Proceedings of
The First Conference on
Application Research and Development

ECTI-CARD 2009

Amari Don Muang Airport Hotel
Bangkok, Thailand
May 4-6, 2009

Locally Hosted By
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Kasetsart University

Proceedings of the First Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2009)
Proceedings of the First Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2009), hosted by Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

May 4-6, 2009
Amari Don Muang Airport Hotel, Bangkok, Thailand

Organizing Committee:

Steering Committee
Narong Yoothanom (SPU)
Athikom Roeksabutr (MUT)
Kosin Chamnongthai (KMUTT)
Vutipong Areekul (KU)

General Chair
Booncharoen Sirinaovakul (KMUTT)

Technical Program Chair
Somchai Chatrattana (NSTDA)

Local Arrangement Chair
Suchisri Li-On (NU-Phayao)

Publication Chair
Chaiporn Jaikaeo (KU)

Finance Chair
Thitiwan Srinark (KU)

General Secretary
Anan Phonphoem (KU)

General Assistant Secretary
Aphirak Jansang (KU)

Edited by
Chaiporn Jaikaeo (KU)

Published by
Asia Digital Press Co., Ltd.
21/19-20 Ngamwongwan Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

ISBN: 978-974-8285-62-7

Online material is accessible from Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Association (ECTI) homepage: http://www.ecti-thailand.org

Copyright © 2009, Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Association (ECTI)
All rights reserved.

The publication is copyright under the Berne Convention and the International Copyright Convention. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitter in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, except for the purpose of private study, research, criticism or review, without the prior written permission of the Publisher. The view expressed in this publication are those of the authors.

Requests to the Publisher for permission should be addressed to:
The First Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2009)
Associate Professor Anan Phonphoem, Ph.D
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering,
Kasetsart University, 50 Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand.
Tel: (+66 2) 942 8555 ext. 1403, 1428, Fax: (+66 2) 579 6245, E-mail: anan.p@ku.ac.th

สารจากประธานคณะกรรมการวิชาการ

ในนามของคณะกรรมการวิชาการ (Technical Program Committee) ผมขอแสดงความยินดีและชื่นชม กับผู้เขียนทุกท่านที่บทความของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอในงานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2009 จัดโดยสมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ ประเทศไทย (ECTI) และขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการครั้งนี้

งานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2009 เป็นงานประชุมวิชาการครั้งแรกที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาประยุกต์ (The First Conference on Application Research and Development) จุดมุ่งหมายหลักของการจัดงานคือการเป็นเวทีแลกเปลี่ยนผลงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว หรือระบบสารสนเทศ สำหรับนักวิจัย ผู้พัฒนา และผู้ใช้งาน หรือหน่วยงานที่นำงานที่ตีพิมพ์ ไปพัฒนาต่อยอดหรือพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์เพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรมต่อไป

แม้ว่าจะเป็นการจัดประชุมครั้งแรก การประชุมครั้งนี้ก็ได้รับการตอบรับที่ดีมากจากมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศถึง 30 แห่ง รวมถึงจากมหาวิทยาลัยราชภัฏ 7 แห่ง บทความที่ได้รับมาทั้งหมดจำนวน 117 บทความ ถูกกลั่นกรองอย่างเข้มงวดจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อคุณภาพของผลงานและความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการประชุม ดังที่มีผู้กล่าวว่า "*Investment in R&D is a necessary but not a sufficient condition for economic growth. Productivity gains only result from the natural diffusion of innovation to the market place. (Prof. Thomas F. George, University of Missouri, St. Louis)*"

ขอขอบคุณกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้สละเวลาและนำความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งของท่าน มาคัดเลือกผลงานเพื่อให้การประชุมครั้งนี้มีคุณภาพระดับสากล ข้อคิดเห็นของท่านที่มีต่อบทความเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพของบทความ และเป็นกำลังใจที่สำคัญต่องานที่มีคุณภาพสูง

สุดท้ายขอให้การประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2009 ที่จัดขึ้นที่โรงแรม อมารี ดอนเมือง แอร์พอร์ต ระหว่างวันที่ 4-6 พฤษภาคม 2552 จงประสบความสำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ดังที่ตั้งไว้ทุกประการ

สมชาย ฉัตรรัตนา
ประธานคณะกรรมการวิชาการ

สารบัญ

สารจากประธานคณะกรรมการวิชาการ iii

สารบัญ iv

CONFERENCE ORGANIZATION ix

LIST OF REVIEWERS x

กลุ่ม 1: เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร วิทยาศาสตร์การอาหาร
AREA 1: Agriculture, Agro-Industry, Food Science and Technology

การหาความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลล์และค่าสีเขียวจาก ภาพถ่ายใบข้าว โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
สัตถาภูมิ ไทยพานิช, จักรี ศรีนนท์ฉัตร 1

ระบบวัดขนาดปลาอัติโนมัติ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ
สิมิลัน อาศัยพานิชย์, ฐิติวรรณ ศรีนาค 7

ต้นแบบระบบการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในกองข้าวเปลือกแบบไร้สาย
ปรีชา กอเจริญ, เติมพงษ์ ศรีเทศ, เพชร นันทิวัฒนา 13

เครื่องมือวัดค่าความกรอบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารขนาดเล็ก
อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ธงชัย สุวรรณสิชณน์, อนันต์ ผลเพิ่ม 19

ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์
ธรรมพันธุ์ ภาสบุตร, ปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม 25

กลุ่ม 2: เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์การกีฬา
AREA 2: Bioinformatics, Medical, Health Care, Disability, Physical Science, Sport Science

การพัฒนาซอฟต์แวร์เอเจนท์สำหรับระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา
วชิราวุธ ธรรมวิเศษ, เกรียงศักดิ์ เวทีวุฒาจารย์, วีระ ระวีกุล 31

The Beacon Tools for the Analysis of Gene Expression and Its Regulation
Federico Zambelli, Matteo Re, Giulio Pavesi 37

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามและช่วยเหลือผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง
ปริเยศ ทรัพย์สินพันธ์, ปรัชญาพร เลี้ยงสุทธิสกนธ์ 43

กลุ่ม 3: การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงาน บ้านอัจฉริยะ
AREA 3: Energy Saving and Management, Home Automation

ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ
ณัฐพงศ์ พันธุนะ, ณัฐพงส์ รัตนา, ศุภกร หนูเกื้อ 49

IPv6 Embedded Device for Home Network
ชีวารักษ์ รอดเนียม, ฉัตรชัย จันทร์พริ้ม 55

ระบบบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศ
ธวัชชัย วงศ์กริช, วรพล ลีลาเกียรติสกุล 61

ระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวอัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงาน
สมจิน เปียโคกสูง, ปิยรัตน์ งามสนิท, พิชญสินี กิจวัฒนาถาวร, ธรา อั่งสกุล, จิติมนต์ อั่งสกุล . . 67

การติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบโดดเดี่ยว
ฤเชาว์ ภู่ประดับศิลป์, ปกาศิต สมศิริ, ประพนธ์ จิตรกรียาน, กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์ 73

การหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายด้วยวิธี Simulated Annealing
วรศักดิ์ ปัญญาสาระคุณ, ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์, พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร 79

กลุ่ม 4: การศึกษา การเรียนการสอนทางไกล คอมพิวเตอร์แอนนิเมชั่น
AREA 4: Teaching and Learning, Distance Learning, Edutainment, Animation

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์
สุวารี อนุรักษ์ธนากร, ชุติมนันท์ สิทธิเกียรติสกุล, สุขุมาล กิติสิน 85

การพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ โดยใช้กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป
จามรกุล เหล่าเกียรติกุล, ณัฐวี อุตกฤษฏ์, พยุง มีสัจ 91

ระบบปฏิบัติการจริง สำหรับรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 1 โดยผ่านเครือข่าย ระบบจัดการการเรียนรู้
นฤดล ดามพ์สุกรี, รังสรรค์ วงศ์สรรค์, ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์ 97

การพัฒนาระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
จามรกุล เหล่าเกียรติกุล, เกียรติพงษ์ ยอดเยี่ยมแกร, วุฒินันท์ บุญโพธิ์ 103

การศึกษาตัวควบคุมฟัซซี่สำหรับแบบจำลองหุ่นยนต์
กฤษณะ สีพนมวัน 109

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน
สุพัฒน์กุล ภัคโชค, สรายุทธ ฮันตระกูล 115

การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนแบบผสมผสาน
โอภาส วงษ์ทวีทรัพย์, สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ, ปานใจ ธารทัศนวงศ์, ปิยะพงษ์ สุวรรณพาเพลิน, สิริพร แซ่ลี้, เพ็ญพลอย ศรีบำรุงวงศ์, อรอุมา มียิ่ง 121

Systematic design of surface roughness investigation and 3D Model by light scattering and neural network
กฤษณะ เทพารักษ์, วีรชัย อัศวเมธาพันธ์ 127

Interactive Web-Based Training Tool for a Single Switch Induction Cooking System
Bekir Sami Sazak, Sevket Yilmaz, Sevilay Cetin 133

กลุ่ม 5: การรับมือกับภัยธรรมชาติ ระบบเตือนภัยและการพยากรณ์
AREA 5: Disaster Recovery, Warning System, Forecasting

ระบบเตือนอุทกภัยทางธรรมชาติ
ณัฐพงศ์ พันธุนะ, อนนท์ เหล่างาม, ภาคภูมิ สมานพงษ์ 137

การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภา
อุดม ลิ่วลมไพศาล, กิตติพงศ์ เอกไชย, คัมภีร์ สุขสมบูรณ์, เจษฎา ขัดทองงาม, วัลยา เหลืองนฤทัย, อุ่นพงศ์ สุภัคชูกุล, ประกอบ โกเมศวรากุล, ทรงกรด ธิราชัย, สันติพงศ์ ครุกานันต์, ประวิทย์ แสงสัจจา, อานัน จอมทะรักษ์, กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์ 143

กลุ่ม 6: การสื่อสารโทรคมนาคม เครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย
AREA 6: Telecommunication, Last-mile Support, Social Networks, Mobile Utilities

ระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารโดยใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4
ภาคย์ สธนเสาวภาคย์, ชัชชัย คุณบัว 149

ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้
เจนจิรา หวังหลี, ชญานิน ไทยนะ, สุดาพร ยอดแก้ว, ลัดดา ปรีชาวีรกุล 155

ระบบตรวจสอบและรายงานสภาพเว็บไซต์ผ่าน IVR
อนุวัตร์ สมบุญ, บัญชัย งามวงศ์วัฒนา 161
การปรับเปลี่ยนระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA เพื่อรองรับ IPv6
อากาศ กิตติวรเชฏฐ์, นพปฏล พุมอาภรณ์, สุขุมาล กิติสิน 167
การพัฒนาสายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบแถบความถี่กว้าง
ระพีพันธ์ แก้วอ่อน, ไกรศร สาริขา, ประยุทธ อัครเอกฌาลิน 173
ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล
อภิเดช พงษ์สระพัง, อนุสรา มโนรมณ์, ศรัญญา กัลย์จาฤก 179
IPv6 Tunnel Broker: ระบบอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อเครือข่าย IPv6 สำหรับผู้ใช้ตามบ้าน
พนิตา พงษ์ไพบูลย์, ฉัตรชัย จันทร์อินทร์ 185
ระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล
พงษ์ศักดิ์ บุญสมพงษ์, ปิยนาถ จตุรงค์, ศรัญญา กัลย์จาฤก 191
พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย จีน (ฉบับอิเล็กทรอนิกส์)
ประถมพงศ์ บังเกิดสุข, สุวรรณา เมธีภัทรากูล 195
การพัฒนาระบบให้บริการคิดราคาอินเตอร์เน็ตตามระยะเวลาใช้งาน
ณฐ กรีธาสันต์, สุนทร วิทูสุรพจน์ 201
NetHAM ซอฟต์แวร์ตรวจสอบสถานะของเครือข่ายและบริการ
ธนชัย คงพูล, ชาวีร์ อิสริยภัทร์, กุลชาติ มีทรัพย์หลาก 207
ระบบจัดการแสดงความคิดเห็นผ่าน SMS
ไกรสร สืบบุญ, ดารณี หอมดี, วชิราวุธ ธรรมวิเศษ 213
ระบบจัดการเครื่องแม่ข่ายผ่านเอสเอ็มเอส
วรวิทย์ เทพนวล, วรพล ลีลาเกียรติสกุล 219
การประยุกต์ใช้งานโมดูลรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุ
ธราพงษ์ สูญราช, ประกาศิต กายะสิทธิ์, พลากร นิลเขต 225
Blognone: กรณีศึกษาการสร้างชุมชนออนไลน์ด้วยซอฟต์แวรโอเพนซอร์ส
วสันต์ ลิ่วลมไพศาล, อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ์ 231
Mobile Network on Router
สุพิชญา จันทร์ผ่อง, กัญญาณัฐ เหล่าธนถาวร 237
การพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่ง
อนุกูล น้อยไม้, ละออ โควาวิสารัช, เด่นชัย วรเศวรต 241
ระบบค้นหาหอพักที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยการแสดงผลเป็นภาพแผนที่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่
นันท์นภัส โตอดิเทพย์, นวพล ชุติชาติ, เจนจิรา ทิพย์อำไพกุล 247

กลุ่ม 7: การขนส่ง การควบคุมการจราจร การจัดการอุตสาหกรรม

AREA 7: Transportation, Logistics, Traffic Control, Industry Management

คุณค่าของคอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน
วริษฐ์ วิปุลานุสาสน์, จิรพล สังข์โพธิ์ 253
การพัฒนาระบบวิเคราะห์การแซงรถคันหน้าสำหรับช่วยเหลือผู้ขับรถในเวลากลางคืน
ไพโรจน์ แสงปรีดีกรณ์, จักรี ศรีนนท์ฉัตร 259
ระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิต
อรวี หินทอง, สุขุมาล กิติสิน 265

การตรวจนับจำนวนยานพาหนะโดยแมกเนติคเซนเซอร์แบบแกนเดี่ยวบนเครือข่าย ZigBee
ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์, ชัชชัย คุณบัว 271
เครื่องวัดการรั่วซึมด้วยวิธีวัดแห้งสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์
ทรงกรด ธิราชัย, ประกอบ โกเมศวรากุล 277
เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร
สิทธิชัย เพชรพะยอง, ทัศน์พล ทิพย์ศักดิ์, กัญจนา พัฒนวรพันธุ์ 283
การพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีสาหรั บเครื องกัดอัตโนมัติ
กิตติพงศ์ เอกไชย, อุดม โกมินทร์, วุฒิกร เชาว์ประมวลกุล, อภิสิทธิ์ ตันตระวรศิลป์, ภานุพันธ์ ขวัญสุด 289
ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญงานโทรศัพท์สาธารณะ กรณีศึกษา บริษัททีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) เขตภาคเหนือตอนบน
จตุพร วงศ์ไชย, ไตรภพ ยศราช 295
การหาพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีของแหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวนสามสีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์
ธีรพงศ์ อรชร, สมชาติ โชคชัยธรรม 301
ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย
กัญชิตา สุทธิกวี, ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล 307

