can communicate well in a network radius of up to 100 m. Electricity is in the form of a Web site that is included in NodeMCU. Smart phones, tablets and notebook computers. When the area of the wireless network will be accessible through the site immediately. Based on the speed of wireless communication, the response time for data transmission while pinging data between broadcast equipment and wireless control devices was 24 ms at a distance of 100 m and The response time between the measurement and the latency is 512.83 ms.

Keywords : Power Consumption Reading System, Wireless Computer Network, Wireless Controller

1. บทนำ

เทคโนโลยีแบบไร้สายถือว่ามีบทบาทมากในปัจจุบัน เพราะทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะได้ถูกพัฒนาจนทำให้ทุกๆ คนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆได้โดยง่าย สำหรับเทคโนโลยีระบบเฝ้าตรวจวัดอัจฉริยะนั้นในหลายๆวงการได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เช่น ระบบเฝ้าตรวจวัดในอุตสาหกรรมการผลิตกระแสไฟฟ้า ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นต้น และแนวโน้มการพัฒนาจะอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์แบบไร้สายเป็นส่วนมาก ดังนั้นในระบบที่มีการตรวจวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าและทางกายภาพที่ต้องการการตรวจวัดจำนวนหลายๆจุด อุปกรณ์ตรวจวัดในแต่ละจุดจึงจำเป็นต้องใช้เป็นอุปกรณ์ไร้สายเป็นทางเลือกที่เหมาะสม จากการศึกษาข้อมูลที่ผ่านมาจากบทความและที่ได้มีการนำเสนออุปกรณ์ตรวจวัดแบบไร้สายทั้งที่อยู่ในรูปแบบไร้สายที่ไม่เป็นเครือข่าย และเป็นครือข่ายไร้สาย มีดังนี้

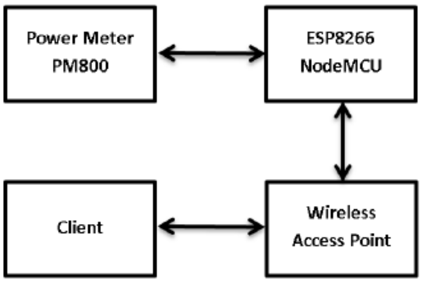
ในปีพ.ศ.2556 นราธิป ทองปาน และคณะ ได้การศึกษาการพัฒนาระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยใช้ X-Bee โดยการทดลองพบว่า ระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ แต่ในระยะ

140 – 200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ การทดลองแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20 - 200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ [1] ในปีค.ศ.2006 Yasunori และคณะ ได้ทำระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับโครงสร้างของระบบเพาะปลูก แบบไอที และเกษตรเชิงท่องเที่ยวโดยมีการเฝ้าตรวจวัดเช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง เป็นต้น มีการแสดงข้อมูลในรูปแบบ ของเว็บไซต์โดยผ่านการส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยอุปกรณ์ กระจายสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) ในคลื่นความถี่ 2.4 GHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 54Mbps สื่อสารได้ในระยะไกลและต้องใช้กำลังไฟฟ้าในปริมาณมากเนื่องจากเป็น อุปกรณ์ขนาดใหญ่ [2] ต่อมาในปีค.ศ.2007 Masayuki H. และคณะ ได้มีการออกแบบอุปกรณ์เก็บข้อมูลภาคสนาม (field server) ขึ้นมา เพื่อใช้ในการตรวจวัดสภาพอากาศภายในพื้นที่การท า การเกษตร มีการเชื่อมต่อเพื่อเข้าถึงข้อมูลแบบไร้สาย แสดงผล ในรูปแบบของเว็บไซต์ซึ่งทำให้สะดวกต่อการใช้งานเป็นอย่าง มาก และมีการส่งสัญญาณได้ในระยะไกล แต่อุปกรณ์ตรวจวัด สภาพอากาศยังมีความต้องการกำลังไฟฟ้าที่มาก [4] เมื่อเร็วนี้ๆในปีค.ศ.2011 Kanda K. และคณะ ได้มี การศึกษาระบบเฝ้าตรวจวัดภาคสนามโดยใช้ Argi-Server โดยภายในระบบจะมีสถานีตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อมต่างๆ (weather station) มีการส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังเซิฟเวอร์ใน ระยะ 150 m โดยอาศัยอุปกรณ์ Zigbee คลื่นความถี่ 2.4 GHz มีความเร็วของการรับส่งข้อมูลมากสุด 5 Mbps เป็นอุปกรณ์ไร้สายในงานวิจัย [3] จากการศึกษางานวิจัยต่างๆพบว่าการใช้เครือข่ายตรวจวัดแบบไร้สายส่วนมากจะใช้อุปกรณ์ Zigbee ในการส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยระบบนี้ใช้การติดต่อสื่อสารตาม มาตรฐาน IEEE 802.15.4 ซึ่งความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุดไม่ เกิน 4 Mbps อุปกรณ์นี้ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำแต่ยังคงมีราคาแพง สำหรับงานวิจัย [4] ที่ใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) ในการรับส่งข้อมูลมีข้อดีคือสามารถสื่อสารในระยะไกลได้ตั้งแต่ 150-300 m แต่ราคาอุปกรณ์และการใช้กำลังไฟฟ้าสูง ในบทความนี้เป็นการนำเสนอเทคโนโลยีแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้กับเครื่องมือตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า PM800 โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สายที่มีขนาดเล็กและใช้กำลังงานไฟฟ้าต่ำโดยมีการเข้าถึงข้อมูลแบบเครือข่ายไร้สาย และแสดงผลในรูปแบบของเว็บไซต์แบบง่าย ด้วยเหตุที่ตัวอุปกรณ์มีขนาดเล็ก ข้อดีคือสะดวกต่อการติดตั้ง พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ใช้พลังงานต่ำและราคาถูก โดยแต่ละจุดตรวจวัดใช้อุปกรณ์ควบคุมไร้สายโมดูล NodeMCU ที่สามารถติดต่อสื่อสาร แบบไร้สายใช้ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n [5] ความเร็วการส่งข้อมูลได้สูงสุด 54 Mbps

2. หลักการที่นำเสนอ

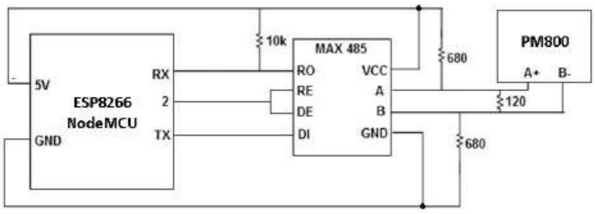
2.1 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 อุปกรณ์สำหรับวัดค่าพลังงานทางไฟฟ้าใช้ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น PM800 ส่วนที่ 2 เป็นอุปกรณ์ควบคุมแบบไร้สายใน บทความนี้ใช้โมดูล NodeMCU เป็นตัวอ่านค่าและประมวลผล รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สายมีกำลังการส่ง 20 dBm มีหน่วยความจำ 4 MB ส่วนที่ 3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สาย (Access point) ทำหน้าที่ กำหนดหมายเลขไอพี (IP Address) ให้กับอุปกรณ์ที่เข้ามา เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติ (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) เพื่อให้ได้การเข้าถึงข้อมูลผ่านหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 1 แผนผังการท างานของระบบ

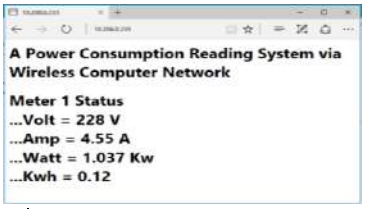
จากรูปที่1 หลักการทำงานจะเริ่มจากการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าด้วย PM800 ในรูปแบบแรงดันและกระแสไฟฟ้าแล้วติดต่อสื่อสารกับ NodeMCU ผ่านช่อง RS485 ตามมาตรฐาน Modbus RTU จากนั้น NodeMCU จะทำการประมวลผลข้อมูลเพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์ที่ถูกเขียนและบรรจุเข้าไว้ในโมดูลดังกล่าวเรียบร้อยแล้วจึงส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณในรูปแบบของสัญญาณไร้สาย ตัวกระจายสัญญาณจะทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่าง NodeMCU และลูกข่าย (Client) ที่เข้ามาดูข้อมูลในบริเวณพื้นที่ให้บริการด้วยคลื่นความถี่ 2.4 GHz สำหรับวงจรอ่านค่าทางไฟฟ้าแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรอ่านค่าทางไฟฟ้า

2.2 การแสดงผลข้อมูล

การแสดงข้อมูลจะเป็นการแสดงผลบนเว็บไซต์ไม่จำเป็นต้องลงแอพพลิเคชันบนอุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Device) เนื่องจากอุปกรณ์มีหลากหลายชนิดเช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค อุปกรณ์เหล่านี้จึงสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยสะดวกผ่านเว็บไซต์ที่ให้บริการในพื้นที่

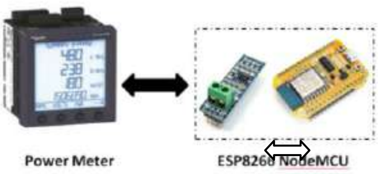


รูปที่ 3 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์

จากรูปที่ 3 เป็นหน้าจอแสดงผลที่อยู่ในรูปแบบของ เว็บไซต์แบบง่ายมีการเรียกดูข้อมูลโดยการเรียกดูผ่านเว็บบราวเซอร์ดังนี้ พิมพ์ URL ตามด้วยหมายเลขไอพีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สายกำหนดให้กับ NodeMCU เพื่อเข้าดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.3 ระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่ายจะเป็นการเชื่อมต่อแบบ Star เนื่องจาก ใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณเป็นตัวกำหนดหมายเลขไอพีให้กับผู้เข้ามาใช้งานและเป็นตัวกลางในการใช้รับข้อมูลจากจุดอ่านค่าแบบไร้สาย (Reading node) ในย่านความถี่ 2.4 GHz



รูปที่ 4 การรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัด

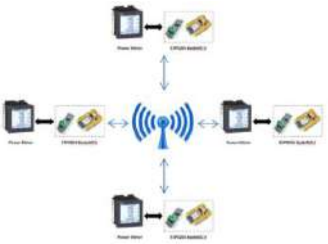
จากรูปที่4 จุดอ่านค่าแบบไร้สาย 1 จุดประกอบไป ด้วยโมดูล NodeMCU และ PM800 โดย PM800 จะทำการวัดค่าพลังงานทางไฟฟ้า จากนั้น NodeMCU จะทำการอ่านค่าข้อมูลจาก PM800 ผ่านช่องสัญญาณ RS485 เพื่อทำการประมวลผลโดยมีการสื่อสารเป็นแบบ Modbus แล้วจัดข้อมูลการแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์แบบง่าย

รูปที่ 5 แผนผังระบบเครือข่ายไร้สายที่นำเสนอ

จากรูปที่ 5 แสดงการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายระหว่าง อุปกรณ์อัจฉริยะกับจุดอ่านค่าจำนวน 6 จุด โดยมีอุปกรณ์ กระจายสัญญาณเป็นสื่อกลางของการรับส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ 1 ตัว สามารถรับข้อมูลจากจุดอ่านค่าได้หลายจุด และส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อัจฉริยะได้หลายอุปกรณ์ในเวลาเดียวกัน สำหรับบทความนี้ได้ทำการทดสอบอ่านค่ากับอุปกรณ์ตรวจวัดจำนวน 6 จุดเท่านั้น

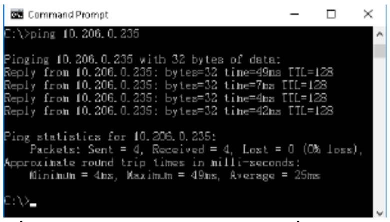
3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองระบบเครือข่ายแบบไร้สายจำนวน 1 จุด พบว่าอุปกรณ์ใช้กำลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 1.25W ต่อจุด โดยมีแหล่งจ่ายพลังงานแรงดันไฟฟ้า 5 V และกระแสไฟฟ้าขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 250 mA ทำการทดสอบรัศมีการรับส่งข้อมูลไร้สายระหว่างจุดอ่านค่ากับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ โดยมีการดำเนินการทดสอบ รัศมีโดยรอบเป็นจำนวน 4 ทิศ ดังรูปที่ 6



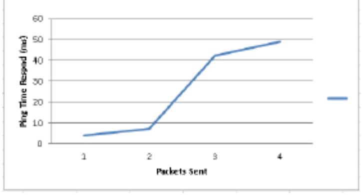
รูปที่ 6 ทดสอบทิศการรัศมีการติดต่อสื่อสารระหว่างจุดของอุปกรณ์ตรวจวัดกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

การทดสอบระบบได้ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของอุปกรณ์ อ่านค่าห่างจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณของทั้ง 4 ทิศ ครั้งละ 20 m จนครบ 100m แล้วจึงเปลี่ยนระยะห่างด้วยการเพิ่มครั้ง ละ 1 m ทั้งนี้ทำการทดสอบกับคำสั่งมาตรฐานการตอบสนองของอุปกรณ์ไร้สายภายในระบบเครือข่ายด้วยคำสั่ง ping ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการทดสอบเวลาของการรับส่งข้อมูลใน 4 แพ็กเกจ ต่อ 1 ครั้งของการ ping 1 แพ็กเกจมีข้อมูลจำนวน 32 byte แล้วบันทึกข้อมูลเวลาไปและกลับระหว่าง ดังรูปที่ 7

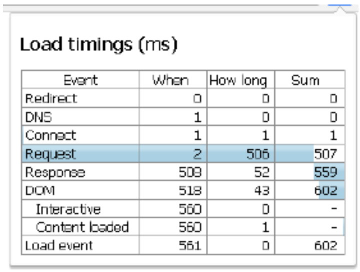


รูปที่ 7 ผลการทดลองกับคำสั่ง ping ที่ระยะ 100 m

จากรูปที่7 ผลการทดลองของการส่งสัญญาณสื่อสารในระยะรัศมี 100 m ด้วยคำสั่ง ping จาก Command Prompt จะเห็นได้ว่าระบบตรวจวัดยังสามารถติดต่อสื่อสารรับ-ส่งข้อมูล มายังตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สายได้ความเร็วในการส่งข้อมูลไปหาจุดอ่านค่าแล้วส่งข้อมูลกลับมายังอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สายขนาด 32 byte 4 แพ็คเกจ ได้ เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 25 ms



รูปที่ 8 เวลาการตอบสนองที่ระยะทาง 100m ที่ได้จากการ ping



Load timings (ms)

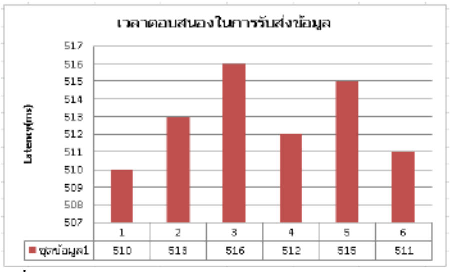
Event	When	How long	Sum
Redirect	0	0	0
DNS	1	0	0
Connect	1	1	1
Request	2	506	507
Response	508	52	559
DOM	518	43	602
Interactive	560	0	-
Content loaded	560	1	-
Load event	561	0	602

รูปที่ 9 ตัวอย่างการตอบสนองการแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์ 1 จุด

จากรูปที่ 9 แสดงถึงแบนด์วิธของช่องสัญญาณในการรับส่งข้อมูลจริงที่ได้จากการใช้ Page Load Time ที่เป็นส่วนขยายของ Chrome เมื่อข้อมูลไปปรากฏบนเว็บไซต์ค่าเวลาในการรับส่งข้อมูลนี้เรียกว่าค่า latency จะพบว่าที่จุดอุปกรณ์อ่านค่าถูกกำหนดให้ส่งข้อมูลรวมแล้วเท่ากับ 156 Byte และเวลาตอบสนอง (latency) เฉลี่ยทั้ง 6 จุด มีค่าเท่ากับ 512.83 ms แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองการแสดงผลบนเว็บไซต์ทั้ง 6จุด

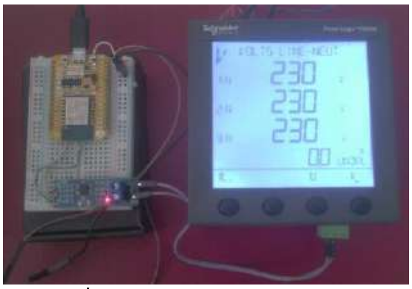
จุดวัด	ขนาด(Byte)	เวลา(ms)
1	156	510
2	156	513
3	156	516
4	156	512
5	156	515
6	156	511
ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนอง		512.83



รูปที่ 10 ตัวอย่างกราฟการตอบสนองของจุดอ่านค่า 6 จุด

4. สรุปผล

จากการทดลองระบบอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย พบว่าจุดอุปกรณ์อ่านค่าแบบไร้สายมีขนาดเล็ก ราคาถูก และจากการออกแบบระบบอ่านค่ากับอุปกรณ์ตรวจวัดทั้ง 6 จุด สามารถรับส่งข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีค่าเวลาของการตอบสนองจากคำสั่ง ping เฉลี่ยเท่ากับ 25 ms และค่า Latency Time ของการแสดงผลข้อมูลบนบนเว็บไซต์ทั้ง 6 จุดกับอุปกรณ์อัจฉริยะที่กำลังเข้าถึงตัวข้อมูลบนเว็บไซต์เท่ากับ 512.83 ms ระบบเครือข่ายดังกล่าวจึง เป็นระบบอ่านค่าแบบไร้สายขนาดเล็ก ง่ายต่อการติดตั้งและมีราคาถูก เหมาะสมกับงานที่ต้องใช้เป็นจำนวนมาก โดยมีการต่อวงจรใช้งานจริงเพื่อหาผลทดลอง แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การต่อวงจรใช้งานจริง 1 จุด

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนในโครงการวิจัยการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] นราธิป ทองปาน(2559). การระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย,การประชุมวิชาการของมหาราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม

[2] Yasunori, S., Takanobu, S., Kin-ichi, K., Katsuharu, S., Masayuki, H., Tokihiro, F., Ryoichi, Y., Setsuo, T., Kazuhiko, Y., Sumio, W., Fumitoshi, K., Takuyu, K. and Takaharu, K. (2006). Field Server Monitoring System for Construction of IT Farming and Agri-tourism, SICEICASE Internation Joint Conference 2006, Busan, Korea.

[3] Harafuji, M., Yoichi, H., Haoming, H., Fukatsu, T., TanaKa, K., Kiura, T., Fuikui, K. and Ninomiya, S. (2007). Architecture of the Advanced Field Server, SICE Annual Conference 2007, Kagawa University, Japan.

[4] Kanda, K., Ishii, T., Kameoka, T., Saitoh, K. and Sugano, R. (2011). Field Monitoring System Using AgriServer, SICE Annual Conference 2011, Tokyo, Japan.

[5] IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee. (2013). IEEE 802 Working Groups and Study Groups, URL: http://www.ieee802.org, access on 10/04/2016

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

การประเมินสถานะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนด้วยแลปวิวโดยใช้วิธีการวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี

LabVIEW based Lithium-ion Battery State Evaluation using Electrochemical Impedance Spectroscopy Techniques

Chhunhour Yek[1] สุริยันต์ แก้วหาวงษ์[2] ชัยวัฒน์ ศรีทอง[3] คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์[4] และเฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร[5*]

[1, 2, 3, 5*]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131 โทรศัพท์ 0-3810-2222 *E-mail: chalerm@eng.buu.ac.th

[4]คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 0-2329-8000 E-mail: kakongsa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้กล่าวถึงการประเมินสถานะแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนโดยใช้วิธีการวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี การทำงานจะใช้โปรแกรมแลปวิวเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับทำหน้าที่ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์ของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน จากการทดสอบพบว่าค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์และค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าที่วัดได้สามารถนำมาใช้ในการประมาณสถานะการชาร์จและความสมบูรณ์ของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน, การวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี, สถานะการชาร์จ, สถานะความสมบูรณ์

Abstract

This article describes the technique of electrochemical impedance spectroscopy to evaluate for lithium-ion battery. The LabVIEW program and data acquisition are used to measure the voltage and current to analyze the impedance of lithium-ion battery. The experimental results showed that the electrolyte resistance and the charge transfer resistance can be used to estimate the state of charge (SoC) and the state of health (SoH) for lithium-ion batteries. The performance of this testing is satisfactory.

Keywords: Lithium-ion Battery, Electrochemical Impedance Spectroscopy, Stage of Charge, Stage of Health

1. บทนำ

แบตเตอรี่เป็นระบบพลังงานต้นทางที่สำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ข้อดีของแบตเตอรี่คือมีแรงดันไฟฟ้าสูง ความหนาแน่นของพลังงานสูง อายุการใช้งานนานและอัตราการคายประจุตัวเองต่ำสำหรับแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จไฟใหม่ได้จึงเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายมาก เช่น ในเครื่องสำรองไฟ โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ไฟฟ้าและเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น การตรวจสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่แบบชาร์จไฟได้จึงมีความสำคัญ [1] การประเมินสถานะแบตเตอรี่จะพิจารณา 2 เรื่อง ดังนี้ เรื่องที่หนึ่งพลังงานคงเหลือของแบตเตอรี่ซึ่งเรียกว่าสถานะการชาร์จ (SoC) [2] เรื่องที่สองอายุการใช้งานแบตเตอรี่ที่ลดลงตลอดการใช้งานซึ่งเรียกว่าสถานะความสมบูรณ์ (SoH) [3] สำหรับวิธีที่ใช้ในการประเมินค่า SoC วิธีที่หนึ่งการนับคูลอมป์คือการตรวจสอบการนับกระแสที่เข้าหรือออกจากเซลล์ [4] วิธีที่สองตารางการค้นหาแบบใช้แรงดันไฟฟ้าเทียบกับสถานะการชาร์จ (OCV/SoC) คือการวัดแรงดันไฟฟ้าขณะวงจรเปิด (OCV) และเปรียบเทียบกับตารางการค้นหาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อประมาณ SoC วิธีที่สามการวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี(EIS) คือการสร้างแบบจำลองทางเคมีไฟฟ้าซึ่งใช้สมการคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนสำหรับการคาดการณ์ค่าของ SoC และ SoH [5]

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการวัดอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี

การวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Impedance Spectroscopy: EIS) เป็นการแทนโครงสร้างทางเคมีด้วยแบบจำลองทางไฟฟ้า โดยการวัดผลตอบสนองทางความถี่ของเอาต์พุตเทียบกับอินพุต ซึ่งเป็นการวัดขนาดและเฟสของแรงดันกับกระแสที่แบตเตอรี่ โดยจะได้ฟังก์ชันอิมพีแดนซ์ของความถี่ ดังสมการที่ (1) แล้วนำค่าอิมพีแดนซ์ที่ความถี่ต่างๆ มาพล็อตเป็นกราฟไนควิสต์

$$Z = \frac{V}{I}\angle(\theta_v - \theta_i) = \mathrm{Re}(Z) + \mathrm{Im}(Z) \tag{1}$$

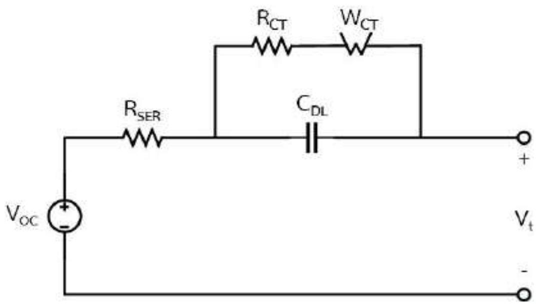
โดย

$\mathrm{Re}(Z)$ คือค่าจำนวนจริงของอิมพีแดนซ์

$\mathrm{Im}(Z)$ คือค่าจำนวนจินตภาพของอิมพีแดนซ์

2.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบตเตอรี่

วงจรไฟฟ้าสมมูลแบบไดนามิคของแบตเตอรี่ แสดงดังรูปที่ 1 เป็นแบบจำลองพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไปประกอบด้วย แรงดันไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ (V_t) จะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (V_{OC}) ความต้านทานอิเล็กโทรไลต์(Electrolyte Resistance: R_{SER}) ความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้า(Charge Transfer Resistance: R_{CT}) วอเบิร์กอิมพีแดนซ์(Warburg Impedance: W_{CT}) เป็นส่วนที่แสดงถึงการแพร่กระจายภายในเซลล์ไฟฟ้าเคมีของค่าอิมพีแดนซ์ที่ความถี่ต่ำมาก และตัวเก็บประจุ(Double Layer Capacitor: C_{DL})

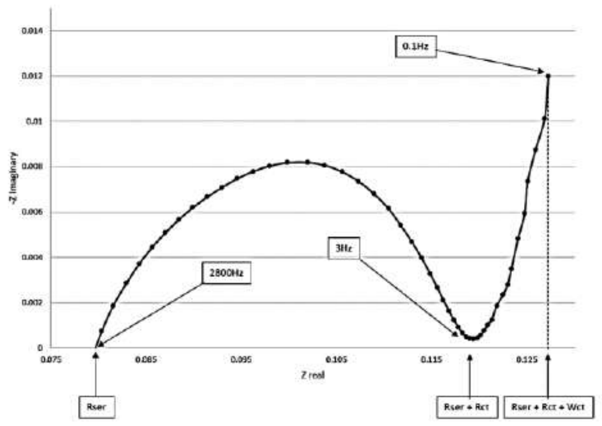


รูปที่ 1 วงจรไฟฟ้าสมมูลของแบตเตอรี่

2.3 การพิจารณาความต้านทานภายในของแบตเตอรี่

จากวงจรไฟฟ้าสมมูลของแบตเตอรี่และกราฟไนควิสต์ สามารถพิจารณาความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 2 จะได้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ค่าอิมพีแดนซ์ของแบตเตอรี่ ดังสมการที่ (2)

$$Z = R_{SER} + (R_{CT} + W_{CT}) \,||\, Z_{C_{DL}} \tag{2}$$



รูปที่ 2 กราฟไนควิสต์ของอิมพีแดนซ์สมมูลที่ความถี่ต่างๆ

โดยความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ จะพิจารณาที่ความถี่สูง 2,800Hz เมื่อป้อนความถี่สูงเข้าไปยังขั้วของแบตเตอรี่จะทำให้ค่า $Z_{C_{DL}}$ มีค่าน้อยมากๆ ดังนั้นค่าอิมพีแดนซ์สมมูลที่ได้จะเป็นดังสมการที่ (3)

$$Z = \mathrm{Re}(Z) = R_{SER} \tag{3}$$

สำหรับความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้า จะพิจารณาที่ความถี่ต่ำ 3Hz ค่าอิมพีแดนซ์สมมูลที่ได้เป็นดังสมการที่ (4)

$$Z = \mathrm{Re}(Z) = R_{SER} + R_{CT} \tag{4}$$

จะได้ความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าเป็นดังสมการที่ (5)

$$R_{CT} = \mathrm{Re}(Z) - R_{SER} \tag{5}$$

ส่วนช่วงความถี่ต่ำมากๆ ตั้งแต่ความถี่ 3Hz จนถึง 0.1Hz จะปรากฏผลของวอเบิร์กอิมพีแดนซ์ ซึ่งค่าอิมพีแดนซ์สมมูลที่จะมีค่าเป็นดังสมการที่ (6)