กลุ่ม 8: ธุรกิจและการธนาคาร การท่องเที่ยวและโรงแรม

AREA 8: Business, Banking, Traveling, Hotel Management

ระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานสำหรับแอนิเมชัน สตูดิโอ
กฤษฎา อังวราวงศ์, เอกดนัย ดนัยสวัสดิ์, สุขุมาล กิติสิน 313
ระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยใช้เทคโนโลยี XML
วราพร จิระพันธุ์ทอง 319
Relative Movement to Support Stock Forecasting of the Thai Market using the Neural Network
Pongsak Srithongnopawong, Vatcharaporn Esichaikul 325
ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะกรณีศึกษาบริษัททีทีแอนด์ทีจำกัด(มหาชน)เขตภาคเหนือตอนบน
อรพรรณ แก้วพงศ์, ไตรภพ ยศราช 331
ปัจจัยของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย
พรสรัญ ชัยยา, ศรีมาจ ณ วิเชียร 337
การพัฒนาระบบการจัดการห่วงโซ่โดยใช้เทคโนโลยีการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ อาร์เอฟไอดี : กรณีศึกษาธุรกิจเสื้อผ้า
วิบูลย์ ว่องวิวัฒน์ไวทยะ, สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ, ปานใจ ธารทัศนวงศ์ 343

กลุ่ม 9: ระบบการรักษาความปลอดภัย การยืนยันตัวตน

AREA 9: Security, Access Control, Identity Verification, Surveillance System

NtopViewer ซอฟต์แวร์ตรวจสอบการใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน
พนิตา พงษ์ไพบูลย์, โสภณ มงคลลักษมี, สิริกานต์ พุกกะวรรณะ 349
การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์-แก๊สเซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดปริมาณสารระเหย
สมชาย เปาะทองคำ, จักรี ศรีนนท์ฉัตร 355

อุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาต้นทุนต่ำและ ขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตา
สมเจตน์ เตชะนันทนา, สมหญิง ไทยนิมิต 361
ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอส
วรท บุนนาค, ชัยพร ใจแก้ว, อนันต์ ผลเพิ่ม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง 367
การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการสื่อสารไร้สาย เพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ
สัญญา ควรคิด 373
โปรแกรมประยุกต์เพื่อการตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อน
ทรงฤทธิ์ ศรีลาศักดิ์, กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์, อนันต์ ผลเพิ่ม 379
การสร้างอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์บนระบบสมองกลฝังตัว
สันทัศน์ ไชยเวช, นลิน สีดาห้าว, พีระพล ยุวภูษิตานนท์ 385
จมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจวัดและเตือนภัยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม
สมชาย เปาะทองคำ, จักรี ศรีนนท์ฉัตร 391
ระบบควบคุมประตูด้วย RFID ที่เชื่อมต่อผ่านแลนไร้สาย
สุธรรม จินดาอุดม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว, อนันต์ ผลเพิ่ม 397
การพัฒนาระบบป้องกันการแทรกแซงการสื่อสารเพื่อใช้แทนเทคโนโลยีเอสเอสแอลแบบใบประกาศด้วยตนเอง
จตุภูมิ จวนชัยภูมิ, สมนึก พ่วงพรพิทักษ์ 403
Key Frame Extraction from Video Sequence Using a Face Quality Index Applied to Surveillance System
Sofina Yakhu, Nikom Suvonvorn 409
การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการผ่านเข้าออกด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี
วีระศักดิ์ ชื่นตา 415
การควบคุมการเข้าออกอาคารด้วยการชี้เฉพาะบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุ
นันท์นภัส โตอดิเทพย์, ธีศิษฎ์ เอื้อมงคล, อัญชลี จั่นไร่ขิง 421
Two Dimension Punch-Die Error Checking System
ขจรศักดิ์ พงศ์ธนา, สุชาติ เย็นวิเศษ, วิชาญ เพชรมณี 427
Digital Signature Extension to Authenticate Mail Receivers
Somnuk Puangpronpitag, Wilailak Kaprasit 433

กลุ่ม 10: วัฒนธรรม ดนตรี ประวัติศาสตร์ และอื่น ๆ

AREA 10: Cultural, Musical, Historical, and Others

ส่วนต่อยอดแม่แบบและเนื้อหาของ Joomla
มนพัทธ์ ลิ้มรัตนศิลป์, วรดลย์ รัตตนิศาน์กุล, สุขุมาล กิติสิน 437
การจัดอันดับความนิยมของศัพท์ภาษาอังกฤษในเว็บ
ทศพล ธนะทิพานนท์, วรเศรษฐ สุวรรณิก 443
การตรวจประเมินเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีด้วยโปรแกรมแบบกึ่งอัตโนมัติ
วรากร เกศทับทิม, น้ำหนึ่ง มิตรสมาน 449

Author Index **455**

CONFERENCE ORGANIZATION

Steering Committee
Narong Yoothanom (SPU)
Athikom Roeksabutr (MUT)
Kosin Chamnongthai (KMUTT)
Vutipong Areekul (KU)

General Chair
Booncharoen Sirinaovakul (KMUTT)

Technical Program Chair
Somchai Chatrattana (NSTDA)

Local Arrangement Chair
Suchisri Li-On (NU-Phayao)

Publication Chair
Chaiporn Jaikaeo (KU)

Finance Chair
Thitiwan Srinark (KU)

General Secretary
Anan Phonphoem (KU)

General Assistant Secretary
Aphirak Jansang (KU)

Technical Program Committee
Anongnart Srivihok (KU)
Arnon Rungsawang (KU)
Chalermek Intanagonwiwat (CU)
Chatchai Jantaraprim (PSU)
Chavallit Srisathapornphat (KU)
Chotipat Pornavalai (KMITL)
Kitsana Waiyamai (KU)
Kitti Wongthavarawat (NECTEC)
Montri Karnjanadecha (PSU)
Nipon Theera-Umpon (CMU)
Pirawat Watanapongse (KU)
Prachyaporn Liangsutthisakon (KMITNB)
Preeda Lertpongvipusana (KU)
Punpiti Piamsa-nga (KU)
Sansanee Auephanwiriyakul (CMU)
Sirichai Rujipattanapong (KMITNB)
Sirivat Poonvasin (KU)
Somnuk Puangronpitag (MSU)
Sukumal Kitisin (KU)
Surasak Sanguanpong (KU)
Thidarat Tawsook (BU)
Triphop Yosraj (MJU)
Touchai Angchuan (PSU)
Woraphon Lilakiataskun (MUT)

LIST OF REVIEWERS

Anan Phonphoem	Kasetsart University
Anant Choksuriwong	Kasetsart University
Anongnart Srivihok	Kasetsart University
Aphirak Jansang	Kasetsart University
Apiwat Witayarat	Naresuan University
Arnon Rungsawang	Kasetsart University
Chaiporn Jaikaeo	Kasetsart University
Chalee Vorakulpipat	NECTEC
Chalermek Intanagonwiwat	Chulalongkorn University
Chatchai Jantaraprim	Prince of Songkla University
Chavallit Srisathapornphat	Kasetsart University
Chirawan Ronran	Maejo University
Cholatip Yawut	IRIT-ENSIEETH, Toulouse
Chotipat Pornavalai	King Mongkut Institute of Technology Ladkrabung
Jitdumrong Preechasuk	Kasetsart University
Jitimon Angskun	Suranaree University of Technology
Jittat Fakcharoenphol	Kasetsart University
Juggapong Natwichai	Chiangmai University
Kamol Kaemarungsi	NECTEC
Kanda Runaphongsa Saikaew	Khon Kaen University
Kitsana Waiyamai	Kasetsart University
Kitti Wongthavarawat	NECTEC
Monchai Sopitkamon	Kasetsart University
Montri Karnjanadecha	Prince of Songkla University
Mudarmeen Munlin	Mahanakorn University of Technology
Natasha Dejdumrong	King Mongkut University of Technology Thonburi
Nipon TheeraUmpon	Chiangmai University
Ouychai Intharasombat	Kasetsart University
Paijit Kochakornjarupong	Prince of Songkla University
Part Pramokchon	Kasetsart University
Pattara Leelaprute	Kasetsart University
Paween Khoenkaw	Kasetsart University
Pirawat Watanapongse	Kasetsart University
Prachyaporn Liangsutthisakon	King Mongkut University of Technology North Bangkok
Pradondet Nilagupta	Kasetsart University
Pramook Khungurn	Kasetsart University
Pruet Boonma	Chiangmai University
Punpiti Piamsanga	Kasetsart University
Putchong Uthayopas	Kasetsart University
Rapepun Piriyakul	Kasetsart University
Sangsuree Vasupongayya	Prince of Songkla University
Sansanee Auephanwiriyakul	Chiangmai University
Saowapak Sotthivirat	NECTEC
Sarayut Hantrakoon	Dhurakij Pundit University
Sethavidh Gertphol	Kasetsart University
Sirichai Rujipattanapong	King Mongkut University of Technology North Bangkok
Sitichai Srioon	Kasetsart University
Somchai Limsiroratana	Prince of Songkla University
Somying Thainimit	Kasetsart University

Suchaisri LiOn	Naresuan University
Sukumal Kitisin	Kasetsart University
Surasak Sanguanpong	Kasetsart University
Sutasinee Chimlek	Kasetsart University
Taweesak Reungpeerakul	Prince of Songkla University
Thanawin Rakthanmanon	Kasetsart University
Thara Angskun	Suranaree University of Technology
Thidarat Tawsook	Bangkok University
Thitiwan Srinark	Kasetsart University
Touchai Angchuan	Prince of Songkla University
Trin Saengsuwan	Kasetsart University
Triphop Yosraj	Maejo University
Vara Varavithya	King Mongkut University of Technology North Bangkok
Wachira Chongburee	Kasetsart University
Wanvimol Nadee	Maejo University
Warodom Werapun	Prince of Songkla University
Woraphon Lilakiataskun	Mahanakorn University of Technology
Yodyium Tipsuwan	Kasetsart University

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การหาความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลล์และค่าสีเขียวจากภาพถ่ายใบข้าว โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

สัตถาภูมิ ไทยพานิช
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
sattarpoom@hotmail.com

จักรี ศรีนนท์ฉัตร
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
jakkree@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าวกับค่าเฉลี่ยสีในใบข้าว ในการทดลองนี้เลือกใช้กรรมวิธีการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) [1] คำนวณหาสมการเส้นตรงของค่าเฉลี่ยสีภาพถ่ายใบข้าวกับค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าวที่วัดได้จากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ ใบข้าวจำนวน 45 ใบที่ปลูกในกระถางทดลองถูกใช้ในการทดสอบเทคนิคนี้ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเทคนิคที่นำเสนอแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีภาพถ่ายใบข้าวและค่าที่อ่านได้จากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD) มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น โดยเทคนิคนี้ให้ค่าความถูกต้องประมาณ 95% เมื่อเทียบกับค่าคลอโรฟิลล์จริงที่วัดได้

Abstract

This paper proposes the application of image processing technique to determine the relation of the chlorophyll in rice leaf and the average color value of the rice leaf from digital image. Linear Regression technique is used to determine the relation of average color value of digital image rice leaf and value of the chlorophyll in rice leaf which measured from SPAD. In this experiment, 45 rice leafs are used to test and analyze. The results show that the average color value has linear relation with the value of chlorophyll in rice leaf, which this technique provides the accuracy approximately 95% compare to the values of SPAD measurement.

คำสำคัญ

การประมวลผลภาพ, คลอโรฟิลล์, Linear Regression, SPAD

1. บทนำ

คลอโรฟิลล์(Chlorophyll) เป็นสารประกอบที่พบได้ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช โดยพบมากที่ใบ นอกจากนี้ยังพบได้ที่ลำต้น ดอก ผล และรากที่มีสีเขียว คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่รับพลังงานจากแสง และนำพลังงานดังกล่าว ไปใช้ในการสร้างพลังงานเคมีด้วยกระบวนการสังคราะห์ด้วยแสง อีกทั้งคลอโรฟิลล์เองนั้นจะมีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ โดยธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจกล่าวได้ว่าเป็นธาตุที่มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของต้นข้าว เช่น ทำให้ข้าวแตกกอมากขึ้น เมล็ดข้าวโตเต็มที่ และจำนวนเมล็ดต่อรวงมีมากขึ้น แต่ถ้าต้นข้าวมีการสะสมไนโตรเจนในปริมาณมากเกินความต้องการ จะส่งผลให้ลำต้น รากอ่อนแอ และเสี่ยงต่อการถูกรบกวนจากศัตรูพืช การบริหารจัดการธาตุไนโตรเจนให้เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพและปริมาณเพิ่มขึ้น จากหน้าที่ของคลอโรฟิลล์เราจะเห็นว่าสารดังกล่าวมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชทุกชนิด ที่มีผ่านมามีการวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการแร่ธาตุไนโตรเจนในนาข้าว เช่น งานวิจัยของ V. Balasubramanian, A.C. Morales [2] ได้นำเสนอเกี่ยวกับการนำเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาจัดการธาตุไนโตรเจน และงานวิจัยของ S.Sdoodee, B.Wongkittisuksa [3] ได้นำเสนอเกี่ยวกับการนำเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาประเมิน ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนของใบข้าวที่มีการให้ปุ๋ย เป็นต้น

เนื่องจากใบข้าวมีคลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบ และธาตุไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์อีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดในการนำภาพถ่ายใบข้าวมาทำการประมาณหาค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าว เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าคลอโรฟิลล์ที่มีราคาถูกทดแทนการใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ เพื่อเกษตรกรสามารถนำไปใช้งานได้ในอนาคต

2. เทคนิคการประมวลผล

ในการวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายภาพใบข้าว โดยเลือกใช้กล้องเวปคาเมร่า (Web camera) ความละเอียดภาพ 640x480จุดสี และออกแบบให้สามารถถ่ายภาพใบข้าวในสภาพแวดล้อมที่แสงมีความแตกต่างกันได้ เนื่องจากโครงสร้างของ ตัวกล้องถูกออกแบบให้สามารถป้องกันแสงจากภายนอกเข้ามารบกวนภาพถ่าย และภายในกล้องได้ติดตั้งหลอดไฟเพื่อส่องสว่างแบบ แอลอีดี (LED) ดังรูปที่ 1

รูปที่1 แสดงกล้องที่ออกแบบเพื่อใช้ถ่ายใบข้าว

3. ระบบวิธีการประมาณค่าคลอโรฟิลล์

ในบทความนี้นำเสนอวิธีการประมาณค่าคลอโรฟิลล์จากภาพถ่ายใบข้าว โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีจากภาพถ่ายใบข้าวและค่าคลอโรฟิลล์ที่วัดจากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยมีกระบวนการทำงานตามผังงานในรูปที่ 2