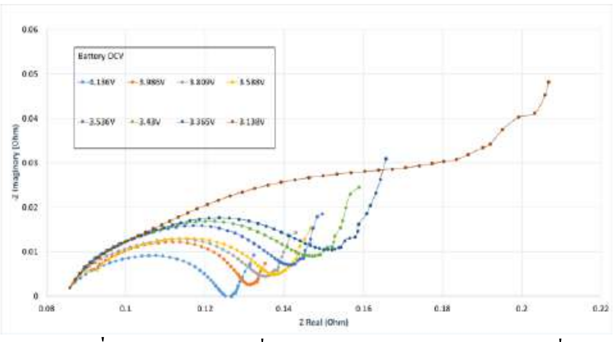
$$Z = R_{SER} + R_{CT} + W_{CT} \tag{6}$$

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 Pre processing

ในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บข้อมูลของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน Ultrafire 14500(AA) ขนาดแรงดันไฟฟ้า 3.7V และความจุ 1,200mAh ด้วยเครื่อง AUTOLAB โดยใช้โหมด FRA ปรับความถี่ตั้งแต่ 0.1Hz ถึง 2,800Hz พล็อตกราฟไนควิสต์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ากับสถานะการชาร์จและความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานอิเล็กไทรไลต์กับสถานะความสมบูรณ์ของแบตเตอรี่

3.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ากับสถานะการชาร์จ



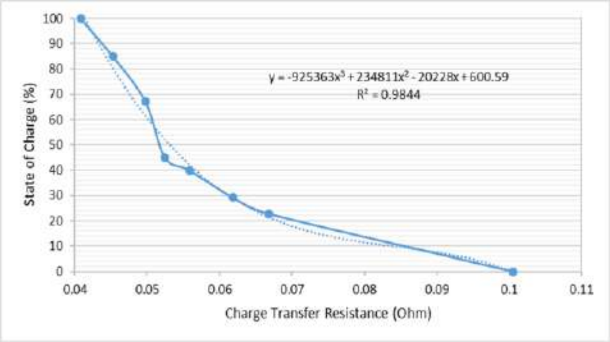
รูปที่ 3 กราฟไนควิสต์ที่ค่าแรงดันไฟฟ้าต่างๆ ของแบตเตอรี่

พล็อตกราฟไนควิสต์ของแบตเตอรี่ขณะชาร์จเต็ม ต่อมาทำการดิสชาร์จแบตเตอรี่ และพักไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่นั้นมีสภาวะคงตัว ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าเมื่อสถานะการชาร์จเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยดูจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 3 สามารถหาค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าได้ดังสมการที่ (5) และจะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้าหรือ

สถานะการชาร์จของแบตเตอรี่มีค่าลดลง ค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าจะมีค่ามากขึ้น จึงสามารถนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ากับสถานะการชาร์จได้ ดังรูปที่ 4

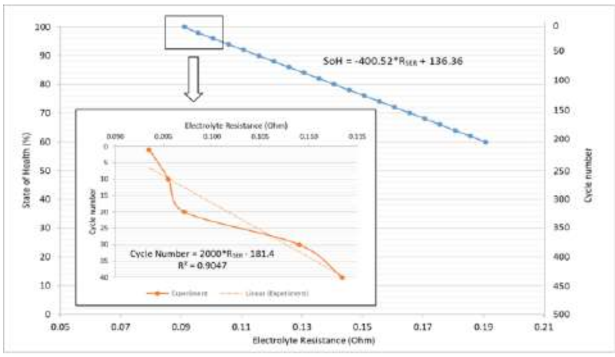
จากข้อมูลในรูปที่ 4 จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ากับสถานะการชาร์จ ดังสมการที่ (7)

$$SoC = -925363R_{CT}^3 + 234811R_{CT}^2 - 20228R_{CT} + 600.59 \quad (7)$$



รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าและสถานะการชาร์จ

3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์กับสถานะความสมบูรณ์



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการใช้งานของแบตเตอรี่กับค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ที่คาดการณ์โดยใช้สมการเชิงเส้น

จะใช้โหมด FRA ของเครื่อง AUTOLAB ที่ความถี่สูง 2,800Hz เพื่อหาค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ ดังสมการที่ (3) และทำการดิสชาร์จแบตเตอรี่เพื่อให้ความจุไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่หมดลง และจะชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มอีกครั้ง เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนรอบการใช้งาน (Cycle Number) ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์เมื่อสถานะความสมบูรณ์เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยดูจากจำนวนรอบการใช้งานของแบตเตอรี่ จากข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 5 จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์กับจำนวนรอบการใช้งาน และค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์กับสถานะความสมบูรณ์ ได้ดังสมการที่ (8) และ (9) ตามลำดับ

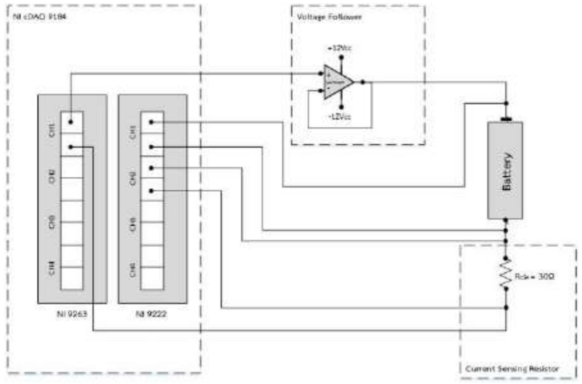
$$SoH = -400.09R_{SER} + 136.3 \quad (8)$$

$$\text{Cycle number} = 2000R_{SER} - 181.4 \quad (9)$$

3.2 Processing

โดยโครงสร้างของระบบการประเมินสถานะแบตเตอรี่ ซึ่งจะควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ทำการรวบรวมข้อมูลในอัตราที่สูงและอำนวยความสะดวกในการประมวลผลข้อมูลอย่างรวดเร็ว ใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับหน่วยรวบรวมข้อมูลจาก National-Instruments NI-cDAQ-9184 มีโมดูล NI-9222 อินพุตแบบอนาล็อก 4 แชนแนล ที่ 16 บิต 500 kS/s/ch และโมดูล NI-6263 เอาต์พุตแบบอนาล็อก 4 แชนแนล ที่ 16 บิต 100 kS/s/ch เชื่อมต่อผ่านพอร์ต Ethernet, TCP/IP Network บนคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถถ่ายโอนข้อมูลได้รวดเร็ว สำหรับการเก็บข้อมูล (ADC) รวมทั้งระบบการสร้างสัญญาณ (DAC) จะถูกควบคุมโดย LabVIEW

ในส่วนของอินเตอร์เฟสซิ่งเซอร์กิต แสดงในรูปที่ 6 โมดูล NI-9263 แชนแนลที่ 1 ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ต่างๆ ป้อนไปยังออปแอมป์(Op-Amp) เบอร์ UA741CP ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณตามแรงดัน(Voltage Follower) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอิ่มตัวของแรงดันไฟฟ้าและนำสัญญาณไปป้อนเข้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ต่อมาโมดูล NI-9222 แชนแนลที่ 1 จะทำหน้าที่วัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าแบบอนาล็อกที่ปรากฏขึ้นที่ขั้วของแบตเตอรี่ และแชนแนลที่ 2 ทำหน้าที่วัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน(R_{CSR}) ที่ต่ออนุกรมกับแบตเตอรี่ เพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ สุดท้ายจะนำผลตอบสนองของค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์



รูปที่ 6 ส่วนฮาร์ดแวร์ของระบบประเมินสถานะของแบตเตอรี่

โดยเริ่มต้นทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร(Open Circuit Voltage: OCV) ที่ขั้วของแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และเก็บข้อมูลไว้ จากนั้นจะกำเนิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ 2,800Hz รวมกับค่าแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจรและป้อนเข้าไปที่ขั้วของแบตเตอรี่ พร้อมกับวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในเวลาเดียวกัน ต่อมาจะทำการประมวลผลสัญญาณเพื่อหาค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ หลังจากนั้นจะใช้หลักการเดียวกันกับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ 3Hz สำหรับทำการประมวลผลสัญญาณเพื่อหาค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้า

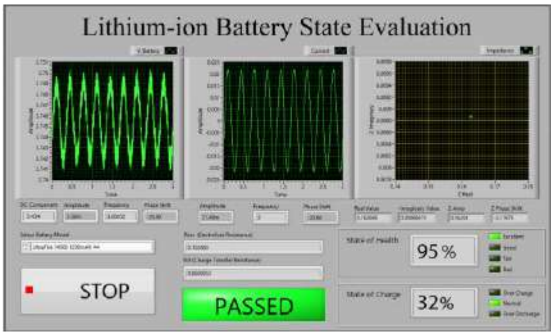
3.3 Post processing

หลังจากได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์กับสถานะความสมบูรณ์(SoH) และสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ากับสถานะการชาร์จ (SoC) เพื่อประเมินสถานะแบตเตอรี่

โดยการกำหนดเงื่อนไขสถานะความสมบูรณ์(SoH) จะแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้ ช่วงตั้งแต่ 91 ถึง 100% , 76 ถึง 90%, 46 ถึง 75% และ ต่ำกว่า 45% คือดีมาก ดี พอใช้ และแย่ ตามลำดับ

ส่วนการกำหนดเงื่อนไขสถานะการชาร์จ (SoC) จะพิจารณาจากค่า ความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้ ค่า ความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่า 0.04 โอห์ม และสูงกว่า 0.1 โอห์ม จะแสดงสถานะแบตเตอรีเป็นโอเวอร์ชาร์จ(Over Charge) ชาร์จปกติ(Normal) และโอเวอร์ดิสชาร์จ(Over Discharge) ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบ



รูปที่ 7 ผลทดสอบการประเมินสถานะแบตเตอรี่ที่ใช้งานได้

ได้นำแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน Ultrafire 14500(AA) ขนาดแรงดันไฟฟ้า 3.7V และความจุ 1,200mAh ก้อนใหม่ซึ่งผ่านการใช้งานแล้ว มาทำการทดสอบด้วยโปรแกรมแลปวิวเพื่อหาค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าและค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ที่ความถี่ 2,800Hz และ 3Hz สามารถวัดค่า R_{SER} และ R_{CT} ได้เท่ากับ 0.102663 และ 0.0600053 โอห์ม เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (8) และ (7) จะได้ค่า SoH และ SoC ประมาณ 95% และ 32% ตามลำดับ สรุปได้ว่าแบตเตอรี่นี้ยังใช้งานได้อยู่ ซึ่งมีความสมบูรณ์ดีมาก และสถานะการชาร์จปกติ ดังแสดงในรูปที่ 7

นำแบตเตอรี่อีกก้อนมาทำการทดสอบด้วยโปรแกรมที่ความถี่ 2,800Hz และ 3Hz เช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถวัดค่า R_{SER} และ R_{CT} ได้เท่ากับ 0.0944631 และ 0.130949 โอห์ม แทนค่าลงในสมการที่ (8) และ (7) เช่นเดิมจะได้ค่า SoH และ SoC ประมาณ 99% และ 0% ตามลำดับ สรุปได้ว่าแบตเตอรี่นี้ใช้งานไม่ได้แล้ว เนื่องจากสถานะการชาร์จเกินปกติ

5.สรุป

ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาค่าอิมพีแดนซ์ของแบตเตอรี่ด้วยวิธีการวัดค่าอิมพีแดนซ์เชิงไฟฟ้าเคมี เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบตเตอรี่ และได้ทำการทดสอบเพื่อประเมินสถานะของแบตเตอรี่โดยใช้โปรแกรมแลปวิว โดยการตรวจวัดจะวิเคราะห์ค่าความต้านทานการส่งผ่านประจุไฟฟ้าและค่าความต้านทานอิเล็กโทรไลต์ จากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปแทนในสมการความสัมพันธ์เพื่อประเมินสถานะการชาร์จและความสมบูรณ์ของแบตเตอรี่ ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสามารถนำมาใช้ประเมินสถานะของแบตเตอรี่ได้จริงและใช้เวลาในการประเมินที่รวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

[1] K. W. E. Cheng, B. P. Divakar, H. Wu, K. Ding, and H. F. Ho, “Battery-management system (BMS) and SOC development for electrical vehicles,” *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 60, no. 1, pp. 76-88, Jan. 2011.

[2] S. Cho, H. Jeong, C. Han, S.Jin J. H. Lim, and J. Oh, “State-of-charge estimation for lithium-ion batteries under various operating conditions using an equivalent circuit model,” *Computers and Chemical Engineering*, vol. 41, pp. 1-9, Jan. 2012.

[3] A. Eddahech, O. Briat, N. Bertrand, J. Delétage, and J. Vinassa, “Behavior and state-of-health monitoring of Li-on batteries using impedance spectroscopy and recurrent neural networks,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 42, no. 1, pp. 487-494, Nov. 2012.

[4] K. S. Ng., C. S. Moo, Y. P. Chen, and Y. C. Hsieh, “Enhanced coulomb counting method for estimating state-of-charge and state-of-health of lead-acid batteries,” *Applied Energy*, vol. 86, pp. 1506-1511, 2009.

[5] T. Stockley, K. Thanapalan, M. Bowkett, J. Williams, and M. Hathway, “Advanced EIS techniques for performance evaluation of Li-ion cells,” in *19th World Congress the International Federation of Automatic Control*, pp. 8610- 8615, 2014.

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9

9th ECTI-CARD 2017, Chiang khan Thailand

วงจรขยายผลต่างกระแสด้วยวงจรสะท้อนกระแสแบบไม่เป็นเชิงเส้น

Current Differential amplifier with Non-linear Current Mirror

ธวัชชัย ทองเหลี่ยม, หฤทัย ดิ้นสกุลและ สัญญา ควรคิด

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

85 ถนนมาลัยแมน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 034-109300 ต่อ 3012 E-mail: thawatchait@npru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงวงจรขยายผลต่างกระแส วงจรขยายกระแสอาศัยโครงสร้างวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์และวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ส์ วงจรสะท้อนกระแสแบบไม่เป็นเชิงเส้นถูกนำมาออกแบบเป็นวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ วงจรที่นำเสนอถูกออกแบบด้วยเทคโนโลยีซีมอสของ AMI ขนาด 0.5 μm ซึ่งจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม HSpice ระดับ 49 จากผลการจำลองพบว่าค่าอิมพีแดนซ์เสมือนอินพุตมีค่าเท่ากับ 1.1 kΩ ค่าอิมพีแดนซ์เสมือนเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 10 kΩ อัตราขยายมีค่าเท่ากับ 68.28 dB มีส่วนเผื่อของเฟสเท่ากับ 47^o และผลคูณระหว่างเกณฑ์และแบนวิดธ์เท่ากับ 8 MHz กำลังสูญเสียมีค่าเท่ากับ 0.265 mW

คำสำคัญ: วงจรขยายผลต่างกระแส, วงจรสะท้อนกระแส, วงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์, วงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์

Abstract

This paper proposed the current differential amplifier. Current amplifier is consists of transresistance amplifier and transconductance amplifier. The non-linear current mirror is used to design the transresistance amplifier. The proposed circuit is designed in an AMI 0.5 um CMOS technology level 49. The simulation result shows input impedance 1.1 kΩ. The output impedance is 10 kΩ. Current gain, phase margin, and gain bandwidth product are 68.28 dB, 47^o and 8 MHz, respectively. Power dissipation is 0.265 mW.

Keywords: current differential amplifier, current mirror, transresistance amplifier, transconductance amplifier

1. บทนำ

วงจรขยายโหมดกระแสเป็นวงจรรวมแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก และมีบทบาทสำคัญมากในวงจรรวมที่ลักษณะการนำไปประยุกต์ใช้งาน เช่น วงจร ADC วงจร DAC และวงจรกรองความถี่ได้เหมือนกับวงจรขยายโหมดแรงดัน แต่ข้อดีของวงจรขยายโหมดกระแสคือวงจรมีผลการตอบสนองทางความถี่ที่สูง และอัตราส่วนระหว่างสัญญาณ และสัญญาณรวบกวนสูง

งานวิจัย [1, 3] ทำการออกแบวงจรขยายผลต่างกระแสซึ่งอาศัยหลักการของวงจรสายพานกระแสยุคที่สองมาออกแบบ วงจรสามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ดี สัญญาณเอาต์พุตไม่ผิดเพี้ยน และมีอัตราสลูสูง แต่ข้อบกพร่องของวงจรคือ วงจรมีขนาดใหญ่ และวงจรใช้แรงดันไฟเลี้ยงสูง งานวิจัย [4] ได้ออกแบบวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ด้วยวงจรเกตร่วม และวงจรสะท้อนกระแส วงจรสามารถทำงานที่แรงดันไฟเลี้ยงต่ำได้ ขณะที่วงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ได้ใช้วงจรขยายคู่ผลต่าง งานวิจัย [5 - 8] ทำการออกแบบวงจรขยายกระแสที่อาศัยหลักการของวงจรขยาย ทรานส์รีซิสแตนซ์ และวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ วงจรจะประกอบด้วย 1. วงจรขยายผลต่างกระแส และ 2. วงจรโอทีเอ หรือวงจรทรานส์คอนดักแตนซ์ ซึ่งวงจรที่ถูกออกแบบสามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ดี วงจรสามารถรับและจ่ายกระแสได้มากซึ่งไม่ได้ถูกจำกัดจากไฟเลี้ยง มีอัตราการกำจัดสัญญาณโหมดร่วมได้มาก แต่ข้อบกพร่องของวงจรคือ อัตราขยายของวงจรจะขึ้นอยู่กับขนาดของมอสเฟตและกระแสไบอัส จะส่งผลให้วงจรมีขนาดใหญ่ และมีกำลังสูญเสียมาก

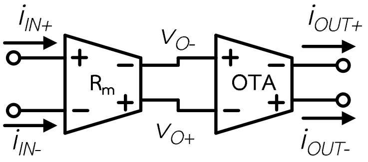
งานวิจัย [8] ทำการออกแบบวงจรขยายกระแสแบบแบบอินพุตแลเอาต์พุตผลต่าง ซึ่งอาศัยหลักการของวงจรขยายถ่ายโอนความต้านทานและวงจรขยายถ่ายโอนความนำ ซึ่งวงจรขยายถ่ายโอนความต้านทานถูกสร้างจากวงจรสะท้อนกระแสแล้วนำกระแสอินพุตมาลบกัน วงจรสามารถทำงานที่แรงดันไฟเลี้ยงต่ำได้ อัตราขยายกระแสของวงจรจะขึ้นอยู่กับวงจรขยายถ่ายโอนความนำ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษา ค้นคว้า และออกแบบวงจรขยายผลต่างกระแสด้วยโครงสร้างวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ต่อลักษณะคาสแคสกับวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ วงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ถูกออกแบบด้วยหลักการของวงจรสะท้อนกระแสไม่เป็นเชิงเส้น งานวิจัยนี้ได้ออกแบบวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ทั่วไป ซึ่งภาคเอาต์พุตต่อลักษณะแคสโคด

2. วงจรขยายผลต่างกระแส

2.1 โครงสร้างวงจรขยายผลต่างกระแส

รูปที่ 2.3 แสดงวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์คาสแคสกับวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์วงจรขยายกระแสแบบอินพุตและเอาต์พุตผลต่าง วงจรทรานส์รีซิสแตนซ์ทำหน้าที่ขยายกระแสอินพุตผลต่าง $i_{IN,d}$ (i_{IN+} - i_{IN-}) ให้เป็นแรงดันเอาต์พุตผลต่างที่โหนด v_{O-} และ v_{O+} ขณะที่วงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ทำหน้าที่ขยายแรงดันอินพุตผลต่างที่โหนด v_{O-} และ v_{O+} เป็นกระแสเอาต์พุตผลต่าง $i_{OUT,d}$ (i_{OUT+} - i_{OUT-})



รูปที่ 1 โครงสร้างวงจรขยายผลต่างกระแส

2.2 วงจรขยายผลต่างกระแส

รูปที่ 2 แสดงวงจรขยายผลต่างกระแส ซึ่งประกอบด้วยวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ และวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ วงจร วงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ M_1 ถึง M_{34} ทรานซิสเตอร์ M_{13} ถึง M_{20} ต่อเป็นวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ วงจรถูกออกแบบให้ทรานซิสเตอร์ M_1 และ M_2 ทำงานในย่านเชิงเส้นใกล้กับย่านอิ่มตัว [9] ขณะที่ทรานซิสเตอร์ตัวอื่นถูกไบอัสให้ทำงานในย่านอิ่มตัวตลอด ทรานซิสเตอร์ M_{13} ถึง M_{20} ต่อเป็นวงจรสะท้อนกระแสแบบแคสโคด การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ กรณีวงจรได้รับกระแสอินพุตผลต่าง กระแสอินพุตจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันที่โหนด X และ Y ด้วยทรานซิสเตอร์ $M_{5,6}$ แรงดันที่โหนด X และ Y ถูกขยายด้วย $A_{1,2}$ ไปยังขาเกตของ $M_{5,6}$ $M_{1,2}$ จะเปลี่ยนโหมดการทำงานจากโหมดเชิงเส้นเป็นโหมดอิ่มตัว ส่งผลให้แรงดันที่ขาเกตของ $M_{5,6}$ มีค่าสูงขึ้น แรงดันดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนเป็นกระแสด้วยทรานซิสเตอร์ $M_{3,4}$ กระแสดังกล่าวจะถูกสะท้อนไปที่โหนด $v_{O+,-}$ ด้วยวงจรสะท้อนกระแส (M_{13} – M_{20}) กระแส $i_{D3,4}$ และ $i_{D17,18}$ ไหลผ่านค่าความต้านทานเสมือนที่โหนด v_{O+} และ v_{O-} แรงดันที่โหนด v_{O+} และ v_{O-} ถูกเปลี่ยนเป็นกระแสไปที่เอาต์พุตด้วยวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ อัตราขยายกระแสโหมดผลต่าง (A_{id}) เขียนได้ว่า

$$A_{id} = \left[\left(g_{m7,19} r_{O3,17} r_{O7,19}\right) / 2\right] g_{m21,22} \qquad (1)$$

กรณีอินพุตได้รับสัญญาณกระแสโหมดร่วม กระแสดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันแล้วไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ $M_{3,4}$ และ $M_{9,10}$ กระแสโหมดร่วมที่ไหลผ่าน $M_{9,10}$ จะถูกสะท้อนไปที่โหนด $v_{O+,-}$ ด้วยทรานซิสเตอร์ M_{13} ถึง M_{20} กระแสที่ไหลผ่าน $M_{19,20}$ มีเฟสเดียวกับกระแสที่ไหลผ่าน $M_{7,8}$ ลักษณะดังกล่าว แรงดันโหมดร่วมจะไม่ปรากฏที่โหนด $v_{O+,-}$ อัตราขยายกระแสโหมดร่วม (A_{ic}) เขียนได้ว่า

$$A_{ic} = g_{m21,22} / \left(1 + 2 g_{m21,22} r_{OC3}\right) \qquad (2)$$

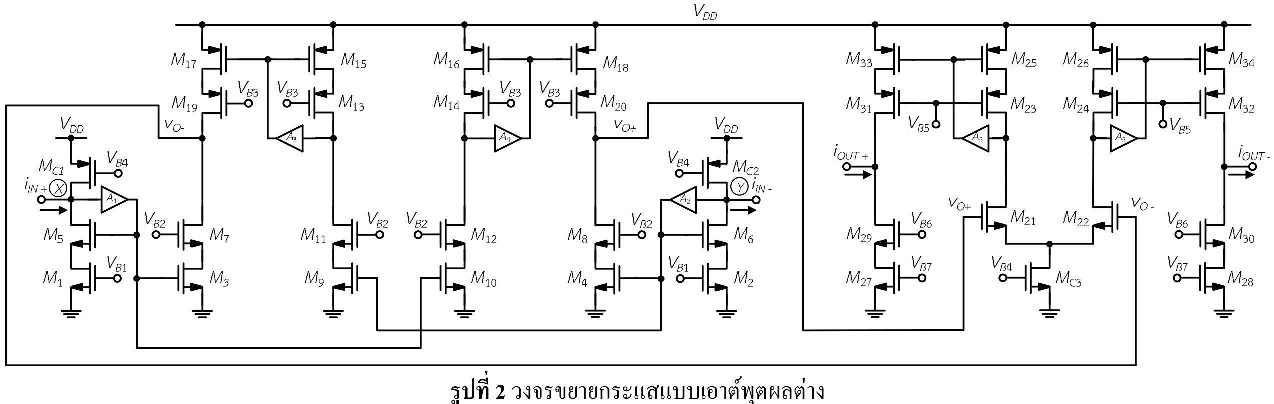
เมื่อ r_{OC3} คือค่าความต้านทานเสมือนเอาต์พุตของ M_{C3} ค่าความต้านทานเสมือนอินพุตของวงจรเขียนได้ว่า

$$R_{in} = \left(2 / g_{m1,2} g_{mA1,2} r_{OA1,2}\right) + r_{O1} \qquad (3)$$

และค่าความต้านทานเสมือนเอาต์พุตของวงจรมีค่าเท่ากับ

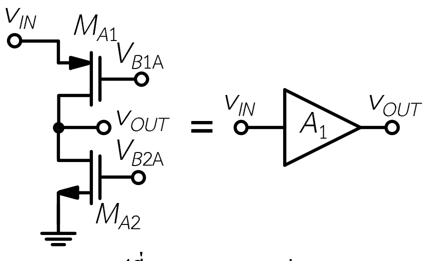
$$R_{out} = \left(g_{m29,31} r_{O27,33} r_{O29,31}\right) / 2 \qquad (4)$$

เมื่อ $g_{m1,2}$, $g_{m7,19}$, $g_{m21,22}$, $g_{m29,31}$ และ $g_{mA1,2}$ คือค่าทรานส์คอนดักแตนซ์ของทรานซิสเตอร์ $M_{1,2}$, $M_{7,19}$, $M_{21,22}$, $M_{29,31}$ และ $M_{A1,2}$ $r_{O3,17}$, $r_{O7,19}$, $r_{O27,33}$, $r_{O29,31}$, $r_{OA1,2}$ และ r_{OC3} คือค่าความต้านทานเสมือนเอาต์พุตของ $M_{3,17}$, $M_{7,19}$, $M_{27,33}$, $M_{29,31}$, $M_{A1,2}$ และ M_{OC3}



รูปที่ 2 วงจรขยายกระแสแบบเอาต์พุตผลต่าง

รูปที่ 3 แสดงวงจรขยายเกตร่วมที่ถูกออกแบบเพื่อลดค่าความต้านทานเสมือนอินพุตของวงจรสะท้อนกระแส วงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ M_{A1} และ M_{A2}



รูปที่ 3 วงจรขยายเกตร่วม

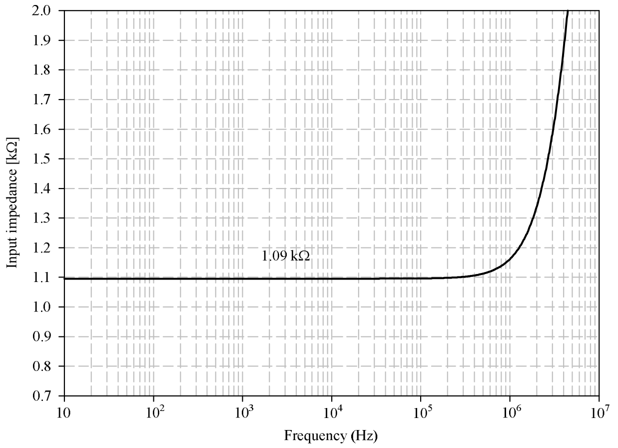
3. การจำลองและผลการจำลอง

งานวิจัยนี้ออกแบบวงจรด้วยเทคโนโลยีซีมอสขนาด 0.5 μm ทำการจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม HSpice วงจรถูกออกแบบให้กระแส I_{B1} และ I_{B2} มีค่าเท่ากับ 10 μA I_{B3} มีค่าเท่ากับ 20 μA ตารางที่ 1 แสดงแรงดันไบอัสที่ใช้ในวงจร รูปที่ 4 แสดงผลการจำลองหาค่าอิมพีแดนซ์เสมือนอินพุต (Z_{in}) ของวงจรขยายกระแสที่นำเสนอ ซึ่ง Z_{in} มีค่าเท่ากับ 1.1 kΩ Z_{in} ของวงจรมีค่าไม่ต่ำมากเนื่องจากวงจรต่อลักษณะแคสโคด รูปที่ 5 แสดงผลการจำลองหาค่าอิมพีแดนซ์เสมือนเอาต์พุต (Z_{out}) ของวงจร ค่า Z_{out} เท่ากับ 10 kΩ ซึ่งค่า Z_{out} สามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยวิธีการต่อวงจรลักษณะเร็กกูเรตแคสโคด