รูปที่ 2 แผนผังการทำงานในภาพรวม

จากผังการทำงานรูปที่ 2 เป็นการนำเสนอกระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นในภาพรวม ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ 3 ขั้นตอน เริ่มจากนำภาพถ่ายใบข้าวมาหาค่าเฉลี่ยสี ในขั้นตอนนี้จะได้ค่าเฉลี่ยสีของภาพถ่ายใบข้าวโดยเลือกเฉพาะค่าเฉลี่ยสีในส่วนที่เป็นสีเขียวออกมาใช้งานเท่านั้น เนื่องจากคลอโรฟิลล์จะแสดงให้เห็นด้วยความเขียวของใบพืช จากนั้นนำใบข้าวจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน มาทำการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD) จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ของค่าข้อมูลทั้งสองคือค่าเฉลี่ยสีเขียวภาพถ่ายใบข้าวและค่าคลอโรฟิลล์

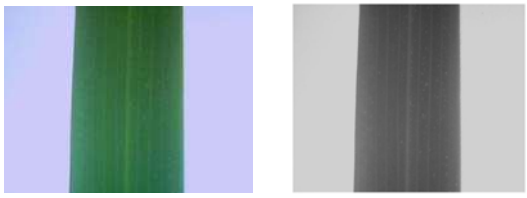
3.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในส่วนการออกแบบและพัฒนาระบบ จะนำเสนอรายละเอียดกระบวนการที่เกิดขึ้นในการพัฒนาระบบ ดังที่นำเสนอตามผังงานรูปที่1 โดยจะเห็นได้ว่าผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอน

3.1.1 หาค่าเฉลี่ยสีเขียวจากภาพถ่ายใบข้าว

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบที่นำเสนอ ทำหน้าที่หาค่าเฉลี่ยสีเขียวของภาพถ่ายใบข้าว ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้หาค่าเฉลี่ยสีเขียวจากภาพถ่าย โดยใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมและคำนวณค่า ขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการนำไฟล์ภาพที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยสีเขียวเข้าสู่โปรแกรม โดยจะทำการหาพื้นที่ในส่วนที่เป็นใบข้าว และนำค่าจุดสีในเขียวเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยสีเขียว ภาพส่วนที่เป็นใบข้าวออกจากพื้นหลังของภาพ และทำการปรับค่าพื้นหลังให้เป็นสีดำเพื่อใช้ในการหาค่าเฉลี่ยสีเขียวของใบ

การแปลงภาพจากรูปแบบ RGB ให้เป็น Gray scale เมื่อภาพอินพุตที่แสดงดังรูปที่ 3 (ก) เข้ามาในระบบ ขั้นตอนแรกเป็นการแปลงภาพจากระบบภาพสี RGB ให้เป็นระบบ Gray scaleดังรูปที่ 3 (ข)



(ก) (ข)

รูปที่ 3 (ก) ภาพถ่ายใบข้าวอินพุทในระบบ RGB

(ข) ผลที่ได้จากการแปลงภาพเป็น Gray Level

ทำการปรับภาพ Gray scale รูปที่ 3(ข) ให้เป็นภาพแบบ Gray scale ขาวและดำ ดังรูปที่ 4 ด้วยการแทนค่าสี 255 และ 0 โดยการกำหนดค่าThreshold [4] เพื่อใช้เป็นค่าในการปรับภาพ ซึ่งค่า Threshold จะใช้เป็นเงื่อนไขในการปรับค่าสี สามารถคำนวณได้ดังนี้

โดยภาพ input คือ $F(x, y)$ เป็นภาพชนิด Gray scale ซึ่งนิยามโดย

$$F(x, y) = \{(x, y) \mid 1 \le x \le M, 1 \le y \le N\} \quad (1)$$

เมื่อ $F(x, y)$ คือค่าสีในระบบ Gray scale ที่ตำแหน่งปัจจุบัน

M, N คือขนาดของภาพ 2มิติ

ค่า Threshold (T) สามารถนิยามได้ดังสมการที่ 2

$$T = \overline{F} + C \quad (2)$$

เมื่อ C เป็นค่าคงที่ ในการทดลองนี้ใช่ค่า C เท่ากับ 5

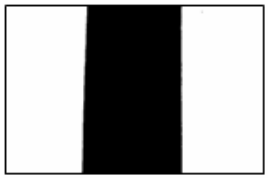
โดยสามารถหาค่าเฉลี่ยสีของภาพ input ($\overline{F}$)ได้ดังสมการที่ 3

$$\overline{F} = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=1}^{M} \sum_{y=1}^{N} F(x, y) \quad (3)$$

เงื่อนไขในการปรับค่าสีจะมีการปรับค่าในแต่ละจุดสีโดยกำหนดให้จุดสีมีค่าจุดสีเท่ากับ0เมื่อค่าสีในจุดสีนั้นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าThreshold

และจะปรับค่าจุดสีให้มีค่าเท่ากับ 255 เมื่อค่าจุดสีในจุดนั้นมีค่ามากกว่าค่า Threshold ดังสมการที่ 4

$$F(x,y) = \begin{cases} 0 & if \quad F(x,y) \le T \\ 255 & if \quad F(x,y) > T \end{cases} \qquad (4)$$



รูปที่ 4 ผลการแปลงภาพที่ได้จากการปรับค่าตามค่า Threshold

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าภาพใบข้าวมีค่าสีเพียง 2 สี คือค่าจุดสีเท่ากับ 0 และ 255 โดยค่าจุดสีเท่ากับ 0 จะเป็นส่วนของใบข้าว และค่าจุดสีเท่ากับ 255 เป็นส่วนของพื้นหลัง แต่ภาพที่ได้ยังคงมีความผิดพลาดคือมีจุดสีที่ปนมาในส่วนของพื้นหลังซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการแยกใบข้าวออกจากพื้นหลัง จึงทำการปรับภาพให้อยู่ในรูปแบบ Binary (พื้นหลัง=1,ใบข้าว=0) เพื่อใช้เทคนิค Binary Labeling สร้าง Label ให้กับภาพ โดยเลือกปรับค่าจุดสีในส่วนที่ไม่ใช่พื้นที่ใบ ให้กลายเป็นพื้นหลัง จากนั้นทำการกลับค่าจุดสีของภาพBinary จากค่าจุดสีเท่ากับ 0 ให้เป็น 1 และจากค่าจุดสีเท่ากับ 1 ให้เป็น 0 เพื่อเตรียมความพร้อมในการปรับปรุงภาพเข้ากับภาพต้นฉบับ ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 หลังกำจัดจุดรบกวนด้วยเทคนิค Binary labeling

ทำการปรับค่าพื้นหลังให้กับภาพต้นฉบับ โดยนำภาพใบข้าวรูปที่ 5 มาทำการคูณกับภาพต้นฉบับ ซึ่งจะเห็นว่าในรูปที่ 5 นั้นค่าพื้นหลังจะมีค่าเท่ากับ 0 และในส่วนของใบข้าวมีค่าเท่ากับ1 ในขั้นตอนนี้ผลที่ได้คือภาพในส่วนพื้นหลังจะถูกคูณด้วยค่าจุดสีเท่ากับ 0 ผลที่ได้คือพื้นหลังที่มีค่าเท่ากับ0ในระบบสี RGB และภาพส่วนพื้นที่ใบจะถูกคูณด้วย 1 ผลที่ได้คือพื้นที่ใบจะมีค่าสีเท่ากับต้นฉบับ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ต้นฉบับที่ผ่านการปรับค่าพื้นหลัง

ทำการหาค่าเฉลี่ย โดยเลือกคำนวณเฉพาะส่วนที่เป็นค่าสีเขียวของใบข้าวจากภาพถ่ายใบข้าว เป็นขั้นตอนการนำภาพถ่ายใบข้าวที่ทำการปรับค่าพื้นหลังให้เท่ากับ 0 จากรูปที่ 6 มาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยสีเขียวของใบข้าว โดยใช้หลักการบวกค่าเฉพาะค่าสีเขียวในแต่ละจุดสีที่เป็นพื้นที่ใบข้าวและทำการหารด้วยจำนวนจุดสีทั้งหมดของส่วนที่เป็นพื้นที่ใบข้าว ซึ่งในกระบวนการนี้จะได้ค่าเฉลี่ยสีเขียวของภาพถ่ายใบข้าวจริง โดยค่าเฉลี่ยสีเขียวของใบข้าวจะนำไปหาความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์

3.1.2 การวัดหาค่าคลอโรฟิลล์ใบข้าว

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลค่าคลอโรฟิลล์ จากใบข้าวจริงที่นำมาวิจัย ด้วยเครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์มิเตอร์ SPAD (502) โดยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบพืช มีหน่วยวัดเป็น น้ำหนักสาร ต่อ น้ำหนักใบ (g/kg) โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยทำการเก็บค่าคลอโรฟิลล์จากใบข้าวในกระถางทดลองจำนวนทั้งสิ้นทั้งสิ้น 45 ใบ โดยค่าที่เก็บได้นั้นจะแสดงในตารางที่ 1

3.1.3 การหาความสัมพันธ์ของค่าสีเขียวและค่าคลอโรฟิลล์

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคลอโรฟิลล์ในใบพืช ทำให้ทราบว่าคลอโรฟิลล์ที่สะสมอยู่บริเวณใบ จะแสดงออกได้ด้วยความเขียวของใบ ผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยสีเขียวของภาพถ่ายใบข้าว ที่ผ่านกระบวนการหาค่าเฉลี่ยสีเขียว มาหาความสัมพันธ์กับค่าคลอโรฟิลล์ที่วัดจากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ดังข้อมูลในตารางที่1 เมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟจะเห็นว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นเชิงเส้น ดังรูปที่ 8 ดังนั้นจึงเลือกใช้กรรมวิธี Linear Regression [1] เพื่อสร้างสมการเส้นตรงของชุดข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังสมการที่ 5

$$y = a_0 + a_1 x \qquad (5)$$

โดยที่ a_0 และ a_1 เป็นค่าคงที่ ที่จะต้องคำนวณหาจากชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งวิธีการคำนวณหาค่า a_0 และ a_1 สามารถหาได้จากสมการที่ 6 และ 7

$$a_1 = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \qquad (6)$$

$$a_0 = \frac{\sum y_i}{n} - a_1\left(\frac{\sum x_i}{n}\right) \qquad (7)$$

เมื่อ y คือ ค่าเฉลี่ยสีเขียวภาพถ่ายใบข้าวและค่าคลอโรฟิลล์จริงที่วัด

x คือค่าลำดับของข้อมูลมีค่า 1 – 45

ดังนั้นจากสมการที่ 5 เมื่อนำค่าเฉลี่ยสีเขียว มาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นสามารถเขียนได้ในรูปสมการที่ 8 สำหรับค่าคลอโรฟิลล์นั้นสามารถหา

ความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ดังสมการที่ 9 และได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูปแบบสมการ Linear Regression ของ G และ S ดังนี้

$$G_i = a_{1g} + a_{0g} x_i \quad (8)$$

$$S_i = a_{1s} + a_{0s} x_i \quad (9)$$

เมื่อ G_i คือ ค่าสีภาพถ่ายใบข้าวแต่ละใบที่ได้จากการคำนวณ

S_i คือ ค่าคลอโรฟิลล์ใบข้าวแต่ละใบที่ได้จากการคำนวณ

x_i คือ ลำดับของข้อมูล มีค่า 1-45

a_{1g} และ a_{0g} คือค่าคงที่ของชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยสีเขียวที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ 6 และ 7

a_{1s} และ a_{0s} คือค่าคงที่ของชุดข้อมูลค่าคลอโรฟิลล์(SPAD) ที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ 6 และ 7

จากการเก็บข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสอง ซึ่งค่าเฉลี่ยสีเขียวและค่าคลอโรฟิลล์ สามารถหาค่าคงที่คือค่า a_{1g} , a_{0g} , a_{1s} , a_{0s} ด้วยสมการที่ 6 และ 7 โดยค่าเฉลี่ยสีเขียวจะแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ดังสมการที่10 โดย a_{1g} = -1.296 a_{0g} = 159.930 ส่วนค่าคลอโรฟิลล์สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ดังสมการที่ 11 โดย a_{1s} = 0.468 a_{0s} = 21.634

$$G_i = 159.930 - 1.296 x_i \quad (10)$$

$$S_i = 21.634 + 0.468 x_i \quad (11)$$

จากสมการที่ 10 และ 11 เขียนให้อยู่ในรูปสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าทั้งสองได้ดังสมการที่ 15 และ 16

$$\frac{G_i - 159.930}{-1.296} = x_i \quad (12)$$

$$\frac{S_i - 21.634}{0.468} = x_i \quad (13)$$

$$\frac{G_i - 159.930}{-1.29} = \frac{S_i - 21.634}{0.468} \quad (14)$$

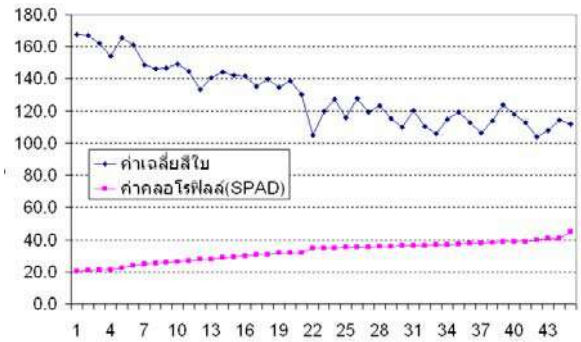
จากสมการที่ 14 สามารถหาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีเขียวภาพถ่ายใบข้าวและคลอโรฟิลล์ในใบข้าว โดยแสดงในรูปค่าเฉลี่ยสีเขียวในใบข้าว (G_i) ได้ดังสมการที่ 15 และแสดงในรูปของค่าคลอโรฟิลล์ (S_i) ได้ดังสมการที่ 16

$$G_i = -2.83 S_i + 220.58 \quad (15)$$

$$S_i = \frac{G - 220.58}{-2.83} \quad (16)$$

ตารางที่ 1. ตารางแสดงค่าเฉลี่ยสีเขียวและค่าคลอโรฟิลล์ที่วัดได้

ลำดับใบ	ค่าเฉลี่ยสีเขียว	ค่าSPAD	ลำดับใบ	ค่าเฉลี่ยสีเขียว	ค่า SPAD
1	167.80	20.4	24	127.18	35.0
2	167.12	20.8	25	115.88	35.1
3	161.97	21.4	26	127.91	35.2
4	154.16	21.6	27	119.12	35.5
5	165.79	22.4	28	123.41	35.6
6	161.19	23.9	29	115.45	35.9
7	148.77	24.7	30	109.86	36.1
8	146.24	25.5	31	120.44	36.2
9	146.71	25.9	32	110.25	36.4
10	149.17	26.4	33	106.00	36.7
11	144.82	26.7	34	115.10	36.9
12	133.03	27.6	35	119.55	37.3
13	140.88	27.9	36	112.79	37.8
14	144.29	28.8	37	106.41	38.4
15	142.00	29.4	38	113.71	38.6
16	141.89	29.6	39	123.95	38.6
17	135.11	30.6	40	117.97	38.6
18	139.91	31.0	41	112.87	39.0
19	134.85	31.6	42	104.12	40.0
20	138.88	31.8	43	107.84	40.7
21	130.05	32.0	44	114.47	40.9
22	104.81	34.6	45	111.66	45.0
23	119.93	34.7			