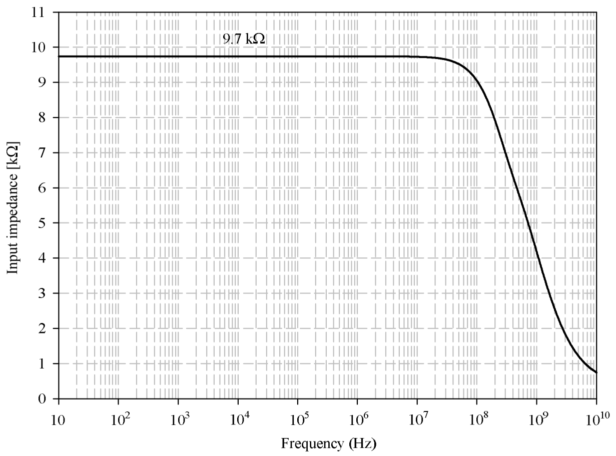
ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวงจรขยายกระแส

แรงดันไบอัส			
V_{B1}	0.83 V	V_{B5}	1.63 V
V_{B2}	1.1 V	V_{B6}	1.54 V
V_{B3}	1 V	V_{B7}	816.43 mV
V_{B4}	1.5 V		

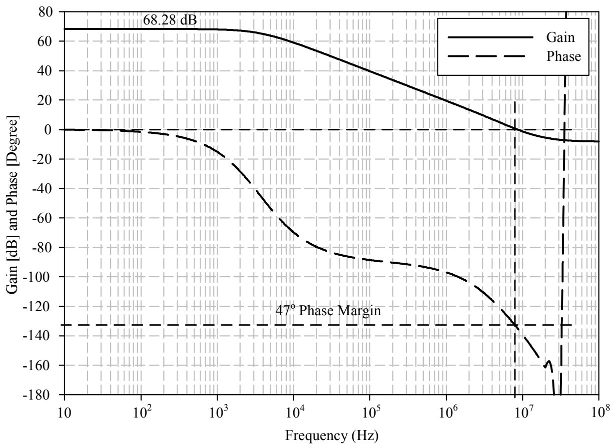
ทำการจำลองหาผลการตอบสนองทางความถี่ของวงจรขยายกระแสด้วยการป้อนสัญญาณกระแสผลต่างและทำการปรับค่าความถี่ จากผลการจำลองพบว่าอัตราขยายของวงจรมีค่าเท่ากับ 69.32 dB และมีเฟสมาจินเท่ากับ 47° ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งวงจรมีอัตราขยายสูง วงจรมีแบนด์วิดท์ (BW) มีค่าเท่ากับ 4.3 kHz ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของวงจรขยายผลต่างกระแสและงานวิจัยในอดีต จากตารางแสดงให้เห็นว่ากำลังสูญเสียของวงจรมีค่าต่ำว่างานวิจัยอื่น ๆ วงจรขยายที่นำเสนอมี BW ต่ำกว่าวงจรขยาย [10 และ 11] เนื่องจากวงจรที่นำเสนอถูกออกแบบให้ทรานซิสเตอร์ทุกตัวมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของมอสทรานซิสเตอร์ใน IC ALD1105 ซึ่งมีขนาดใหญ่จึงทำให้วงจรขยายผลต่างกระแสมีค่า BW ไม่สูงมาก



รูปที่ 4 ค่าอิมพีแดนซ์เสมือนอินพุต



รูปที่ 5 ค่าอิมพีแดนซ์เสมือนเอาต์พุต



รูปที่ 6 ผลการตอบสนองทางความถี่

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของวงจรขยายผลต่างกระแส

คุณสมบัติ	[10]	[11]	รูปที่ 2
Supply voltage (V)	3.3	3	3.3
A_i (dB)	100	65.5	68.28
Phase margin (degree)	-	-	47
BW (Hz)	7 M	141 M	4.3 k
Z_{in} (Ω)	1.6 k	23	1.1 k
Z_{out} (Ω)	6,100 M	15 M	10 k
Power dissipation (mW)	0.72	4.07	0.264
Technology (um)	-	0.5	0.5

4. บทสรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอวงจรขยายผลต่างกระแส วงจรถูกออกแบบโดยอาศัยวงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์ต่อลักษณะคาสแคสกับวงจรขยายทรานส์รีซิสแตนซ์ งานวิจัยนี้ทำการจำลองเพื่อหาค่า Z_{in} Z_{out} A_i และ GBW จากผลการจำลองแสดงค่า Z_{in} เท่ากับ 1.1 kΩ และ Z_{out} เท่ากับ 10 kΩ อัตราขยายลูปเปิดมีค่าเท่ากับ 68.28 dB มีส่วนเผื่อของเฟสเท่ากับ 47° และผลคูณระหว่างอัตราขยายและแบนด์วิดท์มีค่าเท่ากับ 8 MHz กำลังสูญเสียของมีค่าเท่ากับ 264 μW

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สนับสนุนทุนวิจัยโครงการเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและเชิงวิชาการ ประจำปีการศึกษา 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] I. Mucha, "Current Operational Amplifiers: Basic Architecture, Properties, Exploitation and Future," Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 7, 1995, pp. 243-255

[2] E. Bruun., "Constant-bandwidth current mode operational amplifier," Electronics Letters, 27, 1994, 1673-1674.

[3] T. Kaulberg, "A CMOS current-mode operational amplifier," IEEE Journal of Solid-State Circuits, 28, 1993, pp. 849-852.

[4] E. Bruun, "A high-speed CMOS current opamp for very low supply voltage operation," IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 1995, pp. 509-512.

[5] G. Palmisaizo, and S. Pennisi "A Versatle CMOS Fully Differential Current Amplifier," The 6th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, 1999. 5-8 Sep 1999, pp. 607 – 610.

[6] E. Abou-Allam, and E. I. El-Masry, "High CMRR CMOS current operational," Electronics L etters, 30, 1994, pp. 1042-1043.

[7] R. M. Zele, S.-S. Lee, and D. J. Allstot, "A high gain current-mode operational amplifier," IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 1992, pp. 2852-2855.

[8] Cheng, K.-H., and Wang, H.-C., "Design and analysis of low-voltage current mode operational amplifier with differential-input and differential-output," International Journal Electronics, Vol. 85, No. 4, 1998, pp 443-453.

[9] J. A. Galan, A. J. López-Martín, R. G. Carvajal, J. Ramírez-Angulo, and C. Rubia-Marcos, "Super Class-AB OTAs With Adaptive Biasing and Dynamic Output Current Scaling" IEEE Transactions on Circuits and Systems-I: Regular Papers, Vol. 54, No. 3, March 2007, pp. 449-451.

[10] M. Altun, H.nKuntman, "Design of a fully differential current mode operational amplifier with improved input–output impedances and its filter applications," AEU. Int. J. Electron. Commun. 62(3), 2008, pp. 239–244.

[11] A. M. Soliman, and M. A. Youssef, "A Novel CMOS realization of the differential input balanced output current operational amplifier and its applications," Analog Integr. Circ. Sig. Process 44(1), 2005, pp. 37–53.

Efficiency Improvement of SVC-Based CMOS Rectifier Circuit by Using an Impedance Transformation Technique

Chaiphan Prakaraphan

Department of Electrical Engineering, Udonthani Rajabhat University

64 Thaharn Road, Muang, Udon Thani, Thailand, Tel: +66 42 211040 Ext. 1510

E-mail: chaiphan.p@udru.ac.th

Abstract—This paper proposes the efficiency improvement of Self-Voltage-Cancellation technique (SVC) based CMOS rectifier circuit by using an impedance transformation technique for a passive RFID Tag. The SVC is archived self-threshold voltage cancellation and self-power regulation function with the simple circuit design. An impedance transformation circuit is inserted between the antenna and the rectifier circuit to maximize the power delivered to the rectifier of a tag and minimize reflections from the antenna input port. A very simple circuit including only a shunt inductance was selected as a matching. As the combined circuit was simulated using input in the UHF band of 953 MHz and the devices' model of the TSMC's 0.35µm CMOS technology. The simulation results were compared with the rectifier of SVC technique in the issue of the PCE. The archived DC output of the rectifier yields the power conversion efficiency of 66.84% for the input RF power of -15dBm at the output voltage of 764.04mV and the output current of 155.58µA that corresponds to the output power of 118.87µW.

Keywords—Radio Frequency Identification; Impedance transformation; Self-Threshold-Voltage Cancellation; power conversion efficiency

I. INTRODUCTION

Radio Frequency Identification (RFID) technology has been increasingly applied in various application domains such as security management, transportation, animal management and medical management. Generally, an RFID system consists of a reader unit and RFID tags, also called transponders. The communication between reader unit and RFID tag is via propagation of electromagnetic wave between a reader and tags.

T.A Scharfeld. et al. [1] presented the RFID tags can be classified into three types, passive, active, and semi-passive tags, based on power for RF transmission and signal processing. Active tags need a battery to supply power for RF transmission and signal processing unit. The active tags are appropriate for applications that need to transmit data in a long range transmission such as wireless sensor networks. However, their costs are high. On the other hand, passive tags do not need a battery as they induce power from the RF signal.

S. Mandal, [2] and K. Finkenzeller. [3] presented passive tags can be produced with low cost, small size, low maintenance, and high volume. In between these two types, semi-passive tags need a small battery for signal processing while using the induced RF power for the transmission. Tag designing researchers have been interested in maximizing efficiency and sensitivity of a power conversion unit inside a tag.

Kotani and Ito. [4] and [5] adapted a CMOS rectifier stage to achieve self-Vth-Cancellation (SVC). The schematic of the adapted rectifier circuit with SVC technique is illustrated in figure 1.

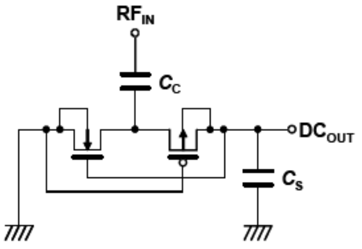


Fig. 1. Schematic of the rectifier circuit with Self–Vth-Cancellation (SVC) [4], [5]

The gold of SVC, circuit requires no power dissipation to cancel Vth and realize large PCE with the simple circuit design. Where, PCE automatically degrades at high input power conditions effectively regulating the output DC voltage. On the other hand, it still has low PCE at very small input RF signal voltage.

As shown in figure 2, a power harvester unit consists of dipole antenna, matching network, and rectifier circuit.

A. Shameli et al. [6] given an antenna, designing power harvester involves characterizing both the

impedance network and the rectifier circuit in order to choose optimal parameters which lead to achieving maximum sensitivity of the circuit. Since the output impedance of the antenna is not usually match well with the input impedance of the rectifier, the matching circuit is used to maximize the power transfer from the antenna to the rectifier. Therefore, the efficiency improvement Self-Voltage-Cancellation technique (SVC) based CMOS rectifier circuit by using an impedance transformation technique for a passive RFID Tag is proposed.

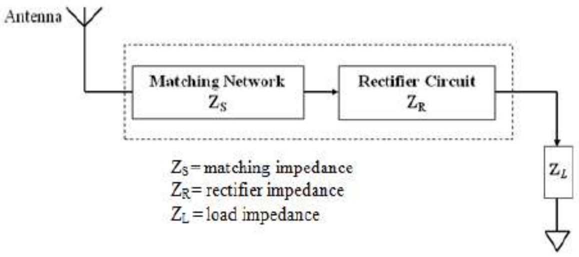
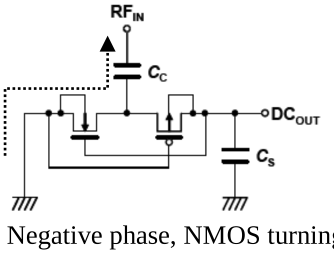
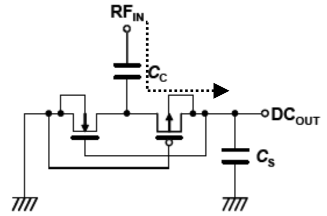


Fig. 2. Block diagram of power harvester unit

The remainder of the paper organized as follows. The act of the SVC is described in section II, the L-Matching selected as a matching circuit design, presented in section III, starts with a brief on SVC-Based CMOS rectifier circuit combined by matching unit and continues with the design of the proposed rectifier in section IV. An experimental and results are presented and discussed in section V, followed by conclusions in section VI.



(a) Negative phase, NMOS turning on



(b) Positive phase, PMOS turning on

Fig. 3. Diode connected NMOS and PMOS
(a) Negative phase (b) Positive phase.

II. THE SVC RECTIFIER CIRCUIT

Kotani and Ito [4] and [5] adapted a CMOS rectifier stage to achieve Self-Vth Cancellation (SVC). The schematic of the adapted rectifier circuit with SVC is illustrated in figure 1. The RF input signal, we can model each stage of the CMOS rectifier as NMOS and PMOS transistors in parallel, of which one is in the turn on stage for saturation region and the other is in the turn off stage for cutoff region, as shown in above Fig. 3. A diode-connected NMOS is in saturation region when *V*GS, which is equal to *V*DS, is greater than *V*TH; else, it is cutoff. Therefore, in the negative half of the signal, the transistor NMOS is in the saturation region, and the transistor PMOS is cutoff as shown in Fig. 3(a). The opposite is true for the positive half of the signal as shown in Fig. 3(b).

The SVC was suitable to uses with optimal point of input level. Therefore, this technique need contribute to achieve design and verify matching with an antenna as L-matching topology, due to is simple design. Also, the SVC technique can be approving PCE.

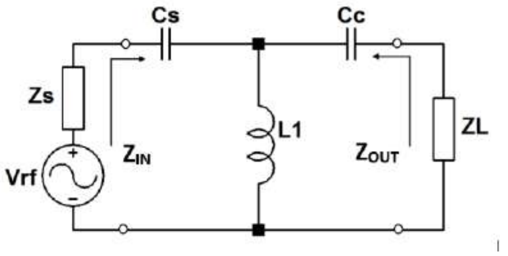


Fig. 4. Schematic of the L-Matching circuit

III. THE DESIGN OF L-MATCHING CIRCUIT

The matching network functions impedance transformation to convince maximum power transfer. Figure 4 shows the schematic of the L-Matching circuit. The aim for designing L matching network is to deliver maximum power transfer at 953 MHz. In this design, the antenna is modeled as an RF source with internal series impedance Z_S. On the output side of the matching circuit, the input impedance of the rectifier is considered as the complex impedance Z_L. The lossless network with only reactive components is achieved by setting the complex output impedance of the network Z_{OUT} to be equal to the complex conjugate of the load impedance Z_L and the input impedance of the network Z_{IN} to be the complex conjugate of the source impedance Z_S calculate from equation (1) and (2).

$$Z_{IN} = Z_S^* \quad (1)$$

$$Z_{OUT} = Z_L^* \quad (2)$$

A high *Q* is required in order to achieve a high voltage gain. However, *Q* is realistically determined by the compromises between several design parameters such as characteristics of the antenna, the system bandwidth, and the input impedance of the rectifier.

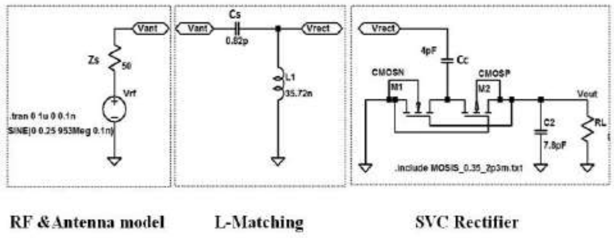


Fig. 5. Schematic of the SVC with L-Matching circuit

IV. PROPOSED CIRCUIT DESIGN

This paper proposes a design of a power harvester for a passive RFID Tag. When, matching unit is put on the first stage of the SVC rectifier circuit to maximize the power delivered to a tag, as schematic shown in figure 5. From the previous works, the focus of power harvester design for increasing PCE has been on either rectifiers or matching circuits. Therefore, this research work tried to combine the two techniques, SVC and L-Matching techniques, because of its simplicity and suitable design with passive tag.

A. L/C Impedance Matching Network Design

J. Wetherell et al. [7] use this value as the *Z*L of the matching circuit, and apply the L/C Impedance Matching Network Designer Tool to find the parameters of the matching circuit.

The antenna is modeled as an RF source with series impedance *Z*S while the rectifier is modeled an impedance *Z*L, which is approximated from the process and design parameters of the NMOS and PMOS transistors used in the SVC rectifier. These two impedances are used to find optimal matching parameters of the chosen L matching circuit.

B. Parameters of SVC with L-Matching circuit

In the first step, circuit's parameters were taken from [4], [5] and [6], which was proposed to use with SVC CMOS rectifier, design parameters and really measurement value of input impedance Z_{RECT}. As shown in figure 5, the voltage doubler's parameters include the coupling capacitor of 4pF and the filter capacitor of 7.8pF while the matching circuit's parameters include the capacitor of 0.82pF and the inductor of 35.72 nH.

V. EXPERIMENTAL AND RESULT

To estimate the proposed design, **SPICE** simulations using the free LT SPICE of the Linear Technology Corporation are supported out using the proposed circuit [8] and [9], shown in Fig. 5. The circuit consists of the sinusoidal signal generator as the 953MHz RF input, a proposed impedance L-Matching circuit with the parameters designed in the previous section, the voltage double's with conventional Self-Voltage-Cancellation rectifier circuit, and a model of an impedance load circuit. The RF input is set V_{RF} various from 0.25V until to 1.9V for testing the power deliver of P_{IN} and P_{OUT}, displayed in table I.

TABLE I. SUMMARY OF THE MEASURED PCE (%)

V_{RF} (V)	P_{RF} (dBm)	P_{in} (μW)	P_{out}(μW)	PCE (%)
0.25	-19	112.2	32	28.52
0.3	-17.5	133.35	84.57	63.42
0.4	-15	177.83	118.87	66.84
0.5	-13	223.87	140.14	62.60
0.6	-11.5	266.07	160	60.13
0.7	-10	316.23	172.101	54.42
0.8	-9	354.81	185.401	52.25
0.9	-8	398.11	197.832	49.69
1	-7	446.68	209.545	46.91
1.2	-5.5	530.88	231.64	43.63
1.4	-4	630.96	252.567	40.03
1.8	-2	794.33	292.51	36.82
1.9	-1.5	841.4	302.243	35.92

From the table I, PCE is Power Conversion Efficiency of proposed in SVC with L-Matching circuit. Therefore, the percentage of PCE [%] can be calculated as follows (3):

$$PCE[\%] = \left[\frac{Pout}{Pin} = \frac{VoIo}{Pin} \right] x100 \quad (3)$$

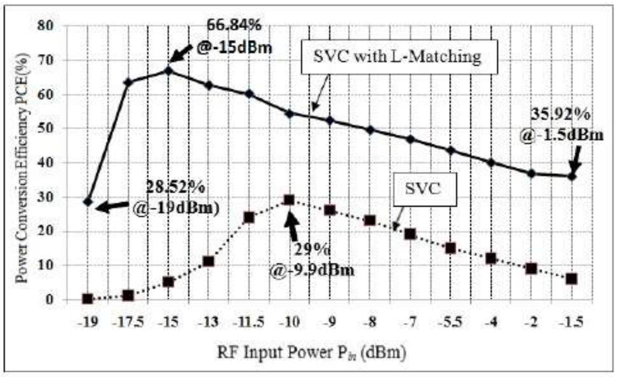


Fig. 6. Measured PCE (%) as a various RF input power

VI. CONCLUSION

Results of the simulations are provided both in table I and figure 6. This proposes a design procedure of a power harvester for a passive tag. The idea proposed in this research is to insert an effective L matching circuit type given that an antenna and rectifier are chosen. Figure 6 concludes the results in term of power conversion efficiencies. The results show that DC load change has smaller effects than does the input RF power. The simulation results were compared with those from the conventional SVC technique in the issue of the PCE. In table I and figure 6, the DC output of the rectifier yields the power conversion efficiency of 66.84% for the input RF power of -15dBm at the output voltage of 764.04mV and the output current of 155.58µA that corresponds to the output power of 118.87µW, as the load resistance connected with 5KΩ resistor.

REFERENCES

[1] Scharfeld, T.A., 2001, “An Analysis of the Fundamental Constrains on Low Cost Passive Radio-Frequency Identification System Design”, Cambridge, **MA: MIT Press.**

[2] Mandal,S., 2004, “Far Field RF Power Extraction Circuits and Systems”, Cambridge, **MA: MIT Press.**

[3] Finkenzeller. K., 2003, *RFID Handbook:* “Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification”, **2nd ed, New York: Wiley.**

[4] Kotani, K. and Ito, T., 2007, “High Efficiency CMOS Rectifier Circuit with Self-Vth-Cancellation and Power Regulation Function for UHF RFIDs”, **IEEE ASSCC**, pp. 119-122.

[5] Kotani, K. and Ito, T., 2007, “High Efficiency CMOS Rectifier Circuit for UHF RFIDs using Self-Vth Cancellation Techniques”, **IEEE ASSCC**, pp. 119 - 122.

[6] A, Shameli et al., 2007, “Power Harvester Design for Passive UHF RFID Tag Using a Voltage Boosting Technique”, **IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques**, Vol. 55, pp. 1089 – 1097.

[7] J.Wetherell., *Impedance Matching Network Designer Tool*[Online],Available:https://home.sandiego.edu/~ekim/e194rfs01/jwmatcher/matcher2.html

[8] R. Jacob Baker, *CMOS: Circuit Design, Layout and Simulation,* 2nd ed. New Jersey: Wiley, 2008.

[9] MOSIS Service., *Wafer Electrical Test Data and SPICE Model Parameters* [Online], Available: https://www.mosis.com/vendors/view/tsmc/035

อิทธิพลของขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ต่อประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์

Influence of Ejector Suction Tube Diameter on the Performance of Ejector Cooling System

ภาคภูมิ ปทุมวงศ์ ชญานนท์ แสงมณี และ ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา
สาขาวิชาวิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-233000 ต่อ 3451 E-mail: acr2freezer@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการศึกษาถึงขนาดท่อด้านดูดที่เหมาะสมของอีเจ็คเตอร์เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ชนิดอัดครั้งเดียว โดยใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น ผลการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่มีขนาด 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 และ 46 mm โดยควบคุมให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นในเครื่องกำเนิดไอ เครื่องระเหย และเครื่องควบแน่น มี 140°C, 10°C และ 32°C ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพสูงสุดของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ 0.57 และอัตราส่วนอัตราการไหล 0.62 เมื่อใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ 36 mm และเมื่อพิจารณาถึงขนาดที่เหมาะสมของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ คิดเป็นอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางคอคอดของหัวฉีดอยู่ในช่วง 25 – 32 : 1 ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ภายใต้สภาวะการทำงานนี้

คำสำคัญ: อีเจ็คเตอร์, อัตราส่วนอัตราการไหล, ท่อด้านดูด

Abstract

The aim of this research was to study the improvement and development of a performance of the ejector cooling system. The suitable suction tube diameter of the ejector was investigated in order to obtaining the maximum efficiency for the ejector cooling system using water as a refrigerant. In this experiment, the suction tube diameters of ejector with diameter 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 and 46 mm were examined. The temperatures of the refrigerant in the generator, evaporator and condenser were 140°C, 10°C and 32°C, respectively. The results found that the highest performance of ejector cooling system was 0.57 and the highest entrainment ratio was 0.62 where the suction tube diameter of the ejector was 36 mm. In consideration of suitable suction tube diameter of the ejector, the ratio of the suction tube diameter to the throat diameter of the nozzle was 25-32:1, which could use in define the suction tube diameter of the ejector under this working condition.

Keywords: Ejector, Entrainment ratio, Suction tube

1. บทนำ

เนื่องจากสถานการณ์การใช้พลังงานที่ได้จากการปิโตรเลียมของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก ซึ่งสวนทางกับปริมาณของปิโตรเลียมที่เหลืออยู่ในขณะนี้โดยมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วและกำลังจะหมดไปในไม่ช้า และเนื่องจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากภาวะโลกร้อน จากการปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศที่เพิ่มขึ้น เป็นสาเหตุให้หลาย ๆ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและสิ่งแวดล้อม ทำการศึกษาและวิจัย เพื่อประยุกต์การนำพลังงานในรูปอื่น ๆ มาทดแทนการใช้พลังงานจากปิโตรเลียม ซึ่งได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานจากสิ่งเหลือใช้หรือจากผลผลิตการเกษตร เช่น ก๊าซชีวภาพ พลังงานชีวมวล และ ไบโอดีเซล เป็นต้น อีกทั้งยังพยายามศึกษาและพัฒนาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถทำงานด้วยพลังงานทดแทนเพียงอย่างเดียว หรือทำงานด้วยพลังงานทดแทนควบคู่ไปกับการใช้พลังงานไฟฟ้า หรือใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวแต่ปริมาณการใช้ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ เป็นระบบที่ต้องการพลังงานไฟฟ้า หรือกำลังจากเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนซึ่งถูกจัดว่าเป็นระบบที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากอัตราการขยายตัวของการใช้งานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน และยังเป็นระบบที่มีการใช้สารทำความเย็นบางชนิดที่มีส่วนในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย ดังนั้นระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ หรือนำมาใช้แทนระบบทำความเย็นแบบอัดไอทั้งระบบ เนื่องจากระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์เป็นระบบที่มี

โครงสร้างอย่างง่าย อุปกรณ์เคลื่อนไหวน้อย มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำมาก โดยระบบนี้สามารถใช้พลังงานในการขับเคลื่อนระบบซึ่งได้แก่ ความร้อนที่เหลือใช้หรือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ความร้อนจากแสงอาทิตย์ และความร้อนจากไอเสียของเครื่องยนต์ เป็นต้น นอกจากนี้ระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์เป็นระบบที่สามารถเลือกใช้สารทำความเย็นได้หลากหลายชนิด รวมไปถึงสารทำความเย็นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ ได้อย่างเหมาะสมแม้ข้อดีของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์จะมีมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีค่า เฉลี่ยประมาณ 3.5 พบว่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ต่ำกว่ามากดังตัวอย่างการศึกษาต่อไปนี้ Al-Khalidy [1] ได้วิเคราะห์ทางทฤษฎีและทำการทดลองหาสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบ จากการใช้สารทำความเย็น R113 ที่อุณหภูมิของเครื่องกำเนิดไอ 87°C, อุณหภูมิควบแน่น 43°C และอุณหภูมิระเหย 10°C ผลที่ได้รับจากการศึกษาพบว่าค่าที่ได้รับคือ 0.256 Huang และคณะ [2] ได้พัฒนาระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบ และใช้สารทำความเย็น R141b จากการศึกษาพบว่าค่า คือ 0.22 ภายใต้อุณหภูมิของเครื่องกำเนิดไอ 95°C, อุณหภูมิระเหย 8°C และค่าการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ 700 W/m^2 Bejan และคณะ [3] ได้ออกแบบระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ ชนิดอัดครั้งเดียว ขนาดการทำความเย็น 3.5 kW โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบภายใต้อุณหภูมิระเหย 4°C และอุณหภูมิของเครื่องกำเนิดไอ 90-105°C และใช้ R114 เป็นสารทำความเย็น ซึ่งผลที่ได้รับพบว่าค่า COP อยู่ในช่วง 0.126 - 0.26.

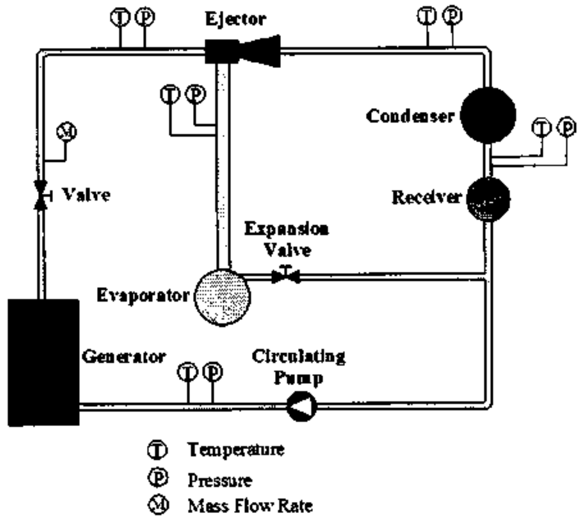
งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยศึกษาถึงขนาดท่อด้านดูดที่เหมาะสมของอีเจ็คเตอร์เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ ชนิดอัดครั้งเดียว โดยใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น

2. วิธีการวิจัย

2.1 การติดตั้งชุดทดสอบระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์

ชุดทดสอบระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ ชนิดอัดครั้งเดียว ถูกออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์หลักได้แก่ เครื่องกำเนิดไอ(Generator) เครื่องระเหย (Evaporator) เครื่องควบแน่น (Condenser) อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion device) และ ถังพักสารทำความเย็น (Receiver) โดยใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น มีขนาดทำความเย็น 1 kW และติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความดันและอัตราการไหลของสารทำความเย็น ดังแสดงในรูปที่ 1

สารทำความเย็นเหลวถูกทำให้เดือดเป็นไอในเครื่องกำเนิดไอจากการรับความร้อนเหลือทิ้ง ไอสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูง และความดันสูงถูกส่งเข้าไปยังอีเจ็คเตอร์ด้านปฐมภูมิ ผ่านหัวฉีดแบบลู่เข้า-บานออก ทำให้สารทำความเย็นออกจากหัวฉีดมีความเร็วสูง ส่งผลให้บริเวณด้านหลังของหัวฉีดเกิดความดันต่ำ ทำให้ไอสารทำความเย็นจากเครื่องระเหยถูกดูดเข้ามายังอีเจ็คเตอร์ด้านทุติยภูมิ ผสมกันกับสารทำความเย็นที่ออกจากหัวฉีด ทำให้ความดันของสารทำความเย็นผสมมีค่าเท่ากับความดันเครื่องควบแน่น ทำให้ไอสารทำความเย็นสามารถควบแน่นเป็นของเหลวจากการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น สารทำความเย็นที่ได้จากการควบแน่นถูกส่งไปเก็บยังถังพักสารทำความเย็นและแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งส่งไปลดความดันที่อุปกรณ์ลดความดันแล้วส่งไปรับภาระการทำความเย็นในเครื่องระเหย ส่วนที่เหลือจะถูกเครื่องสูบน้ำส่งไปยังเครื่องกำเนิดไอเพื่อรับความร้อนอีกครั้งในการเริ่มต้นวัฏจักรใหม่อย่างต่อเนื่อง



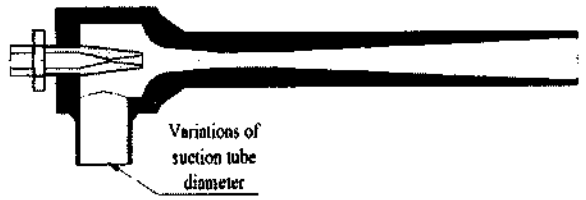
รูปที่ 1 ระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์

2.2 ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเชิงทดลอง โดยมุ่งเน้นไปที่การปรับเปลี่ยนขนาดของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ เพื่อหาขนาดท่อด้านดูดที่เหมาะสมต่ออัตราส่วนอัตราการไหล (Entrainment ratio, ω) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลของของไหลทุติยภูมิต่ออัตราการไหลของของไหลปฐมภูมิ ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ (Performance of Ejector Cooling System, COP) โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

2.2.1 การออกแบบและสร้างอีเจ็คเตอร์

เพื่อให้ทำงานภายใต้สภาวะอุณหภูมิเครื่องกำเนิดไอ (Generating temperature, t_g) เท่ากับ 140°C อุณหภูมิระเหย (Evaporating temperature, t_e) เท่ากับ 10°C และอุณหภูมิควบแน่น (Condensing temperature, t_c) เท่ากับ 32°C ในส่วนของท่อด้านดูดสามารถปรับเปลี่ยนได้เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 2

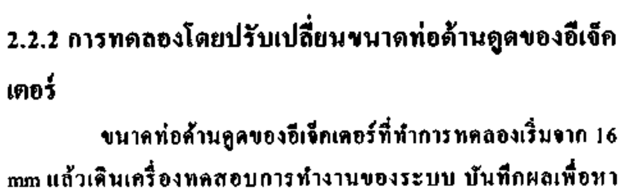


รูปที่ 2 ท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์

ตารางที่ 1 แสดงจากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวในส่วนต่าง ๆ ของอีเจ็คเตอร์ [4] ที่ได้จากการออกแบบอีเจ็คเตอร์สำหรับเงื่อนไขสภาวะการทำงานที่กล่าวข้างต้น โดยโครงสร้างภายในของอีเจ็คเตอร์แสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวในส่วนต่าง ๆ ของอีเจ็คเตอร์

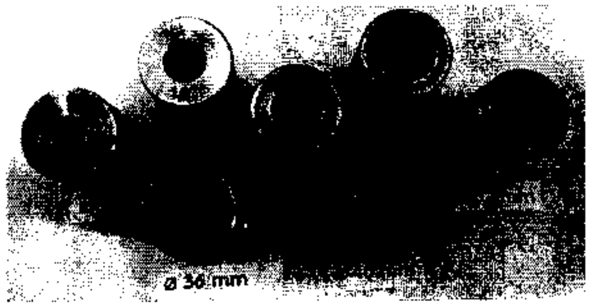
เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)		ความยาว (mm)	
Primary nozzle inlet, d_p	10	Nozzle section, L_n	65
Throat nozzle, d_t	1.3	mixing section, L_m	90
Primary nozzle outlet, d_a	6	constant area section, L_c	60
Constant area, d_c	15	Diffuser section, L_d	260
Diffuser, d_d	36		



รูปที่ 3 โครงสร้างภายในของอีเจ็คเตอร์

2.2.2 การทดลองโดยปรับเปลี่ยนขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์

ขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่ทำการทดลองเริ่มจาก 16 mm แล้วเดินเครื่องทดสอบการทำงานของระบบ บันทึกผลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบด้วยการคำนวณหาค่า COP จากนั้นเปลี่ยนขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์เป็น 20, 24, 28, 32, 36, 40 และ 46 mm ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4 นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อหาขนาดท่อด้านดูดที่ให้ประสิทธิภาพของระบบสูงที่สุด และนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ และเสนอแนวทางการพัฒนาและใช้งานต่อไป

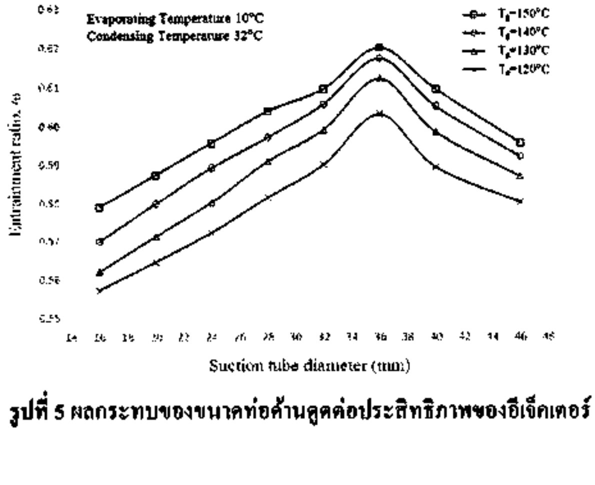


รูปที่ 4 ข้อต่อสำหรับเปลี่ยนขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์

3. ผลการทดลอง

3.1 ประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์

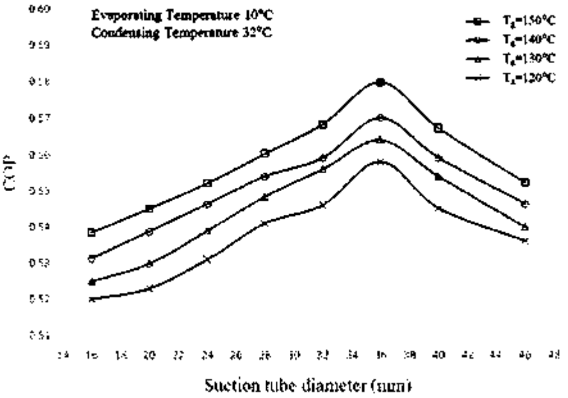
ผลกระทบของขนาดท่อด้านดูดต่อประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์ถูกนำเสนอในรูปของอัตราส่วนอัตราการไหล โดยขนาดของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่ใช้ในการทดลองมี 8 ค่า คือ 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 และ 46 mm ซึ่งในการทดลองได้ทำการควบคุมให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นในเครื่องกำเนิดไอ อุณหภูมิของสารทำความเย็นในเครื่องระเหย และอุณหภูมิของสารทำความเย็นในเครื่องควบแน่นให้มีค่าคงที่ 140°C, 10°C และ 32°C ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่เพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดที่ท่อด้านดูดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 mm แต่เมื่อเพิ่มขนาดของท่อด้านดูดเป็น 40 mm และ 46 mm กลับพบว่าจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของไอสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยที่ไม่เหมาะสม หรือท่อด้านดูดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 36 mm ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลกระทบของขนาดท่อด้านดูดต่อประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์

3.2 ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์

รูปที่ 6 แสดงผลกระทบของขนาดท่อด้านดูดต่อประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ ที่สภาวะการทดลองเดียวกันกับหัวข้อที่ 3.1 จากการทดลองพบว่า COP จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดของท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่เพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดที่ท่อด้านดูดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 mm แต่เมื่อเพิ่มขนาดของท่อด้านดูดเป็น 40 mm และ 46 mm กลับพบว่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์จะมีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับกรณีผลกระทบของขนาดท่อด้านดูดต่อประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์ที่อธิบายไว้แล้วในรูปที่ 4 นอกจากนี้ยังพบว่า COP และ ω มีความสอดคล้อง และแปรผันตรงกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของไอสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย ที่เกิดขึ้น คือเมื่อ ω มีค่าเพิ่มขึ้น COP ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 6 ผลกระทบของขนาดท่อด้านดูดต่อประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของการปรับเปลี่ยนขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์และประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า ประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์และประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์เปลี่ยนแปลงตามขนาดท่อด้านดูดของอีเจ็คเตอร์ โดยจากการทดลองพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อด้านดูด 36 mm มีประสิทธิภาพของอีเจ็คเต และอร์ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์สูงสุดคือ 0.62 และ 0.57 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์จะแปรผันตรงกับประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์ เนื่องจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของไอสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย คือเมื่อประสิทธิภาพของอีเจ็คเตอร์ มีค่าเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบอีเจ็คเตอร์ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยผลที่ได้รับสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอีเจ็คเตอร์ให้มีขนาดที่เหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเป็นการพัฒนาให้ระบบทำความเย็นมีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] N. Al-Khalidy, "Experimental investigation of solar concentrating collectors in a refrigerant ejector refrigeration machine," International Journal of Energy Research, vol. 21 (12), pp. 1123–1131, 1997.

[2] B.J. Huang, J.M. Chang, V.A. Petrenko, K.B. Zhuk, "A solar ejector cooling system using refrigerant R141b," Solar Energy, vol. 64 (4–6), pp. 223–226, 1998.

[3] A. Bejan, J.V.C. Vargas, M. Sokolov, "Optimal allocation of a heat-exchanger inventory in heat driven refrigerators," International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 38 (16), pp. 2997–3004, 1995.

[4] F. Ali HAKKAKI, P. Michel, A. Zine, O. G. Mohamed, and Daniel, "An Experimental Study of Ejectors Supported by CFD," 24th IIR International Congress of Refrigeration ICR2015, Yokohama, Japan, August 2015.

การเปรียบเทียบระบบคัดแยกความสุกผลสตรอเบอรี่ด้วยเทคนิค SVM แบบ Linear และ Radial Basis Functions

Comparison of the Ripeness Stage of Strawberries using SVM and Radial Basis Functions

เทอดศักดิ์ เงินมูล[1] พิเชษฐ เหมยคำ[2] วิโรจน์ ปงลังกา[3] และวิวัฒน์ ทิพจร[4]

[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300 email: allarm@rmutl.ac.th
[2, 3, 4] สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
99 หมู่ 10 ถนนพหลโยธิน ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย 57120
email: [2]moei76@hotmail.com, [3]wirot.po@gmail.com, [4]wiwat@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบระบบคัดแยกผลสตรอเบอรี่ ที่ใช้ Support Vector Machine (SVM) ที่มีฟังก์ชั่นเคอร์เนลแบบลิเนียร์ (linear) และแบบเรเดียลเบสิส (RBF) ใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี 3 แบบ คือ Lab, HSV และ RGB คัดแยกผลสตรอเบอรี่ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ สุกมาก สุก และเริ่มสุก ที่สัมพันธ์กับสีของผลสตรอเบอรี่ คือ สีแดงคล้ำ, สีแดงสด และสีขาว ตามลำดับ ใช้กลุ่มตัวอย่างจากสตรอเบอรี่พันธ์พระราชทาน 80 จำนวน 150 ลูก ในการสอนระบบคัดแยกที่นำเสนอให้รู้จำ และอีก 75 ลูก ในการทดสอบการคัดแยก ผลทดสอบ พบว่า ระบบคัดแยกที่ออกแบบด้วยเทคนิค SVM ที่มีฟังก์ชันเคอร์เนลแบบเรเดียลเบสิส สกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี HSV มีความถูกต้องเฉลี่ยสูงที่สุดร้อยละ 97.3 ซึ่งมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาใช้งานต่อไป

คำสำคัญ: คัดแยกสตรอเบอรี่, ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน, แบบจำลองสี

Abstract

This article proposes a comparison of Strawberry ripeness classification systems using Support vector machine (SVM) with linear and radial basis function (RBF) kernels. For feature extraction, the histograms of three color models including Lab, HSV and RGB, are used. A 150 strawberry samples of Pharachatan-80 cultivar are employed to train the designed systems and 75 samples are used for testing. Three groups of all strawberries which are over ripeness, ripeness and unripens, are classified corresponding to red black color, red fresh color and white color, respectively. The result show that the SVM with RBF kernel function using histogram feature extraction of the HSV color model provides the highest average accuracy of 97.3%. Therefore, this model is most suitable for further development.

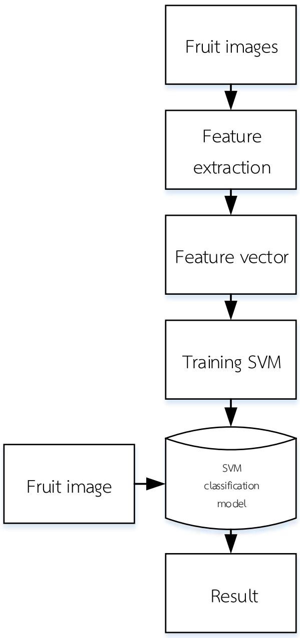
Keyword: Classification strawberry, SVM, Color model

1. บทนำ

ในการคัดแยกหรือตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรด้วยสายตาของเกษตรกรนั้น มีข้อจำกัดอันเนื่องมาจากความเมื่อยล้าและใช้เวลามาก จึงได้มีการนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการ ตัดสินใจด้วย Support Vector Machine (SVM) โครงสร้างระบบคัดแยกผลไม้แสดงในรูปที่ 1 จากรูปจะเห็นได้ว่าจะต้องทำการสกัดคุณลักษณะเด่นของผลไม้ แล้วนำไปเป็นข้อมูลขาเข้าเพื่อทำการสอนให้ SVM เกิดการรู้จำคุณลักษณะเด่นของผลไม้ จึงจะสามารถนำระบบการคัดแยกผลไม้นี้ไปใช้งานได้ การสกัดคุณลักษณะเด่นสามารถทำได้หลายวิธี โดยจะอาศัยคุณลักษณะทางกายภาพ เช่น สี ขนาดและรูปร่าง การสกัดคุณลักษณะเด่นของผลไม้จากแบบจำลองสีได้รับความนิยมมากที่สุด และมีหลากหลายรูปแบบ ๆ เช่น แบบจำลองสี Lab [1-2] HSV [3-5] และRGB [6-7] มีงานวิจัยต่าง ๆ ในการคัดแยกผลไม้ ที่ใช้การสกัดคุณลักษณะเด่นจากแบบจำลองสีเหล่านี้ เช่น การใช้แบบจำลองสี Lab ในการตรวจสอบความช้ำของมะม่วง [1] หรือการใช้แบบจำลองสี Lab ร่วมกับแบบจำลองสี RGB ในการตรวจสอบความสุกของลูกพลับ [2] นอกจากนี้แล้ว ยังมีการใช้การสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยแบบจำลองสี HSV เพื่อตรวจสอบความสุกของมะเขือเทศ [3] และคัดแยกสีของพริกหวาน [4-5] ส่วนการคัดเกรดอินทผาลัม [6] และคัดเกรดแอปเปิล [7] จะใช้แบบจำลองสีแบบ RGB

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ายังไม่มีการสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสีแบบต่าง ๆ ในบทความนี้จึงได้เสนอการเปรียบเทียบการคัดแยกความสุกของผลสตรอเบอรี่ โดยการสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสีสามแบบ คือ Lab RGB และ HSV ร่วมกับ SVM ที่ใช้ฟังก์ชั่นเคอร์เนลแบบลิเนียร์ (linear) และแบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชั่น (RBF) ความสุกของผลสตรอเบอรี่จะถูกคัดแยกเป็นสามกลุ่ม คือ สุกมาก สุก และเริ่มสุก ที่สัมพันธ์ตามสีทาง

กายภาพคือสีแดงคล้ำ แดงสด และขาว ตามลำดับ รายละเอียดการออกแบบ การทดสอบและสรุปผล ดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 1 โครงสร้าง ระบบรู้จำ SVM

2. การออกแบบและการสอนการรู้จำให้กับ SVM

ในการออกแบบระบบคัดแยกสตรอเบอรี่นี้ ออกแบบระบบการทำงานทั้งหมดด้วยโปรแกรม MATLAB ผลสตรอเบอรี่ที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นพันธ์พระราชทาน 80 จำนวน 225 ลูก แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ สุกมาก สุก และเริ่มสุก โดยพิจารณาจากสีผิว คือ แดงคล้ำ แดงสด และสีขาว ตามลำดับ กลุ่มละ 75 ลูก ถ่ายภาพผลสตรอเบอรี่ในกล่องควบคุมแสงที่มีระดับความสว่างอยู่ที่ 1270-1280 lux โดยใช้กล้อง web cam เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรม MATLAB ในการควบคุมกล้องถ่ายภาพ บันทึกภาพ และการประมวลผล

2.1 การสกัดคุณลักษณะเด่นและการสอน SVM

ทำการสกัดคุณลักษณะเด่นของผลสตรอเบอรี่ทั้งสามกลุ่ม โดยการแปลงภาพผลสตรอเบอรี่ให้อยู่ในแบบจำลองสีทั้งสามแบบ คือ Lab RGB และ HSV จากนั้นแปลงแบบจำลองสีแต่ละแบบให้อยู่ในรูปฮีสโตแกรม ความเข้มของฮีสโตแกรมจะมีค่า 256 ระดับ หรือ มีค่าตั้งแต่ 0-255 แบ่งช่วงของฮีสโตแกรมออกเป็น 25 ช่วง แล้วหาผลรวมค่าฮีสโตแกรมในแต่ละช่วง เพื่อที่จะทำการแปลงเป็น feature vector แล้วจึงนำไปเป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับสอน SVM ให้เกิดการเรียนรู้จำต่อไป

ในการสอนระบบคัดแยกความสุกผลสตรอเบอรี่ที่ออกแบบให้รู้จำคุณลักษณะเด่นของสตรอเบอรี่ทั้งสามกลุ่มจะใช้ ฟังก์ชัน classification learner ซึ่งเป็น artificial neural networkในโปรแกรม MATLAB ทำการสอนโดยการใช้เทคนิค SVM โดยกำหนดใช้เคอร์เนลฟังก์ชั่น 2แบบ คือ แบบลิเนียร์ และ แบบเรเดียลเบสิส การตั้งค่าพารามิเตอร์ของเคอร์เนลแบบลิเนียร์ กำหนดค่า kernel scale เป็นแบบ automatic ค่า Box constraint level เป็น 1และ Multiclass method เป็นแบบ one-vs-one ในส่วนของการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเคอร์เนล RBF กำหนดให้ kernel scale เท่ากับ 8.7 ค่า Box constraint level เป็น 1 และ Multiclass method เป็นแบบ one-vs-one การสอนระบบคัดแยกความสุกสตรอเบอรี่ดังกล่าวนี้ จะใช้กลุ่มตัวอย่างผลสตรอเบอรี่ 3 กลุ่ม ที่มีสี แดงคล้ำ แดงสด และสีขาว กลุ่มละ 50 ลูก ผลการสอนระบบคัดแยกที่ออกแบบได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการสอน เมื่อใช้การสกัดคุณลักษณะเด่นจากแบบจำลองสีทั้งสามแบบ ร่วมกับ SVM แบบ linear function เรียงจากถูกต้องมากที่สุดไปต่ำที่สุด คือ Lab HSV และ RGB มีค่าเท่ากับ 98.7%, 98% และ88% ตามลำดับ ส่วนผลการสอนระบบคัดแยกที่ใช้ SVM แบบ RBF ได้ค่าความถูกต้องเรียงจากถูกต้องมากที่สุดไปต่ำที่สุด คือ HSV Lab และ RGB มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 98% 97.3%, และ90.7% ตามลำดับ ผลการสอนระบบคัดแยกที่ออกแบบแสดงดังตารางที่ 1

3. การทดสอบและเปรียบเทียบผลการคัดแยก

หลังจากระบบคัดแยกที่ออกแบบมีความรู้จำคุณลักษณะเด่นของผลสตรอเบอรี่ทั้งสามกลุ่ม คือ สุกจัด สุก และเริ่มสุก ตามสีผิว คือ แดงคล้ำ แดงสด และสีขาว ตามลำดับ จึงนำระบบการคัดแยกที่นำเสนอนี้ไปทำการทดสอบกับผลสตรอเบอรี่ที่ยังไม่เคยใช้ในการสอนระบบ จำนวน 75 ลูก แบ่งเป็นสามกลุ่ม ดังกล่าวข้างต้น กลุ่มละ 25 ลูก ผลการทดสอบการคัดแยกพบว่า ระบบคัดแยกความสุกสตรอเบอรี่ที่ใช้ kernel function แบบ linear สกัดคุณลักษณะเด่นจากแบบจำลองสี Lab, HSV และ RGB มีความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 96%, 96% และ78.66% ตามลำดับ ส่วนระบบคัดแยกความสุกสตรอเบอรี่ที่ใช้ kernel function แบบ RBF ที่สกัดคุณลักษณะเด่นจากแบบจำลองสี Lab, HSV และ RGB มีความถูกต้องเท่ากับ 96%, 97.3% และ70.66% ตามลำดับ ผลการทดสอบระบบคัดแยกที่นำเสนอ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการสอนด้วย SVM แบบใช้ linear function และใช้ RBF

Color model		Linear					RBF				
		1	2	3	Accuracy	Time/S	1	2	3	Accuracy	Time/S
Lab	1	50			100%		50			100%	
	2		49	1	98%	0.9251	1	48	1	96%	1.0082
	3		1	49	98%			2	48	96%	
	Average				98.7%					97.3%	
HSV	1	49	1		98%		49	1		98%	
	2		48	2	96%	1.0589		48	2	96%	1.0138
	3			50	100%				50	100%	
	Average				98%					98%	
RGB	1	48	2		96%		50			100%	
	2		40	10	80%	1.0377	1	40	9	80%	0.9862
	3		6	44	88%			4	46	92%	
	Average				88%					90.7%	

1) แดงคล้ำ 2) แดงสด 3) ขาว

ตารางที่ 2 ผลการคัดแยกด้วย SVM แบบใช้ liner function และใช้ RBF

Color model		Linear					RBF				
		1	2	3	Accuracy	Time/S	1	2	3	Accuracy	Time/S
Lab	1	24	1		96%		24	1		96%	
	2	1	24		96%	0.0225	1	24		96%	0.0244
	3		1	24	96%			1	24	96%	
	Average				96%					96%	
HSV	1	24	1		96%		25			100%	
	2	1	24		96%	0.0227	1	24		96%	0.0204
	3		1	24	96%			1	24	96%	
	Average				96%					**97.3%**	
RGB	1	23	2		92%		24	1		96%	
	2	1	23	1	92%	0.0230	1	22	2	88%	0.0244
	3		12	13	52%		1	17	7	28%	
	Average				78.66%					70.66%	

1) แดงคล้ำ 2) แดงสด 3) ขาว

4. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอ การเปรียบเทียบการคัดแยกความสุกสตรอเบอรี่ ด้วยเทคนิค SVM แบบ linear และ radial basis functions สกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี 3 แบบ คือ Lab, HSV และ RGB ออกแบบระบบคัดแยกสตรอเบอรี่ด้วยเทคนิค SVM ใช้ฟังก์ชั่นเคอร์เนล 2 แบบ คือแบบลิเนียร์ และแบบเรเดียลเบสิส ผลการเปรียบเทียบการคัดแยกความสุกผลสตรอเบอรี่ พบว่า การใช้เทคนิค SVM ที่ใช้ฟังก์ชั่นเคอร์เนลแบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชัน และสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี HSV ได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยดีที่สุด คือร้อยละ 97.3 รองลงมาเป็นการใช้ SVM ที่ใช้เคอร์เนลทั้งสองแบบ ร่วมกับการสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมแบบจำลองสี Lab มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 96 ซึ่งเท่ากันกับการใช้ SVM แบบลิเนียร์ใช้วิธีสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี HSV ส่วนการใช้ SVM ที่ใช้ฟังก์ชั่นเคอร์เนลแบบเรเดียลเบสิส สกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแก

รมของแบบจำลองสี RGB จะมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยต่ำที่สุดคือร้อยละ 70.66 จากผลการทดสอบข้างต้นจะได้ว่า ระบบคัดแยกความสุกผลสตรอเบอรี่ ที่ออกแบบด้วยเทคนิค SVM ที่ใช้ฟังก์ชั่นเคอร์เนลแบบเรเดียลเบสิสฟังก์ชั่นและสกัดคุณลักษณะเด่นจากฮีสโตแกรมของแบบจำลองสี HSV มีความถูกต้องและเหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาใช้งานต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Z. Hong และ L. Hongfei, "A least-squares support vector machine (LS-SVM) based on fractal analysis and CIELab parameters for the detection of browning degree on mango (Mangifer indica L,)," *Computers and Electronics in Agriculture,* pp. 47-51, 2012.