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีใบ และค่าคลอโรฟิลล์

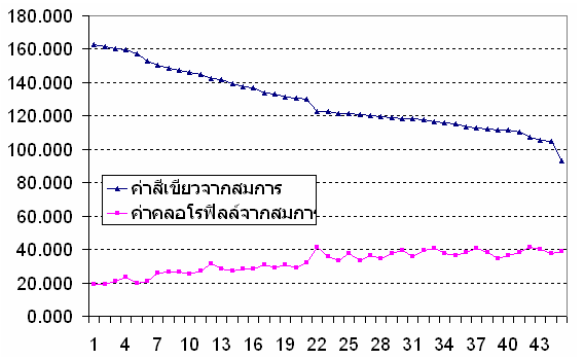
4. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ภาพถ่ายใบข้าวขนาด 640 x 480 Pixel และเก็บค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าว ด้วยเครื่องมือคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD 502) ของบริษัท Minolta ทำการเก็บกลุ่มตัวอย่างจากใบข้าว โดย

นำใบข้าวมาทำการถ่ายภาพและวัดหาค่าคลอโรฟิลล์ควบคู่กันไป ซึ่งค่าคลอโรฟิลล์ (S) ที่สูงสุดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 45.0 ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 20.4 ส่วนค่าเฉลี่ยสีเขียวของภาพถ่ายใบข้าว (G) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 167.80 ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 104.12 โดยข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นและมีแนวโน้มแบบแปรผกผันดังกราฟ รูปที่ 7 แต่ข้อมูลยังมีการกระจายตัว ดังนั้นวิธี Linear Regression จึงถูกนำมาใช้เพื่อสร้างข้อมูลทั้งสองใหม่ให้มีลักษณะเชิงเส้นมากยิ่งขึ้น ผลปรากฏว่าข้อมูลค่าเฉลี่ยสีเขียวภาพถ่ายใบข้าว และค่าคลอโรฟิลล์ ที่ผ่านกรรมวิธี Linear Regression ด้วยการแทนค่าข้อมูลค่าเฉลี่ยสีเขียว จากตารางที่1 ลงในสมการที่15 และค่าคลอโรฟิลล์ที่ทำการวัด ในสมการที่16 ผลที่ได้จากทดลองแสดงในตารางที่ 2 และในรูปที่ 8 แสดงกราฟผลลัพท์และความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองที่ผ่านกรรมวิธี Linear Regression โดยจะเห็นว่าเป็นข้อมูลแบบเชิงเส้น และมีการกระจายตัวของข้อมูลที่ลดลง

ตารางที่2 ค่าเฉลี่ยสีเขียวและค่าคลอโรฟิลล์ (SPAD)ที่ได้จากสมการ

ลำดับใบ	ค่าจริงที่ได้จากการเก็บข้อมูล		ค่าที่ได้จากวิธีLinear Regression	
	ค่าเฉลี่ยสีเขียว(G)	ค่าคลอโรฟิลล์ (S)	ค่าเฉลี่ยสีเขียว(G)	ค่าคลอโรฟิลล์ (S)
1	167.80	20.4	162.845	18.850
2	167.12	20.8	161.761	19.091
3	161.97	21.4	160.018	20.933
4	154.16	21.6	159.452	23.722
5	165.79	22.4	157.188	19.568
6	161.19	23.9	152.943	21.212
7	148.77	24.7	150.679	25.646
8	146.24	25.5	148.415	26.548
9	146.71	25.9	147.283	26.381
10	149.17	26.4	145.868	25.502
. .	. .	. .	. .	.
45	111.66	45.0	93.230	38.899



รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีใบ และค่าคลอโรฟิลล์ที่คำนวณได้จากสมการ Linear Regression

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการหาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีเขียวใบข้าวจากภาพถ่ายใบข้าว กับ ค่าคลอโรฟิลล์ที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยวิธีที่ใช้คือ นำภาพถ่ายใบข้าวมาทำการหาค่าเฉลี่ยสีเขียว (G) โดยแปลงภาพจากภาพ RGB เป็น Gray scale จากนั้นทำการแปลงภาพเป็น Binary และใช้เทคนิค Binary Labeling เพื่อแยกจุดของภาพที่ไม่ใช่พื้นที่ของใบ และกำจัดจุดรบกวนออกจากภาพ จากนั้นทำการปรับภาพพื้นหลัง เพื่อให้ได้ภาพใบข้าวเพื่อนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยสีเขียว(G) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ คือค่าเฉลี่ยสีเขียว (G) และ ค่าคลอโรฟิลล์ (S) หรือ SPAD มาทำการหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ด้วยวิธี Linear Regression ผลปรากฏว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง มีคุณลักษณะเชิงเส้นแบบแปรผกผัน และข้อมูลมีการกระจายตัว ลดน้อยลง โดยที่ค่าเฉลี่ยสีเขียวที่ได้จากวิธี Liner Regression มีค่าสูงสุดเท่ากับ 162.845 และต่ำสุด 93.230 มีค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 4.175% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยสีใบข้าว ที่ได้จากอ่านค่าสีจากภาพถ่ายใบข้าว สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ที่ได้จากวิธี Linear Regression มีค่าสูงสุดเท่ากับ 38.899 และต่ำสุด 18.850 มีค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 5.650% เมื่อเทียบกับค่าคลอโรฟิลล์จริงที่วัดได้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] S. C. Chapra, R. P. Canale, “Numerical Methods for Engineers”, Fifth Edition, International edition 2006, pp. 440-471.

[2] V. Balasubramanian, A.C. Morales, IRRI, “Adaptation of the Chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice”, April, 2000, pp. 4-8.

[3] S. Sdoodee, B. Wongkittisuksa, “Using a Chlorophyll Meter to Assess Nitrogen and Total Chlorophyll in the Leaf of Rice Under Fertilizer Application”, 33rd Congress on Science and Technology of Thailand.