[2] M. Vahid, K. Kamran และ G.-V. Mahdi, "Detecting maturity of persimmon fruit based on image processing technique," *Scientia Horticultureae,* pp. 123-128, 2015.

[3] E.-B. Nashwa, E. H. Esraa, E. H. Aboul และ B. Amr, "Using machine learning techniques for evaluating tomato ripeness," *Expert Systems with Applications,* pp. 1892-1905, 2015.

[4] ณัฏฐพงศ์, ณรงค์ชัย และ ปาริฉัตร, "เครื่องคัดแยกพริกหวาน," *ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.* 2556.

[5] E. Esraa, E.-B. Nashwa, A. M. M. Hussein, E. H. Aboul และ B. Arm, "Bell Pepper Ripeness Classification base on Support Vector Machine," 2014.

[6] A.Manickavasagan, N.K. Al-Mezeini และ H.N Al-Shekaili, "RGB color imaging technique for grading of date," *Scientia Horticulture,* pp. 87-94, 2014.

[7] G.-N. Cristóbal, P.-M. Dolores, A. Jose M, F.-N. Juan, G. Jose E และ G.-V. Ana, "Grading and color evolution of apples using RGB and hyperspectral imaging vision cameras," *Journal of Food Engineering,* pp. 281-288, 2012.

Comparison of Brain Tumor Segmentation Using Normalized Cut and Active Contour Techniques

Kritsada Paungplab *, Pitipong Apisuwankul*, Suchada Tantisatirapong *, and Montri Phothisonothai**

* Department of Biomedical Engineering, Srinakharinwirot University, Ongkharak, Nakhon Nayok 12110, Thailand
** International College, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
E-mails: {kritsada.paungplab, pitipong.apisuwankul, suchadat}@g.swu.ac.th, montri.ph@kmitl.ac.th

***Abstract*—This paper presents a comparison of brain tumor segmentation based on the normalized cut and active contour methods. Normalized cut and active contour methods were studied to determine the optimal segmentation technique for brain tumors. Segmentation results were compared and analyzed to assess the advantages and drawbacks between normalized cut and active contour approaches. The results showed that normalized cut tends to provide better segmentation outcome with intraclass correlation coefficient values over 0.8.**

Keywords*—brain tumor segmentation, normalized cut, active contour

I. INTRODUCTION

Brain tumors produce a variety of symptoms which cause high rates of death and disability. To assist with patient treatment planning and follow-up investigations, segmentation has become an important tool for non-invasive extraction to predict the type and aggressiveness of the brain tumor. Segmentation methods divide the image into smaller regions depending on the objectives of the expert and can be categorized into four types as thresholding, region-based, deformable-based, and classification techniques. Common methods found in the literature include graph cut and active contour approaches.

B. Vishal et al. [1] presented a normalized cut method combining the mean-shift algorithm to separate regions of interest. They determined that if the image had higher resolution, then segmentation was difficult. They used the mean-shift of the organized node of the image prior to normalized cut technique to reduce the complexity of the algorithm.

N. Birkbeck et al. [2] compared manual and semi-automatic normalized cut segmentation. They concluded that the semi-automatic method provided faster processing time than manual segmentation. The normalized cut method also produces higher overlapping percentage of intra-user repetition and inter-user repetition than manual segmentation.

D. Rajan. et al. [3] presented a localized active contour method. They compared localized active contours by changing the smoothness parameter which serves to control the movement of contour. The results show that the localized active contour cannot extract some regions because of some limitation.

A. Elyasi et al. [4] compared three active contour methods are original snake, balloon snack and distance snake. In experience result they used three kinds of picture are original image, images with Gaussian and image with Salt & pepper. They concluded that original snake and balloon snake have better segmentation result. Even in images that are added noise in them, original snake and balloon snake have good result in compare of other methods.

H. Chai et al. [5] compared result of snake segmentation without preprocessing and snake segmentation have preprocessing. In this result if preprocessing is used the percent of SNR (signal-to-noise ratio) increases about 17.45 percent, the accuracy is improved after preprocessing for 35.21%

L. He et al. [6] presented eight different deformable contour methods (DCMs) of snakes and level set methods applied to the medical image segmentation. They test set of selected images offers different and problems encountered in biomedical image segmentation. They studied DCMs are compared using both qualitative and quantitative measures and the comparative results both the limitations and strengths of these methods. They concluded the deformable contour method both edge and region features can obtain better results than based on only edge information

From the literature review, normalized cut [7] and active contour [8] are both promising brain tumor segmentation methods. We aim to compare the effectiveness of the two techniques based on subjective evaluation. This paper is divided into four sections. Section I introduces the topic under discussion and describes related research concerning

segmentation processing using graph cut and active contours. Section II presents the methodology, section III discusses the experimental results and conclusions are presented in section IV.

II. MATERIAL AND METHOD

We applied segmentation methods on 30 brain tumor images. The normalized cut and active contour methods were executed using MATLAB2014.

A. Normalized Cut Based Segmentation

The normalized cut is a global criterion for graph segmentation used in image data rather than focusing on local features. This technique can be applied to medical imaging. A graph $G = (V, E)$ can be partitioned into two disjoint sets, $A, B, A \cup B = V, A \cap B = \emptyset$. In graph theoretic language, it is called the cut set and can be defined as

$$cut(A, B) = \sum_{u \in A, v \in B} w(u, v) \quad (1)$$

where A and B are the two regions of the cut, u and v are nodes in the graph belonging to A and B respectively, and w is the capacity, or weight, given to an edge. However, some authors indicated that an easier equation was

$$Ncut(A, B) = \frac{\quad}{\quad} \quad \frac{\quad}{\quad} \quad (2)$$

B. Active Contour Based Segmentation

The snake technique uses an energy-minimizing 2D spline curve that evolves towards features such as strong edges, i.e. regions of high pixel-intensity change. A snake is a contour represented parametrically as c)) where $x(s)$ and $y(s)$ are the coordinates along the contour and $s \in [0,1]$. The energy functional used is a sum of several terms, each corresponding to some force acting on the contour. A suitable energy functional can be defined as

$$= \int (\alpha(s) E_{cont} + \beta(s) E_{curve} + \gamma(s) E_{image}) ds \quad (3)$$

where E_{image} attracts the contour toward the closest image edge, E_{cont} forces the contour to be continuous, E_{curve} forces the contour to be smooth. Parameters α, β, and γ control the relative influence of the corresponding energy terms

C. Evaluation

Two assessors (Assessor 1 and Assessor 2) rated the segmentation results based on the two techniques and evaluate twice (No 1, No 2). Each assessor gives scores of segmentation results based on the five-point Likert scale of evaluation (Table 1). To evaluate the intra and inter reliability of rating, intraclass correlation coefficients (ICC) is computed. The intraclass correlation coefficient (ICC) is a measure of the reliability of measurements or ratings. Inter-rater and inter-rater reliability used to assess the degree to which different raters give consistent estimates of the same situation for determining the accuracy of the assessment.

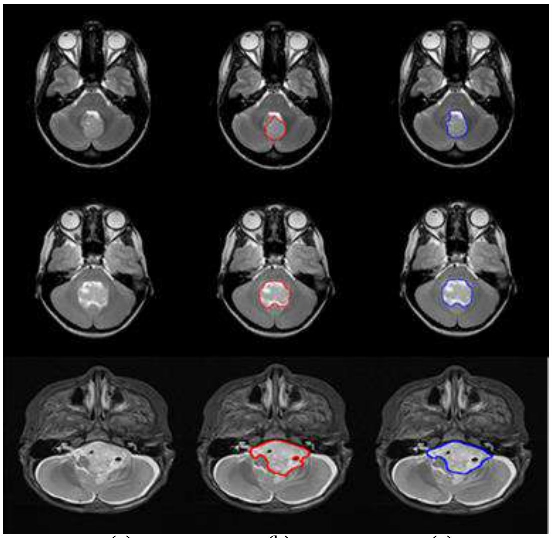
TABLE I. THE FIVE LIKERT SCALE OF EVALUATION.

Score	Meaning
5	separate clearly and detect tumor correctly.
4	separate clearly; line of detection is over a certain part of the segmented region.
3	separate moderately clearly; line of detection is over segmented region.
2	separate unclearly; line of detection is over segmented region
1	cannot separate and detect tumor correctly.

In Table 1, line of detection is contour lines showing the edge of the tumor desired. We use red line instead normalized cut and blue line instead active contour.

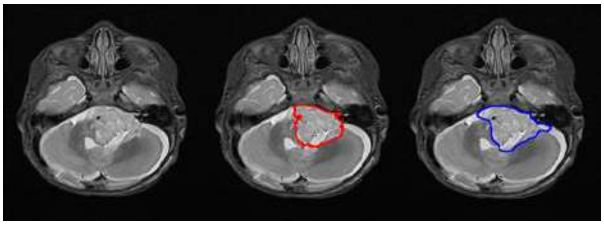
III. RESULTS AND DISCUSSION

The 30 subject images were segmented by using normalized cut and active contour. Example of segmentation results obtained from the two methods are shown in Fig. 1.



(a) (b) (c)

Fig. 1. Example of segmentation results of original images based on (a) normalized cut (b) and active contour (c).



(a) (b) (c)

Fig. 2. Example of failed segmentation results of original images based on (a) normalized cut (b) and active contour (c).

From table 2 to 5, the ICC values are over 0.8 for all the experiment. Table 2 and table 3 show intra-rater reliability obtained from normalized cut and active contour methods respectively. Table 4 and table 5 show the values of intra-rater reliability obtained from normalized cut and active contour methods, respectively. Intra-rater reliability for the normalized cut of assessor 1 and 2 was 0.85 and 0.86, respectively. Intra-rater reliability for the active contour of assessor 1 and 2 was 0.85 and 0.81, respectively. Inter-rater reliability for the normalized cut of assessor 1 and 2 was 0.82 and 0.83, respectively. Inter-rater reliability for active contour for assessor 1 and 2 was 0.83 and 0.89, respectively.

However, the segmentation method cannot extract tumor correctly because of the fainted boundary between healthy and tumor region (Fig.2).

TABLE II. INTRA-RATER RELIABILITY OBTAINED FOR NORMALIZED CUT

Ncut	Mean ± SD	ICC 95%
Assessor1		
No 1	4.04±0.65	0.85
No 2	3.96±0.65	(0.66-0.93)
Assessor2		
No 1	4.00±0.68	0.86
No 2	4.03±0.59	(0.70-0.94)

TABLE III. INTRA-RATER RELIABILITY FOR ACTIVE CONTOUR

Active Contour	Mean ± SD	ICC 95%
Assessor1		
No 1	3.81±0.74	0.85
No 2	3.81±0.79	(0.66-0.93)
Assessor2		
No 1	4.00±0.73	0.81
No 2	3.70±0.76	(0.59-0.92)

TABLE IV. INTER-RATER RELIABILITY FOR NORMALIZED CUT

Ncut	Mean ± SD	ICC 95%
No 1		
Assessor1	4.03±0.65	0.82
Assessor2	4.00±0.68	(0.60-0.92)
No 2		
Assessor1	3.96±0.65	0.83
Assessor2	4.03±0.59	(0.62-0.92)

TABLE V. INTER-RATER RELIABILITY FOR ACTIVE CONTOUR

Active Contour	Mean ± SD	ICC 95%
No 1		
Assessor1	3.81±0.74	0.83
Assessor2	4.00±0.73	(0.63-0.92)
No 2		
Assessor1	3.74±0.76	0.89
Assessor2	3.81±0.79	(0.77-0.95)

The advantage of active contour is that it is a highly flexible division method for design and development. However, the active contour method is not effective for detecting very concave object curvature and cannot stick to the clear edge. To position the start of the contour, it is first necessary to place it close to the object so that it can be segmented correctly.

The advantages of the normalized cut method include the ability to divide the image accurately and it is popular in medical imaging. This method can divide the image into segments so that multiple image elements can be accurately segmented. The normalized cut can also be divided by the pixel color or intensity. The disadvantage of this method is a highly complex algorithm with slow computation.

IV. CONCLUSIONS

This paper presents the preliminary study comparison of brain tumor segmentation methods based on normalized cut and active contour techniques. The results showed that the normalized cut method provided higher intra- and inter-reliability and resulted in a better segmentation outcome. The ICC values were over 0.8 for all experiment.

REFERENCES

[1] B. Vishal, "An Efficient Method for Detection of Brain Tumor in MRI Images", International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technol

[2] N. Birkbeck, G. Meyer, M. Jagersand , Albert Murtha and Tibor Kesztyues, "An Interactive Graph Cut Method for Brain Tumor Segmentation", International Conference on Energy and Environment (ICEE2009), 2009, Malaysia.

[3] D. Rajan and A. Puri, "Segmentation of brain tumor using active contour with level sets", Term project report in Arizona State University, April, 2012, USA.

[4] A. Elyasi, M. Hosseini and M. Esfanyari "Active contours in Brain tumor segmentation", Journal of American Science, pp. 519-524, 2014,USA.

[5] H. Chai, E. Supriyanto and L. WEE, " MRI Brain Tumor Image Segmentation Using Region-Based Active
Contour Model ", World Scientific and Engineering Academy and Society Conferences,2016, Croatia.

[6] L. He, P. Zhigang , E.Bryan and L. Weiss, " A comparative study of deformable contour methods on medical image segmentation ", Image and Vision Computing, July, 2007, USA.

[7] J. Shi and J. Malik, "Normalized Cuts and Image Segmentation", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 731–737.

[8] M. Kass, A. Witkin and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models", International Journal of Computer Vision, 1988, Netherlands.

การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ

Segmentation of Lateral Ventricles from 3-D Magnetic Resonance Imaging

ชัยชนะ กุลวรฐิต[1] ฐาปกร ขาวสำอางค์[2] ณ หทัย อึ๊งเจริญสุข[3] และ อัคเดช อุดมชัยพร[4]
ห้องปฏิบัติการศาสตร์ข้อมูลและระบบอัจฉริยะ
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-3298400
E-mail: [1]56050234@kmitl.ac.th, [2]56050241@kmitl.ac.th, [3]56050245@kmitl.ac.th, [4]akadej.ud@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนของโพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricles) จากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ โดยใช้เทคนิคการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) มาใช้ร่วมกับขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล (Flood Fill algorithm) เพื่อระบุรูปร่างและขนาดของโพรงสมองด้านข้าง และเก็บบันทึกให้อยู่ในรูปแบบของจุดพิกัด (X, Y, Z) ในปริภูมิสามมิติ จากการทดลอง ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอมีความแม่นยำ เมื่อเปรียบเทียบกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างซึ่งเป็นผลิตผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ศึกษาและวิเคราะห์ทางการแพทย์ เช่นการทำนายการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ต่อไป

คำสำคัญ: การแบ่งส่วนภาพ, โพรงสมองด้านข้าง, การกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ, ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล, ภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ

Abstract

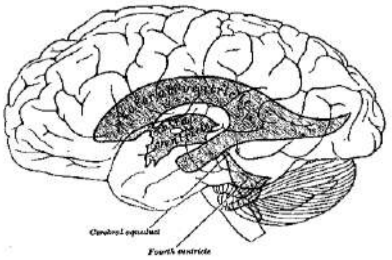
This paper presents a method to segment lateral ventricles from 3-D MRI scan. Thresholding technique and Flood Fill algorithm are applied to identify shape and size of the lateral ventricles which will then be collected in a form of coordinate points (X, Y, Z) in 3-D system. The experimental result indicates that the lateral ventricles segmented from the proposed method are accurate when comparing to those manually segmented by an expert. The segmented lateral ventricles can be analysed and studied further in order to predict some medical conditions.

Keywords: Image Segmentation, Lateral Ventricles, Thresholding, Flood Fill Algorithm, 3-D Magnetic Resonance Imaging

1. บทนำ

การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือการสร้างภาพด้วยเอ็มอาร์ไอแบบสามมิติเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ภาพเอ็มอาร์ไอมีประโยชน์สำหรับวงการแพทย์ในการวินิจฉัยโรคเฉพาะทาง เนื่องจากแพทย์สามารถนำภาพเอ็มอาร์ไอมาใช้การวิเคราะห์อวัยวะต่าง ๆ เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค สำหรับการวิเคราะห์ภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง โดยปกติแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาอวัยวะต่าง ๆ ภายในสมอง แต่การพิจารณารายละเอียดของอวัยวะต่าง ๆ ภายในสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอนั้นทำได้ยาก เนื่องจากอวัยวะต่าง ๆ ภายในสมองมีความเข้มสีที่ใกล้เคียงกันและมีส่วนที่ติดต่อกันหลายส่วน ดังนั้นบทความนี้จึงเสนอวิธีการแบ่งส่วนของสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ โดยมุ่งเน้นไปที่การแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง เนื่องจากมีงานวิจัยนำเสนอว่ารูปทรงและขนาดของโพรงสมองด้านข้างมีความสัมพันธ์กับโรคบางโรค เช่น โรคลมชัก [1] ซึ่งภาพสามมิติของโพรงสมองด้านข้างซึ่งเป็นผลิตผลของงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ศึกษาเพื่อทำนายโรคต่าง ๆ ต่อไปได้ ตัวอย่างของภาพโพรงสมองด้านข้างแสดงได้ดังรูปที่ 1 [2]

โครงสร้างของบทความนี้มีดังนี้ หัวข้อที่ 2. นำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3. นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง หัวข้อที่ 4. นำเสนอวิธีการประเมินผลการดำเนินงาน และหัวข้อที่ 5. นำเสนอผลสรุปและการต่อยอดงานวิจัยในอนาคต



รูปที่ 1 โพรงสมองด้านข้าง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งได้เป็นสามหัวข้อย่อย ได้แก่ การสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โพรงสมองด้านข้าง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งส่วนโพรงสมองจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติ ซึ่งถูกนำเสนออย่างเป็นลำดับดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างภาพด้วยเอ็มอาร์ไอ (Magnetic Resonance Imaging)

การสร้างภาพด้วยเอ็มอาร์ไอใช้ในการตรวจวินิจฉัยร่องรอยโรคของผู้ป่วย การสร้างภาพเอ็มอาร์ไออาศัยคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของไฮโดรเจนอะตอมซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่อยู่ภายใน ร่างกายมนุษย์ เช่น โมเลกุลของน้ำ (H_2O) เป็นต้น เมื่อผู้รับการตรวจเข้าไปอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุที่มีความถี่จำเพาะเข้าไปกระตุ้นอวัยวะที่ถูกตรวจ เมื่ออวัยวะนั้น ๆ ถูกกระตุ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานที่เรียกว่าการกำทอน (Resonance) หลังจากนั้น ไฮโดรเจนอะตอมภายในร่างกายจะมีการคายพลังงาน อุปกรณ์รับสัญญาณจะทำหน้าที่รับสัญญาณและแปลงเป็นสัญญาณภาพต่อไป [3]

2.2 โพรงสมองด้านข้าง (Lateral Ventricles)

โพรงสมองเป็นช่องภายในสมอง ซึ่งเป็นที่อยู่ของน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง โพรงสมองประกอบด้วย โพรงสมองด้านข้าง โพรงมองที่สาม และโพรงสมองที่สี่ แต่โพรงสมองด้านข้างนับเป็นโพรงสมองที่มีขนาดใหญ่ที่สุดซึ่งเชื่อมต่อกับโพรงสมองที่สาม [4] โพรงสมองด้านข้างแบ่งออกเป็น 2 ข้าง คือ ข้างซ้ายและข้างขวา ซึ่งมีงานวิจัยหลายงานระบุว่า ขนาดและรูปร่างของโพรงสมองด้านข้างมีความสัมพันธ์กับโรคบางชนิดเช่น โรคลมชัก โรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น [1, 4, 5]

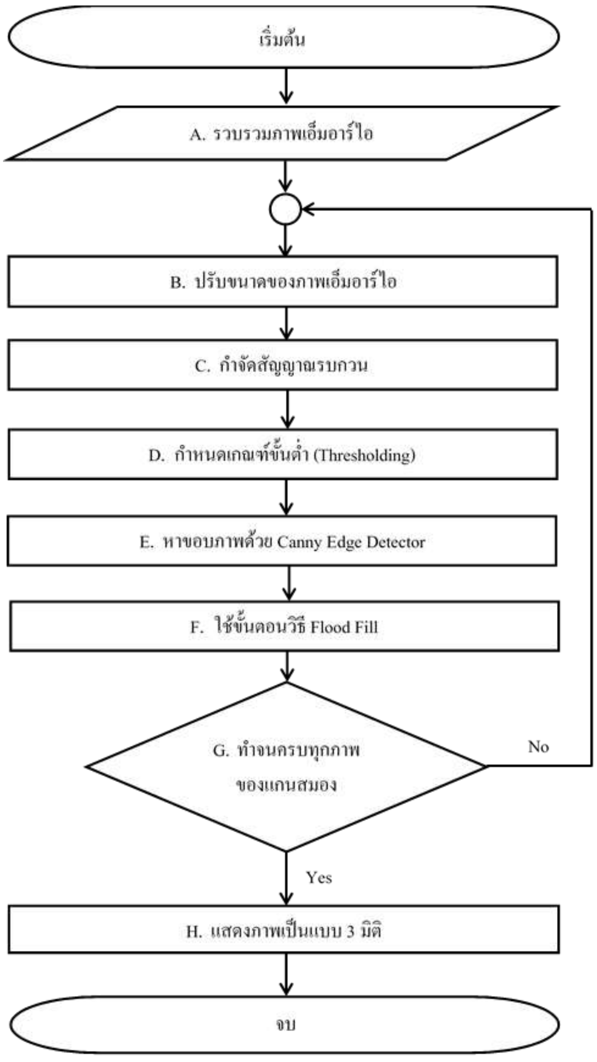
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง Long et al. [6] ได้นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างและโพรงสมองที่สามโดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่งแบบพลวัต ซึ่งวิธีการที่นำเสนอไม่สามารถแยกโพรงสมองด้านข้างออกจากโพรงสมองที่สามได้ อีกทั้งยังไม่ได้นำเสนอวิธีการประเมินผลการแบ่งส่วน จึงไม่ทราบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอมีความแม่นยำเพียงใด

3. วิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

วิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างจากภาพเอ็มอาร์ไอสามมิติที่นำเสนอ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

A. รวบรวมภาพสมองจากเอ็มอาร์ไอสแกน โดยแต่ละไฟล์เอ็มอาร์ไอสแกนประกอบไปด้วยภาพตัดขวางจากสามแกนได้แก่ Sagittal (ซ้ายไปขวา) Coronal (หน้าไปหลัง) และ Transverse (บนลงล่าง) แต่ละแกนประกอบไปด้วย 256 ภาพ (Slices) โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะแกน Sagittal เนื่องจากเป็นแกนที่โพรงสมองด้านข้างถูกสังเกตเห็นได้ชัดเจนที่สุด



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้าง

B. ภาพตัดขวางที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นั้นแสดงในรูปที่ 3 ภาพที่ได้มานั้นไม่ได้เป็นไปตามขนาดจริง ขั้นตอนนี้ จึงทำการปรับขนาดของภาพตัดขวางที่ได้ ให้เป็นภาพขนาดจริง เพื่อให้ง่ายต่อการระบุรูปร่างและขนาดของโพรงสมองด้านข้าง ผลลัพธ์ที่ได้ของขั้นตอนนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4

C. กำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Gaussian Filter

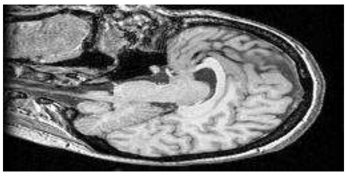
D. แปลงภาพเป็นภาพสีขาวดำโดยใช้วิธีกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Thresholding)

E. เมื่อได้เป็นภาพขาวดำแล้ว นำภาพที่ได้ไปเน้นเส้นขอบโดยใช้วิธี Canny Edge Detection ผลลัพธ์แสดงได้ดังรูปที่ 5

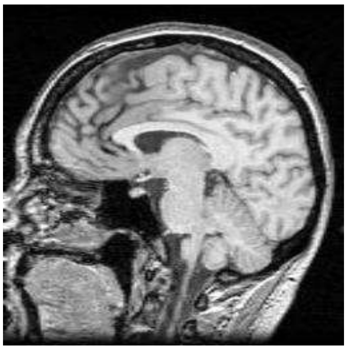
F. ระบุรูปร่างและขนาดของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

G. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ B. – F. จนครบทุกภาพของแกน Sagittal ซึ่งผลลัพธ์จะถูกเก็บอยู่ในรูปของจุดพิกัด (X, Y, Z)

H. นำมาสร้างเป็นภาพ 3 มิติ โดยใช้ซอฟต์แวร์ MeshLab [7] ในการแสดงผลภาพดังตัวอย่างในรูปที่ 6

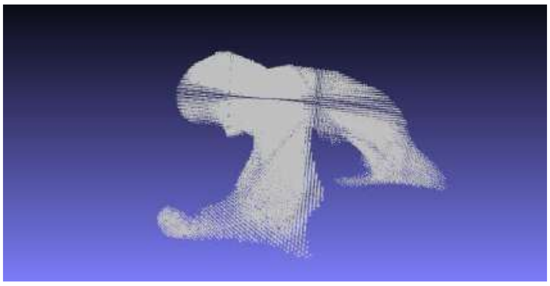


รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพตัดขวางบนแกน Sagittal



รูปที่ 4 ภาพที่ได้หลังจากการปรับขนาดและหมุนภาพ

รูปที่ 5 ภาพที่ได้หลังจากใช้วิธี Canny Edge Detection



รูปที่ 6 ภาพโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ

ขั้นตอนที่สำคัญของวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างที่นำเสนอคือ การปรับภาพเป็นสีขาวดำโดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่ง และการระบุรูปร่างและขนาดของโพรงสมองด้านข้างโดยใช้ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล ซึ่งรายละเอียดของทั้งสองขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

วิธีการเปลี่ยนภาพสีเทาเป็นภาพสีขาวดำโดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดแบ่งเป็นไปตามสมการดังนี้ [8]

$$f(x,y) = \begin{cases} 1 : if(x,y) > Threshold \\ \quad\; if(x,y) < Threshold \end{cases}$$

เมื่อ $f(x,y)$ เป็นค่าความเข้มของจุดภาพที่ตำแหน่งจุดภาพ (x, y) และ *Threshold* เป็นค่าขีดแบ่งที่ถูกกำหนด

จากสมการข้างต้นสรุปได้ว่า ถ้าค่าความเข้มของจุดภาพมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนด ค่าความเข้มของจุดภาพจะถูกปรับค่าเป็น 1 แต่ถ้าค่าความเข้มของจุดภาพมีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่ง ค่าความเข้มของจุดภาพจะถูกปรับค่าเป็น 0 ในงานวิจัยนี้ ค่าของเกณฑ์ขั้นต่ำที่ถูกนำมาใช้ คือ 0.3 ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการทดลองว่าเป็นค่าที่ทำให้เส้นขอบของวัตถุชัดที่สุดสำหรับชุดข้อมูลชุดนี้

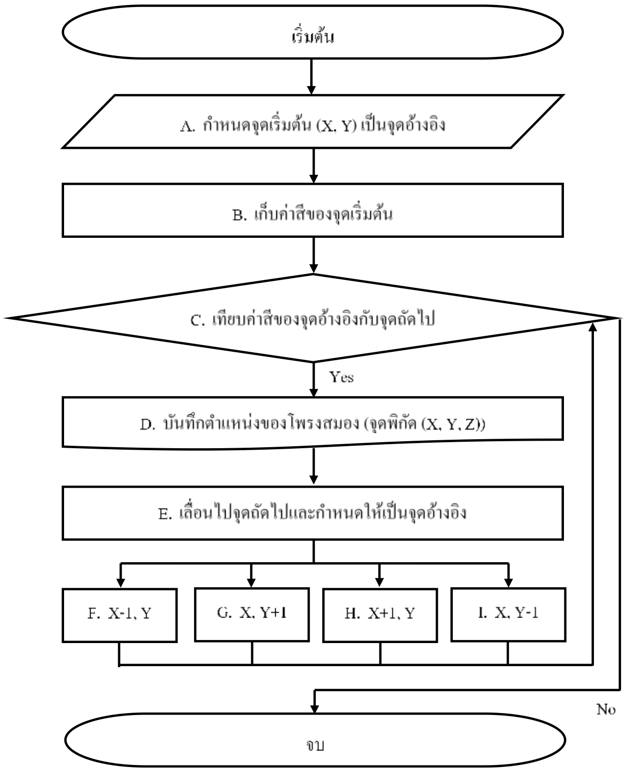
การระบุตำแหน่งของโพรงสมองด้านข้างโดยขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลแสดงได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [9]

A. กำหนดจุดเริ่มต้น (X, Y) เป็นจุดอ้างอิง (Seed Point) โดยที่จุดเริ่มต้นจะต้องอยู่ในขอบเขตของโพรงสมองด้านข้าง

B. เก็บค่าสีของจุดเริ่มต้น เพื่อใช้เป็นค่าสีอ้างอิง

C. เปรียบเทียบค่าสีของจุดอ้างอิงกับจุดถัดไป ถ้าค่าสีเหมือนกันจะทำขั้นตอน D. แต่ถ้าค่าสีไม่เหมือนกันจะจบการทำงาน



รูปที่ 7 ขั้นตอนการทำงานของขั้นตอนวิธีฟลัดฟิล

D. บันทึกตำแหน่งของโพรงสมอง (จุดพิกัด (X, Y, Z)) โดยจุดพิกัด X, Y คือตำแหน่งของจุดพิกเซลของภาพตัดขวางลำดับที่ Z ของแกน Sagittal (มีทั้งหมด 256 ภาพตัดขวาง)

E. เลื่อนไปจุดถัดไปตามขั้นตอนที่ F. ถึง I. เพื่อค้นหาจุดของค่าสีที่เหมือนกันกับจุดอ้างอิง และกำหนดจุดอ้างอิงใหม่ แล้วย้อนกลับไปทำขั้นตอน C.

F. เลื่อนไปด้านซ้าย (X-1, Y)

G. เลื่อนไปด้านล่าง (X, Y+1)

H. เลื่อนไปด้านขวา (X+1, Y)

I. เลื่อนไปด้านบน (X, Y-1)

4. การประเมินผลการดำเนินงาน

การประเมินผลการดำเนินงานทำโดยการเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากการแบ่งส่วนโดยวิธีการที่นำเสนอกับการแบ่งส่วนด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ[1] จากภาพเอ็มอาร์ไอของสมอง จำนวน 10 ภาพ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบขนาดของโพรงสมองด้านข้าง

ลำดับสมอง	ขนาดของโพรงสมองที่ได้จากวิธีที่นำเสนอ (mm^3)	ขนาดของโพรงสมองที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ (mm^3)	ความแตกต่างระหว่างสองวิธี (mm^3)
1	11.26	7.16	4.10
2	31.62	31.76	0.14
3	59.40	59.18	0.22
4	75.60	75.05	0.55
5	21.55	20.18	1.37
6	37.83	41.87	4.04
7	47.76	49.87	2.11
8	55.20	45.78	9.42
9	75.33	79.01	3.68
10	53.80	54.09	0.29

จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก และเมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยใช้ T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าขนาดของโพรงสมองด้านข้างที่ได้จากทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงอาจกล่าวได้ว่าวิธีการแบ่งส่วนโพรงสมองด้านข้างที่นำเสนอมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ

5. สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการระบุขนาดและรูปร่างของโพรงสมองด้านข้าง โดยนำเอาเทคนิคการกำหนดค่าขีดแบ่งและขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลมาประยุกต์ใช้ จากการทดลองพบว่าวิธีการที่เสนอได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งการระบุขนาดและรูปร่างของโพรงสมองด้านข้างได้อย่างแม่นยำจะช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถนำภาพโพรงสมองด้านข้างไปวิเคราะห์และทำนายร่องรอยของการเกิดโรคต่าง ๆ ต่อไปได้ ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ขั้นตอนวิธีฟลัดฟิลจะใช้งานได้ดีกับภาพที่วัตถุมีเส้นขอบต่อเนื่องกัน ในกรณีที่เส้นขอบของวัตถุไม่ต่อเนื่องกัน จำเป็นต้องมีการเพิ่มขนาดของจุดอ้างอิงให้ใหญ่ขึ้นเพื่อไม่ให้การระบุตำแหน่งของวัตถุทะลุเลยขอบของวัตถุไป ซึ่งการเพิ่มขนาดของจุดอ้างอิงจะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของวัตถุ โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณขอบของวัตถุที่มีความโค้งและมีขนาดเล็ก สำหรับงานวิจัยที่จะถูกพัฒนาต่อ คือการหาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวและดำเนินการทดลองเพิ่มเติมกับชุดข้อมูลเอ็มอาร์ไอจำนวนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] P. Striano, M. M. Mancardi, R. Biancheri, F. Madia, E. Gennaro, R. Paravidino, F. Beccaria, G. Capovilla, B. D. Bernardina, F. Darra. *Brain MRI Findings in Severe Myoclonic Epilepsy in Infancy and Genotype Phenotype Correlations. Epilepsia*. 2007.

[2] S. H. Cardoso. *Lateral ventricles* [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Lateral_ventricles. 2014.

[3] AIMC.mahidol. *Magnetic Resonance Imaging* [Online]. Available: http://med.mahidol.ac.th/aimc/th/content/mrith. 2013.

[4] D. Thom. *Dilatation of the Lateral Ventricles as a Common Brain Lesion in Epilepsy*. The Journal of Nervous and Mental Disease. 1917.

[5] L. G. Apostolova, A. E. Green, S. Babakchanian, K. S. Hwang, Y. Chou, A. W. Toga, and P. M. Thompson. *Hippocampal Atrophy and Ventricular Enlargement in Normal Aging, Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease*. Alzheimer Disease and Associated Disorders, 2012.

[6] S. Long and Holder L. B. *Graph-based Shape Shape Analysis for MRI Classification*. International Journal of Knowledge Discovery in Bioinformatics. 2011.

[7] http://meshlab.sourceforge.net/. 2017.

[8] S. L. John. *Biosignal and Biomedical Image Processing: MATLAB-based Applications*, New York: Marcel Dekker; London: Taylor & Francis. 2014.

[9] R. Khudeev. *A New Flood-fill Algorithm for Closed Contour*. Siberian Conference on Control and Communications. 2005.

ควิสเควสโก เกมตอบคำถามแบบอิงตำแหน่ง

Quiz Quest Go : A location-based quiz game

สุชาติ อินทร์แย้ม[1] สุวิทย์ อินทร์แย้ม[2] นภัสกร ก้ำตระกูล[3] ศรัณย์ อินทโกสุม[4]
[1]E-mail: suchat.inyam@gmail.com [2]E-mail: suwitkmitlcs@gmail.com
[3]E-mail: napatsakorn27220@gmail.com [4]E-mail: sarun.in@kmitl.ac.th
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยด้านการเรียนการสอนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้สนับสนุนการเรียนภายในห้องเรียนเท่านั้น งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันซึ่งรองรับทั้งการเรียนการสอนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบเกมที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก โดยแอปพลิเคชันจะแบ่งออกเป็นสองฝั่งคือฝั่งผู้สอนและผู้เรียน โดยฝั่งผู้สอนจะเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้เพื่อสร้างคำถาม ส่งคำถามไปยังจุดภูมิศาสตร์จริงบนโลก และตรวจสอบและประเมินคำตอบของผู้เรียน ในส่วนของผู้เรียนจะเป็นแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยผู้เรียนจะใช้ความสามารถในการอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกของสมาร์ทโฟนเพื่อหาคำถามที่ผู้สอนส่งมาและตอบคำถามดังกล่าว โดยผู้เรียนจะได้รางวัลเมื่อตอบคำถามถูก ผู้เรียนสามารถทบทวนคำถามที่ตัวเองตอบไปแล้วได้ นอกจากนี้ในเกมยังมีระบบลานประลองเพื่อให้ผู้เรียนนำสัตว์เลี้ยงมาต่อสู้กัน ซึ่งการต่อสู้กันก็คือการนำคำถามที่ผู้เรียนแต่ละคนตอบถูกต้องมาแล้วมาถามกันเอง ระบบลานประลองนี้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนทบทวนบทเรียนด้วยตัวเอง แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์กับกิจกรรมตอบคำถามในรูปแบบอื่น ๆ เช่นกิจกรรมทัศนศึกษา และการโปรโมทแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัด

คำสำคัญ: เกมการศึกษา, แอปพลิเคชันแบบอิงตำแหน่ง, แอปพลิเคชันตอบคำถาม

Abstract

At present, most of the learning-supported applications on a smart phone were developed for using only inside a classroom. The purpose of this research is to develop an application that can be applied for both in-the-classroom and off-the-classroom learning. The developed application is in the form of a game that relies on global positioning system technology. The application is divided into two sides: the instructor and the learner. The instructor side is a web application that allows an instructor to create questions, submit them to desired geographic points on earth, and check and evaluate learners' answers. On the learner's part, it is an Android application. Learners use their global positioning system function on their smartphones to scan for questions and answer them. The prize will be rewarded to learners for each correct answer. Learners can review all questions they have answered. In addition, the arena system that allows learners to bring their pets to fight is also developed. Fighting in the arena is done by bringing questions that each learner has answered right to ask each other. Using this arena system encourage learners to review the subject by themselves. The developed application can also be applied to other quiz related activities such as excursion and promotion of tourist attractions in a province.

Key Words : education game, location-based application, quiz related application

1.บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการใช้งานสมาร์ทโฟนมาร่วมกับการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน โดยได้มีการพัฒนา แอปพลิเคชันและเว็บไซต์ที่สนับสนุนการเรียนการสอนขึ้นมามากมาย โดยแอปพลิเคชันและเว็บไซต์ดังกล่าวก็อาจอยู่ในรูปแบบของอีเลิร์นนิง หรือเกมการศึกษา โดยจุดประสงค์ของแอปพลิเคชันเหล่านี้ก็คืออำนวยความสะดวกให้กับทั้งผู้สอนและผู้เรียน เช่นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และสามารถทำแบบทดสอบออนไลน์ได้ ส่วนผู้สอนก็สามารถที่จะทราบได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนหรือไม่เป็นต้น อย่างไรก็ตามแอปพลิเคชันที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อการเรียนการสอนภายในห้องเรียน

เทคโนโลยีอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าจีพีเอส (GPS) บนสมาร์ทโฟนมีความก้าวหน้าอย่างมาก ซึ่งการใช้จีพีเอสนั้นมีประโยชน์มากกับการใช้งานในกิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกอาคาร ไม่ว่าจะเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างระบบนำทาง (Navigator) ในรถยนต์ หรือโปรแกรมเพื่อความบันเทิง

อย่างเกม ซึ่งเกมที่ใช้ระบบจีพีเอสและได้รับความนิยมอย่างมากเกมหนึ่งคือ PokemonGo ซึ่งเป็นเกมที่ใช้ระบบจีพีเอสในการให้ผู้เล่นค้นหาและตามจับมอนสเตอร์ (monster) ตามสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้ที่เล่นเกมมีกิจกรรมที่ออกมาทำร่วมกันภายนอกอาคาร อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของเกมนี้ก็คือเพื่อความบันเทิงอย่างเดียวเท่านั้น

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันด้านเกมการเรียนการสอนที่ใช้ได้กับกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียน โดยประยุกต์แนวคิดของการใช้จีพีเอส ผู้สอนสามารถวางคำถามไว้ในตำแหน่งใด ๆ ก็ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ผู้เรียนมีหน้าที่ตามหาและตอบคำถาม ซึ่งถ้าตอบคำถามถูกต้องก็จะได้รางวัลในเกม นอกจากนี้ยังมีระบบที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนบทเรียนด้วยกัน ซึ่งอยู่ในรูปแบบการนำคำถามมาถามกันเองเพื่อแข่งขันกัน ในส่วนของผู้สอนจะสามารถติดตามและประเมินได้ว่าผู้เรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่จากคำตอบของผู้เรียน แอปพลิเคชันนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์กับกิจกรรมตอบคำถามในรูปแบบอื่น ๆ เช่นกิจกรรมทัศนศึกษา โดยอาจารย์สามารถส่งคำถามไปยังสถานที่ที่จะให้นักเรียนไปทัศนศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบของคำถามซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานที่นั้น ยิ่งไปกว่านั้นจังหวัดที่ต้องการโปรโมทแหล่งท่องเที่ยวของตัวเองก็อาจจัดกิจกรรมตอบคำถามเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวเป็นต้น

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงแอปพลิเคชันเกมที่นำระบบจีพีเอสมาประยุกต์ใช้หนึ่งตัวได้แก่ PokemonGo และแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการสนับสนุนการเรียนตัวหนึ่งได้แก่ Socrative ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชันทั้งสองตัวนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้

2.1 PokemonGo [1]

PokemonGo เป็นแอปพลิเคชันเกมบนสมาร์ทโฟน ซึ่งมีการนำระบบจีพีเอสมาใช้ให้เป็นประโยชน์นอกเหนือจากการหาเส้นทางทั่วไป โดย PokemonGo เป็นเกมที่ให้ผู้ใช้งานออกไปจับมอนสเตอร์ที่เรียกว่าโปเกมอน ตามสถานที่ต่างๆ โดยใช้ระบบ GPS ในการระบุตำแหน่ง และนำโปเกมอนที่จับได้นั้นมาเล่นแข่งกับผู้เล่นคนอื่น ทำให้เกิดความสนุกสนานและพบปะกัน PokemonGo จัดเป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความแปลกใหม่ในการนำระบบนำทางมาใช้ และได้ถูกจัดเป็นแคมเปญ เช่นการรณรงค์ให้ออกมาออกกำลังกายข้างนอก การโปรโมทสถานที่ต่างๆ อย่างสวนสาธารณะเป็นต้น อย่างไรก็ตาม PokemonGo ก็ยังเป็นแอปพลิเคชันเกมที่มีลิขสิทธิ์ ทำให้ PokemonGo นั้นไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ตามความต้องการ เช่นการปล่อยโปเกม่อนตามจุดที่ต้องการ และแอปพลิเคชันถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อความบันเทิงเป็นหลัก จึงอาจไม่สามารถนำมาใช้ในด้านการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

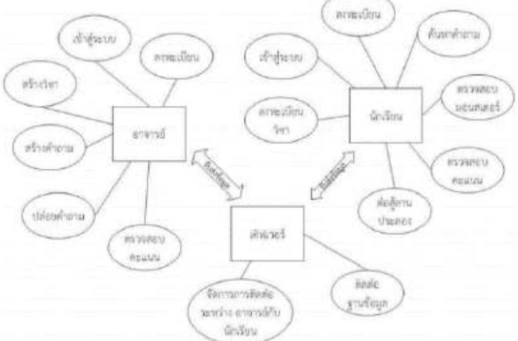
2.2 Socrative

Socrative คือ แอปพลิเคชันสำหรับถาม-ตอบคำถามออนไลน์ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยเหลือผู้สอนในการเพิ่มการตอบสนองของผู้เรียน โดยมีทั้งเวอร์ชันที่เป็นเว็บแอปพลิเคชัน และโมบายแอปพลิเคชันทั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และระบบปฏิบัติการไอโอเอส มีรูปแบบของคำถามที่หลากหลาย และสามารถดูผลของการตอบได้แบบทันที Socrative แบ่งแอปพลิเคชันเป็นสองฝั่งคืออาจารย์และนักเรียน โดยฝั่งอาจารย์มีหน้าที่ในการสร้างคำถามและดูผลจากการตอบของนักเรียน ส่วนของนักเรียนใช้สำหรับตอบคำถามที่ทางฝั่งอาจารย์ตั้งไว้ แต่ Socrative นั้นไม่เหมาะกับการถามตอบนอกห้องเรียน

จากที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของการใช้จีพีเอสมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดของโปรแกรมตอบคำถามออนไลน์ เพื่อได้แอปพลิเคชันที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบที่มีกิจกรรมนอกห้องเรียนได้

3.การออกแบบและพัฒนาระบบ

ภาพรวมของแอปพลิเคชันควิสเควสโกแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่1 ภาพรวมของระบบควิสเควสโก

จะเห็นได้ว่าควิสเควสโก มีการแบ่งส่วนการทำงานหลักๆ 3 ส่วน โดยแบ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ เว็บแอพลิเคชันฝั่งอาจารย์ และแอปพลิเคชันเกมฝั่งนักเรียนซึ่งในแผนภาพจะแสดงฟังก์ชันการทำงานในแต่ละส่วน

ทางผู้วิจัยต้องการให้แอพลิเคชันฝั่งนักเรียนมีความเป็นเกมให้มากที่สุด เพื่อลดความตรึงเครียดของผู้ใช้และต้องการใช้เอนจินตัวเดียวกับแอปพลิเคชันต้นแบบอย่าง PokemonGo จึงเลือกใช้ Unity3D ในการพัฒนาแอปพลิเคชันฝั่งนักเรียน เหตุผลอีกประการหนึ่งที่เลือกใช้ Unity3D ก็คือมีกลุ่มผู้ใช้งานเอนจินที่สร้าง api สำหรับการสร้างแผนที่แบบเปิดเผยรหัส (opensource) คือ openstreetmap ที่เหมาะกับการนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ส่วนเว็บแอปพลิเคชันในฝั่งอาจารย์พัฒนาโดยใช้ asp.net และใช้ MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล

4.ผลการดำเนินการ

คิวิสเควสโก เกมตอบคำถามแบบอิงตำแหน่ง ถูกพัฒนาขึ้นโดยแบ่งผู้ใช้ออกเป็นสองกลุ่มคือ อาจารย์และนักเรียน โดยคิวิสเควสโกฝั่งอาจารย์จะเป็นเว็บแอปพลิเคชัน โดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของคิวิสเควสโกฝั่งอาจารย์จะเป็นดังรูปที่ 2 ซึ่งจะมีเมนูให้เลือกสามเมนูหลักๆคือเมนู Subject จะเป็นเมนูจัดการเกี่ยวกับการสร้างวิชา เมนู ManageMember สำหรับการจัดการผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เมนู Quiz เป็นเมนูที่ใช้ในการสร้างคำถาม และรวมคำถามเป็นแบบทดสอบ ดังรูปที่ 3 การส่งคำถามลงบนสถานที่จริง ผ่านการเลือกจุดบนแผนที่แสดงดังรูปที่ 4 โดยการส่งคำถามสามารถส่ง ณ จุดๆ นั้นได้เลย หรือสุ่มจุดที่คำถามอยู่ภายในระยะ 10 เมตรได้ และเมนูสุดท้ายคือเมนู Report ที่แสดงคะแนนของนักเรียน โดยจะแบ่งออกตามรายวิชาและแบบทดสอบดังรูปที่ 5 และยังสามารถตรวจสอบคำตอบที่นักเรียนคนนั้นตอบได้

รูปที่2 หน้าจอเมนูหลักคิวิสเควสโกฝั่งอาจารย์

รูปที่3 หน้าจอสร้างและจัดการคำถามของคิวิสเควสโก

รูปที่4 หน้าจอแผนที่การส่งคำถามของคิวิสเควสโก

รูปที่5 หน้าจอรายงานคะแนนของคิวิสเควสโก

ในส่วนคิวิสเควสโกฝั่งนักเรียนจะเป็นแอปพลิเคชันเกมบนสมาร์ทโฟนที่นักเรียนจะได้เลือกมอนสเตอร์เพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงและนำไปต่อสู้ โดยนักเรียนสามารถลงทะเบียนรายวิชา และค้นหาคำถามบนแผนที่ดังรูปที่ 6 เมื่อพบคำถามจะสามารถกดเข้าไปเพื่อตอบคำถามที่อาจารย์ โดยคำถามจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกดังรูปที่ 7 โดยถ้าตอบคำถามถูกต้องก็จะได้รางวัลเป็นอาหารให้กับมอนสเตอร์ของตัวเอง

เมื่อตอบคำถามเสร็จผู้เรียนสามารถเข้าไปดูคะแนนได้ดังรูปที่ 8 แล สามารถดูคำตอบที่เคยตอบไว้ได้

รูปที่ 6 หน้าจอเมนูหลัก คิวิสเควสโกฝั่งนักเรียน

รูปที่ 7 หน้าจอเล่นเกม ตอบคำถามของคิวิสเควสโก

รูปที่ 8 หน้าจอแสดงคะแนนของคิวิสเควสโก

5. สรุปผลการดำเนินงานและงานที่จะทำต่อ

แอปพลิเคชันคิวิสเควสโก เกมตอบคำถามแบบอิงตำแหน่งที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน โดยแอปพลิเคชันจะช่วยเหลืออาจารย์ในการใช้เป็นเครื่องมือในการกระตุ้นนักศึกษาและเป็นเครื่องมือช่วยให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากขึ้น แอปพลิเคชันนี้พัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดของการนำจีพีเอสมาใช้ในเกมของเกม PokemonGo และแนวคิดของการตอบคำถามแบบออนไลน์ของโปรแกรม Socrative มาใช้ โดยอาจารย์จะสร้างคำถาม และส่งคำถามไปยังตำแหน่งจริงทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนไปทำกิจกรรมนอกห้องเรียน คำตอบของนักเรียนจะถูกส่งกลับมาในระบบเพื่อให้อาจารย์สามารถประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ในส่วนของนักเรียนเนื่องจากโปรแกรมอยู่ในรูปแบบเกม และเป็นการทำกิจกรรมนอกสถานที่ดังนั้นจะกระตุ้นความสนใจได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีระบบลานประลองที่ทำงานโดยให้นักเรียนนำคำถามที่ตัวเองตอบไปแล้วมาถามกันเองเพื่อแข่งขันกัน ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปอย่างสม่ำเสมอ แอปพลิเคชันนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมตอบคำถามประเภทอื่น ๆ ได้เช่นกิจกรรมทัศนศึกษาของโรงเรียน หรือการโปรโมทแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดต่าง ๆ

สำหรับงานที่จะทำต่อไปนั้นก็คือการเพิ่มความหลากหลายของประเภทของคำถาม และเนื่องจากกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยใช้ในตอนพัฒนาแอปพลิเคชันนี้เป็นสถานศึกษาดังนั้นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในฝั่งผู้สอนจะมีลักษณะที่เหมาะสมกับการเรียนการสอน ซึ่งถ้าจะนำไปใช้กับคำถาม ในด้านอื่นจึงควรที่จะต้องปรับปรุงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้เหมาะสมมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Unity Quiz Game Tutorial
[Online]https://www.youtube.com/watchMv=5WRf9oXBX3E&list=PLcGhcxpz0PQj3Gjh7vqc5Sdc_aWUNveH1
[2] Multiplayer Checkers Tutorial – Unity 3D.
[Online] https://www.youtube.com/watch?v=93o_Ad5C5Ds
[3] Retrieving data from a WWW php call.

[Online]https://answers.unity3d.com/questions/248797/retrieving-data-from-a-www-php-call.html

[4] MapzenGo – Asset for makemap on unity.
[Online] https://glthub.com/bmkhy/MapzenGo

[5] Healthbar (Hltpoint bar, Lifepoint bar) – Game Mechanics – Unity 3D.
[Online]https://www.youtube.com/watch?v=9W0xLonwbLo&t=672s

[6] LoginSystem Tutorial – Pt. 1 (Unity 3D [C#]).
[Online] https://www.youtube.com/watch?v=5l02kT2o5mg

[7] Unity 5 –Easy Database 1 (Setting up our Database with Xampp).
[Online]https://www.youtube.com/watch?v=EByl95OMG2o&list=PLTm4RoXO7ndjIPE8JXrJ9MjMfsJv956Qm

การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

Development of Active Learning Support System

นฤนาถ วุฒิอนันต์ชัย[1] ปารณัท สิริสุนทรวงศ์[2] พิสิฐพงศ์ เลิศประภาพงศ์[3] ศักดิ์ตยา สุขศรี[4] ศิริพัฒน์ คารวะวงศ์[5] ศุภางค์ ศิรินาวิน[6] และ ศรัณย์ อินทโกสุม[7]

[1]E-mail: aim_kandy@hotmail.com [2]E-mail: no_at_ts@hotmail.com [3]E-mail: pisitpong5@hotmail.com [4]E-mail: SaktayaSuksri@gmail.com [5]E-mail: Siripat_nik817@hotmail.com [6]E-mail: mitsuki.v_darknight@hotmail.com [7]E-mail: sarun.in@kmitl.ac.th

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนแบบบรรยายแบบดั้งเดิม ปัจจัยหลักที่ทำให้การเรียนการสอนแบบนี้ประสบความสำเร็จก็คือการได้รับการตอบสนองจากผู้เรียน ในปัจจุบันมีเครื่องมือหลายตัวที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์ดังกล่าว อย่างไรก็ตามเครื่องมือเหล่านี้บางตัวเป็นเทคโนโลยีที่เป็นของบริษัทใดบริษัทหนึ่ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากถ้าต้องการนำมาใช้งาน บางตัวอยู่ในรูปแบบของเว็บหรือโมบายล์แอปพลิเคชันซึ่งให้ใช้ความสามารถพื้นฐานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่จะเก็บค่าใช้จ่ายสำหรับความสามารถในระดับสูง งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่มีสภาพแวดล้อมที่เพียงพอสำหรับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ผู้ใช้ทั้งที่เป็นผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้งานแอปพลิเคชันผ่านเว็บบราวเซอร์ที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแทบเลต แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งเป็นสามส่วนคือส่วนของผู้สอน ส่วนของผู้เรียน และส่วนเซิร์ฟเวอร์โดยผู้สอนจะสร้างคำถาม และให้โปรแกรมที่เซิร์ฟเวอร์ส่งคำถามไปที่อุปกรณ์ของผู้เรียนและเก็บคำตอบที่ผู้เรียนตอบกลับมา ประเภทของคำถามจะเป็นแบบถูก/ผิด แบบปรนัย แบบอัตนัยซึ่งให้เขียนตอบแบบสั้น ๆ แบบกำหนดช่วง และแบบวาดรูป ผู้สอนสามารถจัดเก็บการตอบสนองจากผู้เรียนเป็นไฟล์ข้อมูลของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลล์เพื่อนำมาประเมินผลในภายหลังได้ แอปพลิเคชันนี้ยังสามารถนำมาใช้กับการสอบย่อยแบบออนไลน์ได้อีกด้วย และนอกจากที่ผู้เรียนจะตอบคำถามที่ผู้สอนถามมาแล้ว ผู้เรียนยังสามารถส่งความคิดเห็นไปให้ผู้สอนได้เช่นไม่เข้าใจเนื้อหา หรือผู้สอนสอนเร็วไปเป็นต้น

คำสำคัญ: การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ แอปพลิเคชันด้านการศึกษา เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

Active learning is considered a better learning approach than the traditional lectured-based. The key factor to the success of this learning approach is to collect students' responses. Currently, there are tools available for such purpose. However, some of them are proprietary technologies that cost too much, some of them are in the form of web-based or mobile applications that offer basic features for free but require payment for more advanced features. This research aims to solve the problems by developing a web-based application that provides sufficient environment for active learning approach. Users, both teachers and students can use web browsers installed on their devices that can be computers, smart phones, or tablets to use the application. The developed application is divided into three parts teacher, student, and server. A teacher can send a question to the server program which will forward the question to students' devices and get back their responses. The question types can be true/false, multiple choices, short answer, likert scale and drawing. A teacher can record the responses as an MS Excel file for later evaluation. The application also supports an online quiz system. In addition to respond to a teacher's question, a student can leave comments such as do not understand the contents, or the teacher teaches too fast.

Keywords: Active learning, Educational application, Web application

1. บทนำ

การเรียนการสอนในแบบดั้งเดิมที่มีอาจารย์เป็นผู้บรรยายหลักในปัจจุบันถูกมองว่าเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพ แนวคิดของการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งหัวใจหลักของการเรียนแบบนี้คือการที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ตั้งคำถาม และวิเคราะห์ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาหรือไม่ ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยสนับสนุนรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว โดยมีทั้งลักษณะที่เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

โดยบริษัทใดบริษัทหนึ่ง ซึ่งจะมีทั้งส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และซอฟต์แวร์ซึ่งใช้ในการเก็บและวิเคราะห์คำตอบ ตัวอย่างของเครื่องมือในลักษณะนี้เช่น Clickers [5] ปัญหาหลักของการใช้เครื่องมือในลักษณะนี้คือมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อระบบค่อนข้างสูง เครื่องมืออีกแบบหนึ่งจะอยู่ในรูปของเว็บแอปพลิเคชันหรือโมบายล์แอปพลิเคชัน โดยเครื่องมือในลักษณะนี้ส่วนของโปรแกรมหลักที่ใช้ในการจัดการการเรียนแบบโต้ตอบ เช่นการจัดส่งตัวเลือกของคำถามไปยังหน้าจอของผู้ใช้ และการจัดเก็บคำตอบของผู้ใช้อยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนจะใช้งานระบบจะอยู่บนเครื่องไคลเอนต์ ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแทบเลต โดยการใช้งานระบบผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราเซอร์ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ หรือใช้งานผ่านแอปพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ ตัวอย่างของแอปพลิเคชันในลักษณะนี้เช่น Kahoot[1] และ Socrative[2] ข้อดีของการใช้เครื่องมือในลักษณะนี้คือ มีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับวิธีแรก เพราะเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อกับระบบเป็นสมาร์ทโฟนทั่วๆไปที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งในปัจจุบันมีราคาที่ไม่สูงมาก อย่างไรก็ตามปัญหาหลักของเครื่องมือในลักษณะนี้ก็คือ ฟังก์ชันที่จำเป็นในการจัดการการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ยังมีไม่เพียงพอ หรือแอป-พลิเคชันบางตัวให้ใช้เพียงฟังก์ชันพื้นฐานแบบไม่คิดค่าใช้จ่าย แต่ถ้าต้องการใช้ฟังก์ชันในระดับสูงจะต้องเสียค่าบริการ นอกจากนี้การใช้งานระบบดังกล่าวยังต้องมีการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตตลอดเวลาอีกด้วย

งานวิจัยชิ้นนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีความสามารถที่เพียงพอในการจัดการการเรียนแบบโต้ตอบ มีส่วนติดต่อที่เป็นมิตรกับผู้ใช้ มีการติดตั้งระบบที่ง่าย โดยสามารถติดตั้งระบบลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้สอนเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นผู้เรียนและผู้สอนก็สามารถติดต่อเข้ากับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายเฉพาะที่ทั้งที่เป็นแบบมีสายหรือไร้สายในห้องเรียนได้ ทำให้การเรียนการสอนสามารถทำได้ถึงแม้ในห้องเรียนจะไม่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตก็ตาม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาคุณสมบัติ ข้อดีและข้อจำกัดของเว็บแอปพลิเคชันสองตัวที่มีส่วนสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ได้แก่ Kahoot และ Socrative

2.1 Kahoot [1]

Kahoot เป็นเครื่องมือสร้างเกมส์ตอบคำถามออนไลน์ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน โดยสามารถใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ ด้วยคุณสมบัติในการสร้างคำถามแบบออนไลน์และการใช้งานที่ง่ายนี้เอง Kahoot จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์อย่างง่าย ๆ ได้ สำหรับข้อจำกัดของการใช้งาน Kahoot ก็คือการใช้งานจะต้องเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังตัวเซิร์ฟเวอร์ของ Kahoot และตัว Kahoot ไม่ได้มีฟังก์ชันอื่น ๆ ที่ช่วยในการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์มากนัก เช่นไม่มีฟังก์ชันการลงทะเบียนนักเรียนเข้าชั้นเรียนและระบบยืนยันตัวตนของนักเรียน ซึ่งทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องของการสอบย่อยแบบออนไลน์ได้

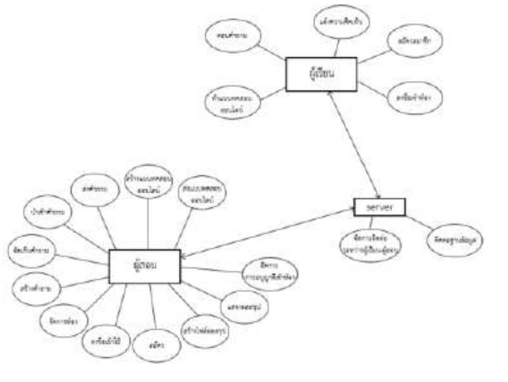
2.2 Socrative [2]

Socrative เป็นแอปพลิเคชันที่ถูกออกแบบมาให้รองรับการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ โดยในส่วนของไคลเอนต์ยังมีเวอร์ชันที่เป็นโมบายล์แอปพลิเคชันทั้งบนระบบไอโอเอส (iOS) และแอนดรอยด์ (Android) ดังนั้นจะมีฟังก์ชันที่สนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์มากกว่า Kahoot อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดที่เหมือนกับ Kahoot ก็คือการใช้งานจะต้องเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ถึงแม้จะมีฟังก์ชันที่หลากหลายกว่า Kahoot แต่ฟังก์ชันเหล่านั้นเช่นการลงทะเบียนผู้เรียนเข้าชั้นเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นสมาชิกแบบที่เสียค่าบริการจึงจะทำได้

นอกจากข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยยังพบว่า แอปพลิเค-ชันทั้งสองอนุญาตให้ผู้สอนเท่านั้นที่เป็นผู้ตั้งคำถามและส่งคำถาม แต่ถ้าผู้เรียนมีคำถามหรืออยากแสดงความเห็นอื่น ๆ จะไม่สามารถทำผ่านแอปพลิเคชันได้ จึงมีแนวคิดว่าควรพัฒนาฟังก์ชันให้ผู้เรียนได้ส่งข้อคิดเห็นหรือคำถามกลับไปยังผู้สอนได้เพื่อให้การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์

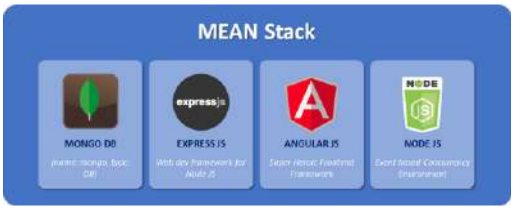
ระบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่มีภาพรวมของระบบดังแผนภาพในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบสนับสนุนการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์

โดยจะเห็นว่าระบบสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์จะแบ่งเป็นสามส่วนหลัก ๆ คือ เซิร์ฟเวอร์ ไคลเอนต์ฝั่งผู้สอน และไคลเอนต์ฝั่งผู้เรียน ซึ่งในแผนภาพจะแสดงถึงฟังก์ชันการทำงานหลักของแต่ละส่วน

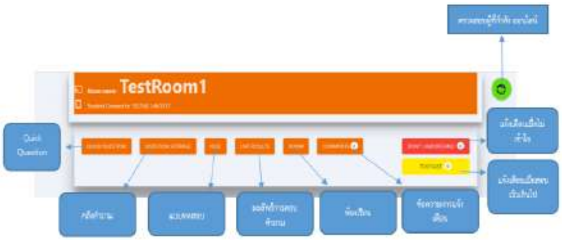
ผู้วิจัยต้องการใช้ภาษาโปรแกรมตัวเดียวกันในการพัฒนาทั้งฝั่งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ จึงเลือกใช้ภาษา JavaScript โดยใช้ชุดการพัฒนาโปรแกรมที่เรียกว่า MEAN Stack [6,7] ซึ่งหมายถึงเทคโนโลยีหลักสี่ตัวสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา JavaScript ได้แก่ AngularJs ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คสำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนฝั่งไคลเอนต์ Node.js เป็นสภาพแวดล้อมสำหรับรันโค้ด JavaScript บนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ Express ซึ่งเป็นเฟรมเวอร์กสำหรับการสร้างเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้รันผ่าน Node.js และ MongoDB ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลในรูปแบบ JSON (JavaScript Object Notation) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการประมวลผลด้วยภาษา JavaScript ภาพรวมของ Mean Stack แสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Mean Stack
ที่มา: https://dzone.com/

4. ผลการดำเนินการ

แอปพลิเคชันสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นจะมีผู้ใช้สองกลุ่มคือผู้สอนและผู้เรียน โดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรมในฝั่งผู้สอนแสดงได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งจากเมนูที่เตรียมไว้ให้จะเห็นว่าผู้สอนสามารถจัดการห้องเรียนได้จากเมนู Room สามารถถามคำถามได้ในขณะที่สอนจากเมนู Quick Question สามารถดึงคำถามจากคลังคำถามที่เตรียมไว้มาถามได้จากเมนู Question Storage ดูผลการตอบคำถามของผู้เรียนจากเมนู Live Result ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบออนไลน์จากเมนู Quiz นอกจากนี้ ยังสามารถดูได้ว่ามีผู้เรียนถามคำถามหรือให้ความเห็นใด ๆ หรือไม่จากส่วนการแจ้งเตือนComment หรือมีผู้เรียนคนใดบอกว่าสอนเร็วเกินไป หรือไม่เข้าใจบ้างหรือไม่จากส่วนการแจ้งเตือน Too Fast และ Don’t Understand สำหรับตัวอย่างของจอภาพสำหรับดูผลการตอบคำถามของผู้เรียนแสดงได้ดังรูปที่ 4 โดยผู้สอนสามารถจัดเก็บผลลัพธ์ลงในแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลล์เพื่อนำมาประเมินผลภายหลังได้ สำหรับประเภทของคำถามที่สามารถถามได้จากเมนู Quick Question หรือการสร้างแบบทดสอบออนไลน์จะมี 5 ประเภทได้แก่ ประเภทของคำถามจะเป็นแบบถูก/ผิด แบบปรนัย แบบอัตนัยซึ่งให้เขียนตอบแบบสั้น ๆ แบบกำหนดช่วง และแบบวาดรูป ซึ่งตัวอย่างการสร้างคำถามแบบปรนัยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 จอภาพหลักของโปรแกรมฝั่งผู้สอน

รูปที่ 4 ผลการตอบคำถามของผู้เรียน

รูปที่ 5 การสร้างคำถามแบบปรนัย

ในส่วนของผู้เรียนเมื่อเข้าสู่ระบบจะได้จอภาพดังรูปที่ 6 ซึ่งจะเป็นการรอคำถามจากผู้สอน แต่ถ้าผู้เรียนต้องการส่งคำถามหรือความคิดเห็นให้ผู้สอนก็สามารถป้อนคำถามและกดปุ่ม Send หรือถ้าต้องการบอกผู้สอนว่าไม่เข้าใจหรือสอนเร็วไปก็สามารถกดปุ่มที่โปรแกรมเตรียมไว้ให้ได้ตามต้องการ ซึ่งความสามารถในส่วนนี้ไม่มีในเครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบัน เมื่อผู้สอนส่งคำถามมาให้หน้าจอของผู้เรียนจะเปลี่ยนไปเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามดังรูปที่ 7

รูปที่ 6 จอภาพหลักของโปรแกรมฝั่งผู้เรียน

รูปที่ 7 จอภาพสำหรับตอบคำถามจากผู้สอน

5. สรุปผลการดำเนินงานและงานที่จะทำต่อไป

ระบบสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ มีความสามารถที่จำเป็นทั้งหมดสำหรับการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์โดยที่ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เนื่องจากระบบสามารถติดตั้งในลักษณะที่จำลองให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้สอนเป็นเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องของผู้เรียนซึ่งอาจเป็นสมาร์ทโฟนที่ไม่ต้องมีประสิทธิภาพสูงมาก แต่มีความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะที่แบบไร้สายก็สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบได้ มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ใช้งานง่าย ผู้สอนสามารถเก็บผลการตอบคำถามของผู้เรียนไปวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหัวข้อใด สนับสนุนการทำแบบทดสอบแบบออนไลน์ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ส่งความคิดเห็นกลับไปยังผู้สอนได้ ซึ่งความสามารถนี้ไม่มีในเครื่องมือสนับสนุนการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ตัวใดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

สำหรับแผนงานที่จะทำต่อไปจากงานวิจัยนี้ก็คือการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันในส่วนของผู้สอนและผู้เรียน เพื่อให้การใช้งานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ก็คือการเพิ่มความสามารถอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เช่นการตอบคำถามในแบบทีมเป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Kahoot. 2017. [Online]. Available : https://getkahoot.com/

[2] Socrative. 2014. [Online]. Available : http://www.socrative.com

[3] Joshua Johanan. 2014. Building Scalable Apps with Redis and Node.js. Birmingham : Packt Publishing Ltd..

[4] Rohit Rai. 2013. Socket.IO Real-time Web Application Develop ment. Birmingham : Packt Publishing Ltd..

[5] Iclicker. 2017. [Online]. Available: http://www1.iclicker.com

[6] Mongodb. 2017. MEAN Stack. [Online]. Available: https://www.mongodb.com/blog/post/the-mean-stack-mongodb-expressjs-angularjs

[7] Jay Raj. 2014. An Introduction to the MEAN Stack. [Online]. Available: https://www.sitepoint.com/introduction-mean-stack/

การประยุกต์ใช้ IoT NETPIE และ LINE API เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมโรงเรือนการเกษตร : กรณีศึกษาโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

อนุกิจ เสาร์แก้ว[1] โอพาร เชี่ยวชาญ[2] เอกรัฐ บุญเชียง[3]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 โทรศัพท์ 081-7248873 E-mail: nukit@hotmail.com
[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 โทรศัพท์ 081-8502319 E-mail: oran_c2515@hotmail.com
[3]ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านเสารสนเทศทางสุขภาพเพื่อชุมชน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ 081-8811083 E-mail: ekkarat@ieee.org

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ IoT, NETPIE และ LINE API เพื่อตรวจสอบค่าความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ และควบคุมการเปิดปิดระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และแบบพ่นหมอกแบบอัตโนมัติและสามารถดูข้อมูลค่าความชื้นและการแจ้งเตือนการเปิดปิดผ่านสมาร์ทโฟน ผลการทดลองพบว่าระบบ IoT ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ

คำสำคัญ: รูปแบบบทความ, ขนาดตัวอักษร, รูปแบบตัวอักษร

Abstract

This research has applied using IoT, NETPIE and LINE API to measure the humidity of Lingzhi mushroom farm and controlled sprinkler and foggy pumps automatically. Humidity data and notify data of sprinkler and foggy pumps can be monitored via mobile devices. The results of our developed system worked correctly.

Keywords: IoT, NETPIE, LINE API, smart farm

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต้องการพัฒนาโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือแบบอัจฉริยะต้นแบบ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้สนใจนำไปเพาะเลี้ยงเห็ดหลินจือเองได้ เนื่องจากเห็ดหลินจือเป็นพืชที่สร้างรายได้ได้ดี โดยมีแนวคิดใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ IoT, NETPIE และ LINE API เพื่อควบคุมความชื้นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในการตรวจสอบค่าความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือและควบคุมระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติสามารถรายงานผลผ่านสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์ใช้เซอร์วิส NETPIE และ LINE API

3. ระยะเวลาในการวิจัย และสถานที่ในการวิจัย

ระหว่างเดือนธันวาคม 2559 ถึง กุมภาพันธ์ 2560 ณ โรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัย แม่โจ้ เชียงใหม่

4. การทบทวนเอกสาร

IoT (Internet of things) หมายถึงเครือข่ายของสิ่งของต่างๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ โดยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้ว [1]

NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) คือ cloud platform หรือ platform as a service ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นจาก NECTEC เพื่ออำนวยให้เกิดการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หรือ things ในเครือข่าย IoT [2]

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยของ Chieochan, Saokaew and Boonchieng [3] ที่ได้พัฒนาระบบ IoT และ RFID เพื่อใช้ในการจัดการโลจิสติกส์ของรถขนถ่านหินของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเหมืองแม่เมาะลำปาง โดยผลการทดลองพบว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและระบบทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ และระบบทำงานมาแล้ว 1 ปี และงานวิจัยนี้ได้เปลี่ยนจากอุปกรณ์ Arduino Mega 2560 + Ethernet Shield เป็น

NodeMCU V2 (ESP8266-12E) เปลี่ยนจากโปรโตคอลการสื่อสาร MQTT มาใช้เซอร์วิส NETPIE ของ NECTEC

5. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้วิธีวิจัยได้ทำตามขั้นตอน waterfall model 5 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ IoT ควบคุมความชื้นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือต้นแบบ โดยประกอบไปด้วย Requirement and Feasibility study, system analysis and design, implementation, testing and maintaining and results และแต่ละขั้นตอนสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ตามคำแนะนำของ น้ำฝน อัศวเมฆิน [4] เพื่อตรวจสอบความผิดพลาด

5.1 Requirement and Feasibility study

ในงานวิจัยนี้ได้ คัดเลือกอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์และเซอร์วิสต่างๆ เพื่ออ่านค่าและควบคุมความชื้นของโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ โดยแสดงเป็นส่วนดังนี้

อุปกรณ์ (Hardware)

NodeMCU V2 (ESP8266-12E) ใช้ ส่วนควบคุมหลัก และส่งข้อมูลขึ้นสู่ระบบอินเตอร์เน็ต (ผ่าน WIFI), Sensor DHT22 / AM2302 เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น, RTC I2C Module DS1307 (Real time clock) เป็นโมดูลฐานเวลาตามจริง เป็นฐานเวลาอ้างอิงในการควบคุมการเปิดปิดน้ำ, Relay Module 2 channel 5 V ใช้ควบคุมการปิดเปิด เครื่องพ่นน้ำ, Sprinkler pump AC 220V 370W ใช้เครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์, Foggy pump 3.0 Lpm 12 Bar 24 VDC 2.5A ใช้เครื่องพ่นน้ำแบบหมอก, LCD 20X4 with I2C interface ใช้แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์และการส่งข้อมูล

ซอฟต์แวร์ (Software)

C++ on Arduino IDE ใช้เป็นภาษาที่เขียนบน Node MCU, NodeJS ใช้ดึงข้อมูล จาก NETPIE REST API มาให้อยู่ในรูปแบบของ JSON

เซอร์วิส (Service) และ โปรโตคอล (Protocol)

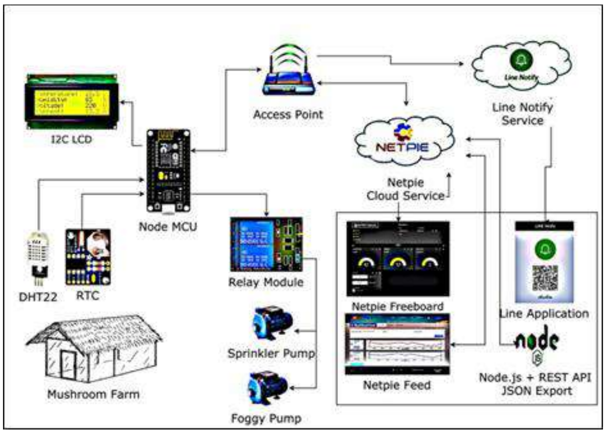
NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) เป็นแพลตฟอร์มหรือบริการ IoT ใช้ในการสื่อสารข้อมูล, NETPIE Feed ใช้เก็บข้อมูลความชื้นจาก NETPIE, Line API (Application Programming Interface) ใช้แจ้งเตือนการเปิดปิดเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และเครื่องพ่นหมอกผ่านแอพพลิเคชั่นไลน์, NETPIE REST API (Representational State Transfer Application Programming) ช่องทางการดึงข้อมูลจาก NETPIE Feed

5.2 System analysis and Design

โดยปกติการควบคุมสภาพแวดล้อมโรงเรือนเพาะเห็ดทั่วๆไป จะต้องควบคุม แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทของอากาศ แต่งานวิจัยของปรีชา [5] พบว่าความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อการเจริญโตของสปอร์และใบเห็ดหลินจือ และเนื่องจากงานวิจัยนี้ทำให้ช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิทั้งวันเฉลี่ยประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดหลินจือ ดังนั้นงานวิจัยนี้ ไม่ได้ออกแบบมาควบคุมอุณหภูมิ แต่เนื่องจากผู้วิจัยได้เลือกใช้เซนเซอร์เบอร์ DTH 22 ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นในเวลาเดียวกัน ผู้วิจัยได้เก็บเพียงค่าความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกหลินจือ ควบคุมการเปิดปิดเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และเครื่องพ่นน้ำแบบหมอกแบบอัตโนมัติและแจ้งสถานะการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่นไลน์ โดยความชื้นที่ควบคุมต้องอยู่ประมาณ 90%

5.3 Concept diagram

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบ IoT ที่ใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือและควบคุมเปิดปิดการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ และเซอร์วิสที่ใช้ในการส่งข้อมูลขึ้นระบบอินเตอร์เน็ตคือ NETPIE และเซอร์วิสย่อยคือ NETPIE Freeboard ในการแสดงสถานะความชื้นและเวลาตามเวลาจริง (real time) และ NETPIE Feed ในการบันทึกข้อมูลความชื้นและเวลา และการดึงข้อมูลมาใช้งานคือ Node.JS ผ่านเซอร์วิส NETPIE REST API เป็นรูปแบบ JSON ในส่วนแสดงสถานะการทำงานของการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติใช้ LINE Notify ผ่านเซอร์วิส LINE API



รูปที่ 1 :ภาพรวมของการออกแบบระบบ IoT

การเพาะเห็ดหลินจือแต่ละรุ่นต้องใช้เวลานาน 90-120 วัน โดย 40 วันแรกจะเป็นกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการปลอดเชื้อ และหลังจาก 40 -120 วัน เป็นกระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดหลินจือในโรงเรือนเปิดดอก เพื่อต้องการเก็บสปอร์เห็ดและเพาะเลี้ยงใบเห็ดให้โตเต็มที่ และการ

ให้น้ำแบบสปริงเกอร์จะทำใน 20 วันแรกของการเพาะเลี้ยงเห็ดหลินจือในโรงเรือนเปิดดอก เพื่อให้ น้ำเกาะที่ดอกเห็ด และเร่งให้เห็ดออกสปอร์ โดยจะให้สามเวลา (09.00, 13.00 และ 15.00 น.) และระยะเวลาให้น้ำประมาณครั้งละ 5 นาที ส่วนการให้น้ำแบบพ่นน้ำแบบหมอกจะให้ตลอดเวลาในช่วงเวลาเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนเปิดดอกขึ้นอยู่กับความชื้น โดยอยู่ระหว่าง 90-95 เปอร์เซ็นต์

5.4 Implementation

การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะใส่ในกล่องกันน้ำติดตั้งหน้าโรงเรือนและปั๊มน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบพ่นหมอกจะติดตั้งไว้ด้านหลังของโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ

5.5 Testing and Maintaining

ในงานวิจัยนี้ได้ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์กระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง (wet bub dry bulb thermometer) วัดความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน เพื่อเปรียบเทียบการอ่านค่าความชื้นอัตโนมัติระหว่างระบบ IoT ที่ได้พัฒนาและจากการอ่านค่าแบบแมนนวล (manual) ว่าถูกต้องตรงกัน

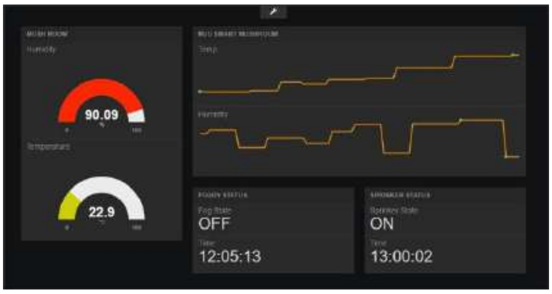
รูปที่ 2: ระบบ IoT และเทอร์มอมิเตอร์กระเปาะเปียก กระเปาะแห้งเปรียบเทียบค่าตรวจวัดความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ

5.6 Results

ข้อมูลความชื้นอ่านได้จะสามารถแสดงผลได้หลายมิติ โดยสามารถดูได้จากจอ LCD หน้ากล่องระบบ IoT หรือดูผ่านสมาร์ทโฟนโดยเซอร์วิส NETPIE เช่น NETPIE Freeboard, NETPIE Feed และสามารถดูสถานะการทำงานของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกโดยการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์ (Line Application)

รูปที่ 3: ข้อมูลความชื้นของโรงเปิดดอกเห็ดหลินจือแสดงผลผ่านจอ LCD

เซอร์วิส NETPIE Freeboard ของ NETPIE แสดงผลข้อมูลความชื้นตามเวลาจริง (real time) ทุก ๆ 5 นาที และเวลาที่อ่านข้อมูล พร้อมด้วยสถานะการทำงานของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอก



รูปที่ 4: ข้อมูลความชื้นของโรงเปิดดอกเห็ดหลินจือแสดงผลทุกๆ 5 นาทีแบบเวลาจริง

ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะจัดเก็บไว้บนคลาวด์ (Cloud Computing) โดยผ่านเซอร์วิสย่อย NETPIE Feed ของ NETPIE และสามารถแสดงผลเป็นกราฟให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความชื้นได้ และสามารถดูข้อมูลความชื้นย้อนหลังได้ตลอดระยะเวลาการปลูกเห็ดหลินจือ

รูปที่ 5: กราฟข้อมูลความชื้นในโรงเปิดดอกเห็ดหลินจือ

ข้อมูลสถานการณ์ทำงานของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์ และแบบหมอก (เวลาเปิดปิด) สามารถแจ้งเตือนผ่านเซอร์วิส Line Notify ของ LINE API บนแอพพลิเคชั่นไลน์

รูปที่ 6: การแจ้งเตือนสถานะของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกสามารถแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์

6. สรุป

ระบบ IoT ที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถแสดงผลความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือได้ 3 ช่องทาง คือผ่านหน้าจอ LCD หน้ากล่องอิเล็กทรอนิกส์, แสดงผลทางสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์โดยผ่านเซอร์วิส NETPIE Freeboad และ NETPIE Feed และระบบ IoT ที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติในโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือ และสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานผ่านเซอร์วิส LINE API ทางสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ โดย ข้อมูลความชื้นที่เก็บใน NETPIE Feed (บริการของ NECTEC) สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังและสามารถดึงข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ได้โดยใช้ Node.js ผ่านท่านเซอร์วิส REST API และเมื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบข้อมูลความชื้นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดหลินจือโดยการรายงานแบบอัตโนมัติจากระบบ IoT ที่พัฒนาขึ้น และจากเทอร์มอมิเตอร์กระเปาะเปียก กระเปาะแห้งโดยอ่านแบบแมนนวล (manual) พบว่า มีความถูกต้องตรงกัน

7. งานวิจัยต่อยอด

จะมีการพัฒนาแอบพิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนและอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับเกษตรกรได้เข้าถึงข้อมูลจาก NETPIE Freeboard, NETPIE Feed ได้ง่ายขึ้น และจะมีการเพิ่มระบบพลังงานแสงอาทิตย์เข้าไปในระบบที่ได้พัฒนาเพื่อจะสวดในการใช้งานในพื้นที่ห่างไกล

8. คำประกาศกิตติคุณ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่เป็นผู้ให้ทุนวิจัย อาจารย์สุพักตร์ ปัญญา คุณปรีชา รัตนัง คุณสมชาย อารยพิทยา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่อำนวยความสะดวกในการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] X. L. Xu, et al. “Intelligent fault prediction system based on internetof things”, *Computers and Mathematics with Application*, vol. 64, pp. 833-839, 2012.

[2] NECTEC, “NETPIE: Internet of Things”, https://www.nectec.or.th/innovation/innovation- software/ netpie. html (access on 27/02/2017).

[3] O. Chieochan, A. Saokew and A. Boonchieng, “An integrated system of applying the use of Internet of Things, RFID and Cloud Computing: A case study of logistic management of Electricity Generation Authority of Thailand (EGAT) Mae Mao Lignite Coal Mining, Lampang, Thailand”,*The 2017-9th International Conference on Knowledge and Smart Technology*, pp.156-161, 2017.

[4] น้ำฝน อัศวเมฆิน , “หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมซอฟแวร์” , ซีเอ็ดยูเคชั่น, บจ, 2558.

[5] ปรีชา รัตนัง, “การเพาะเห็ดหลินจือ”, สาขาพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2558.

ดัชนีผู้เขียนบทความ

		หน้า
C	Chaiphan Prakaraphan	557
	Chakkaphong Suthaputchakun	101
	Chhunhour Yek	549
D	Dumrongchai Cheywut	101
K	Kritsada Paungplab	569
M	Montri Phothisonothai	569
N	Natchanon Jamruang	101
P	Phongrid Yoosaeng	101
	Pitipong Apisuwankul	569
S	Suchada Tantisatirapong	569
W	Wanchalerm Devinya	101
	Wichapol Topraman	101
ก	กนกพร ทองสะอาด	21
	กมล บุญล้อม	13, 45, 65, 81, 105, 293, 297, 421, 429, 529
	กรภัทร เฉลิมวงค์	73, 843
	กระวี อนนตรี	73, 373
	กริช สมกันธา	505, 509
	กฤตกรณ์ ศรีวันนา	293, 429
	กฤษฎา กันทะวงศ์	41
	กฤษฎา ชัยนาม	277
	กฤษฎา พรหมพินิจ	545
		357, 453,
	กฤษณ์วรา รัตนโอภาส	497
	กฤษณะ ภูทองแท้	421
	กฤษณะ ไวยมัย	153
	กฤษณะ สมควร	529
	กลชาญ อนันตสมบูรณ์	413
	กวีวัชร์ ทัติวงษ์	169
	ก้องภพ ชาอามาตย์	17, 113
	กัญญาภัค ศรีสุข	405
	กันตภณ พรหมนิกร	121
	กันตภณ สุมณฑา	189
	กิตติคุณ รอดสกุล	253, 441
	กิตติพงษ์ ปงปินใจ	249
	กิตติ์รวี ศิวัฒน์กิตติสุข	489
	กิติศักดิ์ มีสิงห์	349
	กุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต	125
	เก่ง จันทร์นวล	481
	เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร	201
	เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง	325, 437, 445
	ไกรสร แก้วจันทร์เป็ง	65, 105, 529
	ไกรสรทอง รสโสดา	157
ข	ขจรเดช ดวงพิลา	77
	ขจรศักดิ์ คงพากเพียร	17
	ขวัญชัย เอื้อวิริยานุกูล	345
	ขวัญเรือน สินณรงค์	421
ค	คงเกษม ปักนอก	221
	คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์	549
	คณิตกร ขันเชื้อ	469
	คณิศร บุญรัตน์	405
	คมสัน เกียรติกอบชัย	289
	คำคูณ พันธวงศ์	117
จ	จตุชัย ปิ่นวนิชย์กุล	1
	จตุรนต์ เงินพลับพลา	285
	จรรยา สายนุ้ย	465
	จักรี พิชญ์พิบุล	81
	จันทนา ปัญญาวราภรณ์	61
	จารุณี ดวงสุวรรณ	233

		หน้า
	จำรัส กลิ่นหนู	413
	จิรกิตติ์ กั่วพานิช	289
	จิรวัฒน์ เขม้นเขตการ	149
	จิระศักดิ์ สิทธิกร	517
	จิรัชญา นาคแจ้ง	141
	จิราภา คุ้มทอง	257
	จิรายุทธ สิงห์บุญมี	417
	จีรพา บุญญคง	137
	จีรวัฒน์ เตวิน	297
	จุฑามาศ สุขลี่	509
	เจษฎา งาเนียม	489
	เฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร	549
ช	ชญานนท์ แสงมนี	561
	ชนชิต ชูสุวรรณ์	305
	ชนม์รัตน์ ตติยะวรนันท์	41
	ชยันต์ คงทองวัฒนา	93
	ชยากร พุทธกาเนิด	421
	ชรินทร์ อำพนพิศลย์	449
	ชลัช สัตยารักษ์	229
	ชลิดา จันทจิรโกวิท	13
	ชลิตา เจริญเนตร	481
	ชัชฎา หนูสาย	321
	ชัยชนะ กุลวรฐิต	573
	ชัยพร ใจแก้ว	197, 269, 337, 341, 353, 457
	ชัยพันธ์ ประการพันธ์	1
	ชัยวัฒน์ ศรีทอง	549
	ชาญชัย ปลื้มปิติวิริยะเวช	189
	ชานนท์ สิงห์ยัง	257
	ชาลิสา ประสพฤกษ์	205
	ชุติกาญจน์ น้อยกาญจนะ	337
	ชุติพนธ์ คงสมพรต	197
	เชาวน์วัฒน์ เอื้อเฟื้อ	485

		หน้า
	ไชยวัฒน์ กล่ำพล	353
ซ	ซาบรี แวอูมา	349
ญ	ญาณพัฒน์ ชูชื่น	497
ฐ	ฐาปกร ขาวสาอางค์	573
	ฐาปนิค ตีระพันธ์	373
	ฐิติพร จันทร์ดา	201
	ฐิติพันธ์ ปั้นแตง	145
	ฐิติวรดา ฉัตรอุดมเกียรติ	269
ฑ	ฑิฆัมพร วัฒนาธนกุล	97
ณ	ณหทัย อึ๊งเจริญสุข	573
	ณัชชนม์ คำจุมพล	345
	ณัฐ สงคราม	385
	ณัฐชาสิทธิ์ ชูเกียรติขจร	345
	ณัฐธิดา ขุนทวี	497
	ณัฐนรี ศรีไชย	233
	ณัฐพงศ์ พันธุนะ	501
	ณัฐพงศ์ สมสุข	221
	ณัฐพนธ์ อู๋สูงเนิน	173
	ณัฐวุฒิ แสนสกลุ	1
	ณัฐิกา เพ็งลี	197
	ณัทกร เกษมสาราญ	485, 541
ด	ดนุชา ประเสริฐสม	489
	ดรุณ ชายทอง	5, 181
	ดำรงศักดิ์ อรัญกูล	409
	ดุษฎี ศรีจุลโพธิ์	89
	เดชา พวงดาวเรือง	425
ต	ตรีเพ็ญ กลิ่นเสถียร	113
	ตรีภพ ชินบูรณ์	25
ท	ทรงกช ศรีประสาร	25
	เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร	313, 441, 445
	เทวา แก้วศักดาศิริ	217
	เทวิน เอมิล บร๊านโซเซน	289
	เทอดศักดิ์ เงินมูล	565

		หน้า
	เทียนชัย อุ่นน้อย	153
ธ	ธนกฤต เอียงอิ่ม	289
	ธนพฒัน์ แดงเหลือ	537
	ธนัสนี เพียรตระกูล	89, 93
	ธนา มณีงาม	517
	ธนาฒน์ สุกนวล	77, 185,
		205
	ธนาพร ธนเสนีวัฒน์	21
	ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์	13, 45, 65,
		293, 297,
		429, 529
		45, 65, 105,
	ธเนศ คณะดี	421, 529
	ธรรมกร ครองไตรภพ	241
	ธราดล ไทรสังขธิติชัย	17
	ธราธิป นวมยากูล	129
	ธราธิป ภู่ระหงษ์	365
	ธวัชชัย กลิ่นหอม	53
	ธวัชชัย จารุวงศ์วิทยา	561
	ธวัชชัย ด่านลาเคน	477
	ธวัชชัย ทองเหลี่ยม	17, 369,
		553
	ธวัชชัย สุเขื่อน	81
	ธวัชวงศ์ ลาวัลย์	281
	ธสร สิงหะเนติ	137
	ธัญญาเรศ จันทร์แก้ว	429
	ธาดา แก้วประเสริฐ	137
	ธานิล ม่วงพูล	17
	ธีรพงษ์ ฉิมเพชร	229
	ธีรศาสตร์ คณาศรี	121
น	นคร ไชยวงศ์ศักดา	421
	นพพล เชาวนกุล	481
	นภัสกร ก้า ตระกูล	577
	นรรัตน์ วัฒนมงคล	485, 541

		หน้า
	นเรศ สุยะโรจน์	385
	นฤนาถ วุฒิอนันต์ชัย	581
	นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร	385
	นวพล พรเจริญ	301
	นัชนัยน์ รุ่งเหมือนฟ้า	401
	นัฐพงษ์ ว่องไว	413
	นันทวรรณ พิทักษ์พานิช	329
	นาตยา คล้ายเรือง	237
	นาทรพี ผลใหญ่	197
	นายบรรจบ แสนเจริญ	493
	นิกร ศรีพนมวัน	369
	นิธิพร วรรณโสภณ	321
	นิเวศ จีนะบุญเรือง	421
	นีรนุช สลอดสุข	177
	นุชนาถ สัตย์วินิจ	49, 477
	เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ	69, 141,
		309
บ	บัญชา ใต้ศรีโคตร	25
	บัณฑิต กรดี	533
	บุญเยี่ยม ยศเรืองศักดิ์	525
	บุญเลิศ โพธิ์ขำ	525
ป	ปฏิมากร จันทร์พริ้ม	229
	ปณต พุกกะพันธุ์	345
	ปพน เทพสาร	345
	ปภังกร ศรีสุข	405
	ประกาศิต จานงค์	517
	ประจวบ อินระวงค์	241
	ประภาส ผ่องสนาม	133
	ประเวช อนันเอื้อ	45
	ประสิทธิ สำรภี	413
	ปราการ ทัตติยกุล	541
	ปริญญวรรษ พรหมเสนะ	537
	ปริญญา รจนา	545
	ปัจจัย พวงสุวรรณ	433, 449

		หน้า
	ปารณัท สิริสุนทรวงศ์	581
	ปาลิกา พิกุลทอง	273
	ปิติเขต สู้รักษา	273
	ปิยพล ยืนยงสถาวร	345
	ปิยวดี ยาบุษดี	85, 177
	ปิยสุดา ตันเลิศ	193
	ปิยะชาติ เกียรติชื่น	257
	ปิยะนุช ตั้งกิตติพล	301
พ	พงศธร เตชะเลิศกมล	289
	พชร พึ่งทองหล่อ	353
	พรชัย พฤกษ์ภัทรานนต์	229
	พรทิพพา อัคชาติ	85
	พรศักดิ ศรีช่วย	453
	พัชรพงษ์ เอกสินิทธ์กุล	453
	พัชรินทร์ วินยางค์กูล	45
	พันตรี โคมพิทยา	409
	พิชญา ตัณฑัยย์	53
	พิชญานิน มูลเมือง	401
	พิชัย สุวรรณลอยล่อง	473
	พิชิต อ้วนไตร	125
	พิเชษฐ เหมยคา	565
	พินิจ กำหอม	57
	พิพัฒน์ อมตฉายา	185
	พิศณุ ชัยจิตวณิชกุล	157
	พิสิฐพงศ์ เลิศประภาพงศ์	581
	ไพบูลย์ พัฒนเสถียร	465
	ไพโรจน์ ทองประศรี	213, 245
	ไพศักดิ์ พูลผกา	245
	ไพศาล สิทธิโยภาสกุล	37
ภ	ภควดี ชำนาญศิลป์	497
	ภัทรตา สงวนนาม	205
	ภาคภูมิ คันธวิวรณ์	493
	ภาณุพงศ์ อุดมปาละ	13
	ภาณุวัฒน์ นกทอง	473

		หน้า
	ภาตภูมิ ปทุมวงศ์	561
	ภานุพงศ์ เอี่ยมอ่วม	257
	ภานุรุจ ยะเรือน	401
	ภิญญาพัชญ์ พัชรกิตติพงศ์	129
	ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ	85, 177
	ภูมินทร์ อินทร์แป้น	225
	ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง	293, 297, 429
	ภูมิพัฒน์ เนียมประดิษฐ์	205
	ภูมิศักดิ์ จันทร์ล้วน	157
ม	มงคลชัย ไชยเวช	417
	มนตรี โพธิโสโนทัย	205
	มารุต ธรรมานนท์	477
	มาลียา ตั้งจิตเจษฎา	493
	มิ่งมานัส ศิวรักษ์	97
	มิติ รุจานุรักษ์	397
	เมืองมล เสนเพ็ง	397
	ไมตรี ธรรมมา	77, 185
ย	ยุทธนา จรเด็จ	193
	ยุพดี หัตถสิน	345
	ยุภาวดี ธิลา	21
ร	รชต มณีโชติ	29
	รสสุคลธ์ สุวรรณกูฏ	217
	รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์	117
	ราชฤทธา รัตนวรกานต์	97
	เรวัต ศิริโภคาภิรมย์	469
ล	ลลิลธร มะระกานนท์	317
ว	วชิรนันท์ ปุ้ม	217
	วนษา สินจังหรีด	265
	วนัสนันท์ ฟุ้งสิริรัตน์	377
	วรธัช ชัยประเสริฐ	433
	วรนิตย์ ทองอยู่	505, 509
	วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์	209, 401
	วรรณนิภา อำมำตย์	449

		หน้า
	วรรณิศา หมวดชนะ	69
	วรวรรณ เพียคำเมือง	257
	วรวัฒน์ สมคาปา	385
	วรวัตร์ ดวงมะณี	277
	วรัญญู ทองศรี	517
	วรัญญู วิศาลศิริกุล	145
	วรางคณา เหนือคูเมือง	201
	วราพล ป้อมสุวรรณ	433
	วลัลภา สุระกำพลธร	273
	วสุ อุดมเพทายกุล	129
	วัชรพงษ์ เรือนคา	45
	วัฒนา เทียมกลาง	309
	วัณศักดิ์ รุ่งพรประสิทธิ์	457
	วันประชา นวนสร้อย	537
	วัลภา ภุมมะระ	33
	วาทิต เบญจพลกุล	377
	วาสนา สุกรรณ	509
	วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	77, 185
	วิชาญ มะวิญธร	197
	วิทยา ศรีกุล	241
	วิทวัส สิฏฐกุล	333, 721
	วิภาวัลย์ นาคทรัพย์	513
	วิรภพ เมฆพฤกษาวงศ์	437
	วิโรจน์ ปงลังกา	565
	วิโรจน์ เพชรพันธ์ศรี	389
	วิโรจน์ วุฒิ	169
	วิไลพร กุลตังวัฒนา	505, 509
	วิวัฒน์ ทิพจร	565
	วีรธรรม ไชยยงค์	525
	วีระ รัตนงาม	525
	วีระยุทธ คุณรัตนสิริ	393
	วุฒิชัย ปวงมณี	161
	เวียงชัย คาระมาตย์	485, 541
	ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร	513, 521

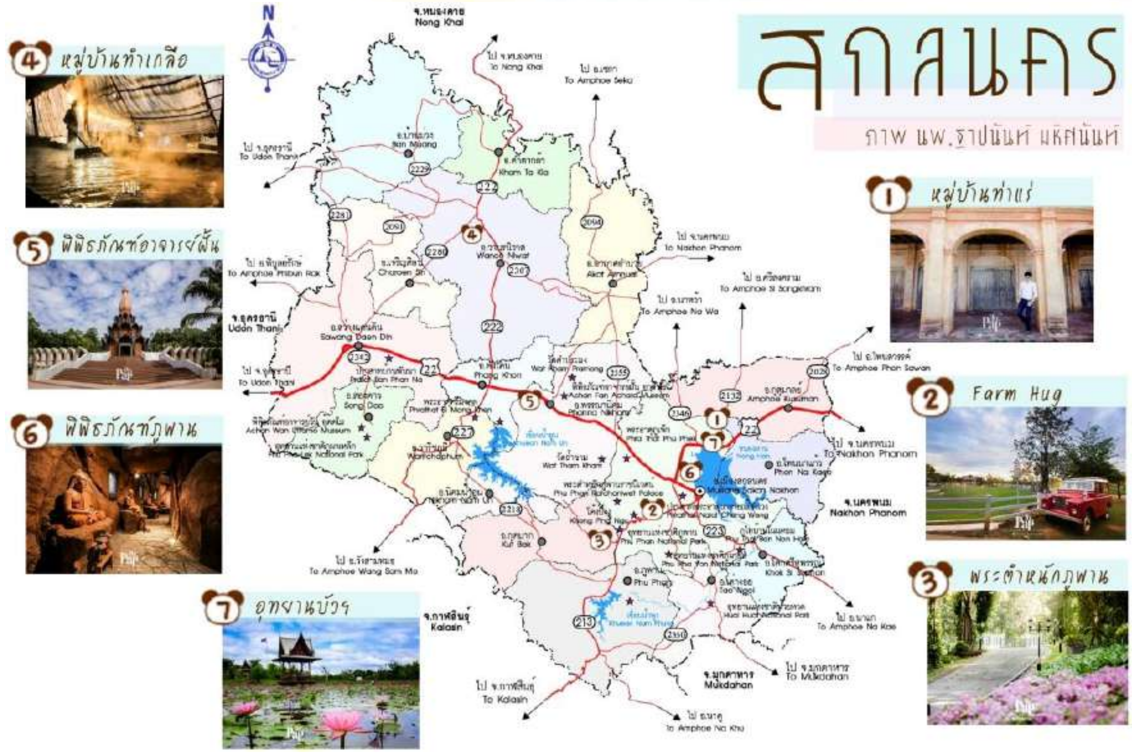
		หน้า
ศ	ศรัณย์ อินทโกสุม	577
	ศราวุฑ คงลาพันธ์	109
	ศริญญา ปะสะกวี	333
	ศรี วิเชียร หทัยรัตน์ศิริ	389
	ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์	225
	ศักดิ์ดา พรรณไวย	253, 325, 329, 437, 441
	ศักดิ์ดา พรรณไวย	313, 445
	ศักดิ์ตยา สุขศรี	581
	ศิรินันทร์ นาพอ	225
	ศิริพัฒน์ คารวะวงศ์	581
	ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ	221
	ศุภชัย มะเดื่อ	349, 537
	ศุภเชษฐ พรหมคีรี	237
	ศุภางค์ ศิรินาวิน	581
ส	สนั่น จันทร์พรม	241
	สมเกียรติ ทองแก้ว	501
	สมชาย เตียเจริญ	461
	สมพงษ์ แก้วหวัง	373
	สมพร เตียเจริญ	381, 461
	สมสิน วางขุนทด	173, 205
	สรไกร บัวแก้ว	309
	สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล	37, 209, 273, 401
	สรัล หน่อทิม	385
	สราญพงศ์ หนูยิ้มซ้าย	321
	สรายุทธ กูลเกื้อ	453
	สราวุฒิ พันธุ์เนียม	301
	สัญญา ควรคิด	17, 113, 553
	สันติ สุขจันทร์งาม	305
	สันติภาพ โคตทะเล	361
	สันติสุข สว่างกล้า	513, 521

	หน้า
สัพพัญญู ศุภบุษบ์	97
สายชล ขุดเจือจีน	389
สิทธิชัย จีนะวงษ์	249
สิทธินันท์ เบ็ญชา	249
สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ	365
สิรภพ สัตตบงกช	341
สิริกมล เสถียรภัทรธานี	129
สิริสวัสดิ์ จึงเจริญนิรชร	261
สิวรุจน์ หนูหลง	185
สุกัลยา อมตฉายา	77
สุจิตรา จีนะวงษ์	21
สุชาดา ตันติสถิระพงษ์	205
สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร	165
สุชาติ อินทร์แย้ม	577
สุชาวดี สีกัน	129
สุณัฐชา ธเนศานนท์	129
สุทธินันท์ กองศรี	417
สุภัทรา เกิดเมฆ	241
สุภาภรณ์ สุวรรณรังษี	425
สุภาวดี มากอ้น	305, 357,
	537
สุมนา ปาธะรัตน์	225
สุรเชษฐ์ เกษชรา	173
สุรเชษฐ์ โทวราภา	257, 289
สุรศักดิ์ หาญลายวง	49
สุริยันต์ แก้วหาวงษ์	549
สุริยา จันทร์ไทย	173
สุริยา อุทธสิงห์	193
สุรีรัตน์ แก้วคีรี	357
สุวนันท์ สุยะต๊ะ	293
สุวิชา นาคสังข์	57
สุวิทย์ อินทร์แย้ม	577
เสกสรร วงค์สม	45, 65, 105,
	421, 529

		หน้า
	เสกสรรค์ วินยางค์กูล	45, 65, 105,
		421, 529
	เสฐียรพงษ์ ยอดนิล	161
	เสนอ สะอาด	5, 181
	เสาวนี ศรีสุวรรณ	313, 441
ห	หนึ่งฤทัย นามวิเศษ	281
	หฤทัย ดิ้นสกุล	17, 553
		45, 65, 293,
อ	อธิคม ศิริ	297, 429
	อธิฐาน จ่างเจริญ	285
	อนงค์นาฏ ศรีวิหค	149
	อนรรฆพล ประธานราษฎร์	49
	อนันต์ ผลเพิ่ม	197, 269,
		337, 341,
		353,457
	อนิรุต ผัดเป้า	161
	อนุกิจ เสาร์แก้ว	585
	อนุชา เพิ่มชีลอง	277
	อนุพงศ์ ประจวบจันทร์	385
	อนุษรา ต่อคุ้ม	533
	อนุสรณ์ ใจแก้ว	293, 297,
		429
	อนุสรา พงษ์จันตา	45
	อภิชฎา ทองรักษ์	165
	อภิชาติ และคัม	53
		197, 269,
		337, 341,
	อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	353, 457
	อภิวัฒน์ สวัสดิรัตน์	301
	อมต หลวงพล	169
	อรรถพล วิเวก	345
	อริสพา เตหลิ่ม	169
	อลงกรณ์ พรมที	277, 417
	อัคเดช อุคมชัยพร	573

	หน้า
อำนาจ เพชรคนชม	369
อิสระ เครือพิมาย	113
อุดม เครือเทพ	361
อุดมโชค สุริยะจรัสแสง	313, 445
อุทัย ใจทอง	265
อุทัย วังชัยศรี	313, 445
อุมาพร ศิรธรานนท์	145
อุษา คงเมือง	173
เอกรัฐ บุญเชียง	585
เอกรินทร์ เหลืองวิลัย	253, 325,
	329, 437
เอกวิทย์ สุวรรณแสง	1
โอฬาร เชี่ยวชาญ	585

แผนที่เที่ยว
อุดรธานี
1. สำนักงานการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย
2. ศาลเจ้าปู่-ย่า
3. ร้านคอฟฟี่บีทเต้
4. โรงแรมเซ็นทารา และเซ็นทรัลพลาซ่า อุดรธานี
5. ยูดีทาวน์
6. โรงแรมเจริญโฮเต็ล
7. โรงแรมพาราไดซ์
8. สนามบิน
CENTARA
UD TOWN
ถ.โพธิ์ศรี
ถ.ประจักษ์
ถ.อุดรดุษฎี
ถ.ศรีสุข
ถ.โพศรี
ถ.โภคานุสรณ์
นกแอร์ ทุกเที่ยวบินมีรอยยิ้ม
ดอนเมือง-อุดรธานี วันละ 4 เที่ยวบิน 06.05, 11.10, 15.40 และ 18.20 น.
อุดรธานี-ดอนเมือง วันละ 4 เที่ยวบิน 07.40, 12.45, 17.20 และ 19.55 น.
เช็กตารางบินของนกแอร์ได้ที่โทร.1318 หรือ www.nokair.com


สกลนคร
ภาพ แพ.ฐาปนันท์ มหิศนันท์
1 หมู่บ้านท่าแร่
2 Farm Hug
3 พระตำหนักภูพาน
4 หมู่บ้านถ้ำเกลือ
5 พิพิธภัณฑ์อาจารย์ฝั้น
6 พิพิธภัณฑ์ภูพาน
7 อุทยานบัวฯ
จ.หนองคาย Nong Khai
จ.อุดรธานี Udon Thani
จ.นครพนม Nakhon Phanom
จ.มุกดาหาร Mukdahan
จ.กาฬสินธุ์ Kalasin
ไป จ.กาฬสินธุ์ To Kalasin
ไป จ.หนองคาย To Nong Khai
ไป จ.อุดรธานี To Udon Thani
ไป จ.นครพนม To Nakhon Phanom
ไป จ.มุกดาหาร To Mukdahan

แผนที่เที่ยว
เลย
1. วัดเนรมิตวิปัสสนา
2. พระธาตุศรีสองรัก
3. พิพิธภัณฑ์ผีตาโขน / วัดโพนชัย
4. ภูผาน้ำรีสอร์ท / ร้านอาหารริมผา
5. ภูเรือวโนทยาน
6. จุดล่องแก่งลำน้ำหมัน อบต.ลาดค่าง
7. สวนกล้วยไม้ลุงวุฒิ
8. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง
ทางหลวงหมายเลข 203
ทางหลวงหมายเลข 2013
ทางไปสนามบิน
แผนที่เที่ยว
อ.เชียงคาน
1. วัดศรีคุณเมือง
2. สองผัวเมีย
3. See I 249
4. ไอเดียดีดี
5. เชียงคานบุรี
6. เฮือนหลวงพระบาง
7. ชิค เชียงคาน
8. วัดท่าคก
แม่น้ำโขง
ถ.ศรีเชียงคาน
ซอย 2
ซอย 3
ซอย 10
ซอย 11
ซอย 12
ซอย 17
ซอย 20
ซอย 21
ทางไปแก่งคุดคู้
นกแอร์ ทุกเที่ยวบินมีรอยยิ้ม
ดอนเมือง-เลย วันละ 1 เที่ยวบิน 11.45 น.
เลย-ดอนเมือง วันละ 1 เที่ยวบิน 13.30 น.
เช็กตารางบินของนกแอร์ได้ที่ โทร.1318 หรือ www.nokair.com

ECTI-CARD 2017

จัดโดย

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