[4] Apichart Sa-nguannam , Jakkree Srinonchat, “Applied Image Processing Technique for Detection the Defects of Ball Grid Array” Proceeding of the EECON31 conference, Thailand

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบวัดขนาดปลาอัติโนมัติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

น.ส.สิมิลัน อาศัยพานิชย์ และ ดร.ฐิติวรรณ ศรีนาค

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสร์

cotton_chan@hotmail.com, fengths@nontri.ku.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการคัดแยกขนาดปลา ถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในอุตสาหกรรมประมงของประเทศไทย ปัจจุบันกระบวนการนี้ใช้แรงงานคนเป็นหลัก และยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร หากเราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการนี้ได้ จะช่วยให้อุตสาหกรรมประมงได้ประโยชน์มากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ภาพกับข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ โดยภาพปลาที่ไหลมาตามสายพาน จะผ่านระบบประมวลผลเพื่อวิเคราะห์หาความยาวของปลาตัวนั้นๆ และนำค่าความยาวที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นขนาดมาตรฐาน ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นของระบบทางกลศาสตร์ ที่สามารถแยกขนาดปลาออกจากกันได้จริงต่อไป ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ง่ายผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) โดยไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญเฉพาะด้าน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมประมงได้จริง

Abstract

Fish size classification process is one of the most important processes in the fishing industry in Thailand. Nowadays, the classification is operated manually by labor and thus ineffective. If we can increase the efficiency of this process, the fishing industry should get more advantages. We propose a method, which applies computer-based image processing techniques to analyze video camera's images. Images sequences of fish on the conveyor are taken and analyzed by our measurement system. The results are standard sizes by comparing with the data in a database. Then the fish standard size will be an input for a mechanical system, which can separate the fish. Users can use this program easily via the user interface without requiring specialized experiences. Thus, the system can be practically adapted for real use in the industry.

1. บทนำและแรงจูงใจของปัญหา

การคัดแยกขนาดปลานั้นมีวิธีการหลายแบบ ขึ้นกับชนิดของปลา เช่น ปลาบางชนิดจะแยกขนาดจากความยาวของตัวปลา ในขณะที่ปลาบางชนิดจะแยกจากน้ำหนัก เป็นต้น [1] ซึ่งปลาชนิดที่แยกโดยวัดจากความยาวนั้นมีปริมาณมาก และต้องใช้ความละเอียดในการทำงานมากที่สุด ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงการทำงานในปัจจุบันที่ต้องใช้คนงานจำนวนมาก ใช้เวลาในการทำงานนาน และมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากความล้าของคนงาน นอกจากนี้ ปลาที่ผ่านกระบวนการแยกขนาดด้วยมือของคนงานนั้น อาจช้ำ ทำให้เกิดความเสียหายได้ ทั้งหมดเป็นสาเหตุให้ต้นทุนของกระบวนการผลิตนี้สูงขึ้น เป็นผลให้สินค้าในท้องตลาดราคาสูงขึ้นตามไปด้วย ผู้บริโภคจึงได้รับความเดือดร้อน หากเราสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อทุกๆ ฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิต พ่อค้า และผู้บริโภค ซึ่งวิธีดังกล่าวก็คือการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพ มาช่วยในการคัดแยกขนาดปลา

รูปที่ 1 การแยกขนาดปลาโดยใช้แรงงานคนในปัจจุบัน

2. ที่มาและแนวทางของงานวิจัย

ในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น เทคโนโลยีการคัดแยกปลามีความก้าวหน้ามากกว่าในประเทศไทย อาทิ เช่น การนำเครื่องรับรู้แสง (Optical sensor) มาใช้ในการวัดขนาดของปลาในปี 1982 [2] และการนำวิทัศน์คอมพิวเตอร์ (Computer vision) เข้ามามีบทบาทในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ของปลาผ่านข้อมูลที่บันทึกได้จากกล้องถ่ายภาพ หรือกล้องวิดีโอ เช่น การวัดความยาวของปลาเฮดดอก (Haddock) จากหัวจรดหางโดย Strachan, 1993 [3] การวัดขนาดของปลาโดย

ทดลองกับปลา 7 ชนิดโดย White et. al., 2006 [4] และการคัดแยกเกรดของปลาแอตแลนติกแซลมอน (Atlantic Salmon) โดย Misimi et. al., 2008. [5] เป็นต้น จากการสำรวจงานวิจัยเหล่านี้ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่เกิดขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกันดังต่อไปนี้

1) การนำเข้าข้อมูลภาพโดยการถ่ายรูป หรือถ่ายวิดีโอ
2) การปรับปรุงคุณภาพของภาพ
3) การแยกส่วนภาพของปลาออกจากภาพพื้นหลัง
4) การปรับเปลี่ยนภาพปลาที่แยกออกมาเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์
5) การวิเคราะห์หาส่วนสำคัญของปลา
6) การวัดคุณสมบัติ อาทิ ขนาดของปลา
7) การแยกประเภทของปลาจากคุณสมบัติ

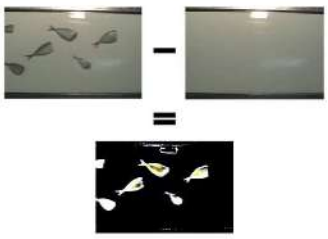
ซึ่งงานวิจัยนี้ ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเหล่านี้เป็นแนวทางในการหาความยาวของปลา และคัดแยกขนาดปลาต่อไป

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ได้ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพจากกล้องวีดีโอ ดังนั้น หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะเป็นเรื่องของการประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) [6] เป็นสำคัญ

3.1 การลบพื้นหลังของภาพออก

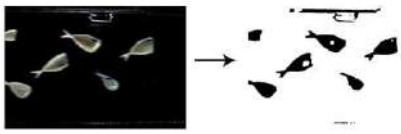
หลังจากที่โปรแกรมได้รับข้อมูลวีดีโอมาแล้ว จะแยกข้อมูลวีดีโอเป็นภาพเฟรม แต่ข้อมูลภาพที่ได้จะมีทั้งภาพของวัตถุปลาที่ต้องการ และภาพของสายพานที่เป็นพื้นหลัง ดังนั้น จึงต้องลบภาพพื้นหลังออก โดยการจับภาพของเฟรมแรกซึ่งเป็นภาพของสายพาน และนำภาพที่ได้ไปลบกับข้อมูลจากเฟรมอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การลบภาพพื้นหลังของเฟรมออก

3.2 การขีดแบ่ง (Threshold)

ผลลัพธ์จากการลบภาพพื้นหลัง อาจเห็นความแตกต่างของข้อมูลไม่ชัดเจนมากนัก จึงต้องเปลี่ยนผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลสเกลสีเทา (Gray scale) และข้อมูลสองระดับ (Binary Image) ตามลำดับ ดังรูปที่ 3

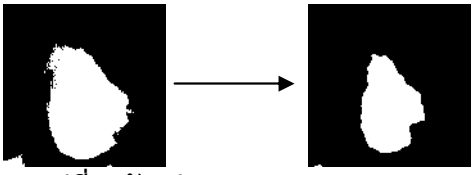


รูปที่ 3 การเปลี่ยนเป็นภาพสองระดับ

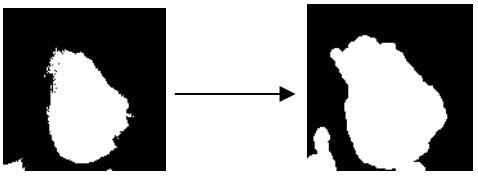
ซึ่งการเปลี่ยนข้อมูลเป็นข้อมูลสองระดับ จะใช้เทคนิคการขีดแบ่ง โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าความเข้มแสงที่จุดภาพตำแหน่งใดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง ให้จุดภาพตำแหน่งนั้นมีค่าเป็น 0 หรือเป็นสีดำ และถ้าจุดภาพใดมีค่าสูงกว่าค่าขีดแบ่งแล้ว ให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 1 หรือเป็นสีขาว

3.3 การประมวลผลรูปร่างและโครงสร้างของภาพ

การปรับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ ให้เหมาะสมก่อนการประมวลผล จะทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งมี 2 วิธีด้วยกัน ด้วยกัน ได้แก่ การลดขนาดจุดภาพ (Erosion) ดังรูปที่ 4 และการขยายขนาดจุดภาพ (Dilation) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ตัวอย่างการลดขนาดจุดภาพ



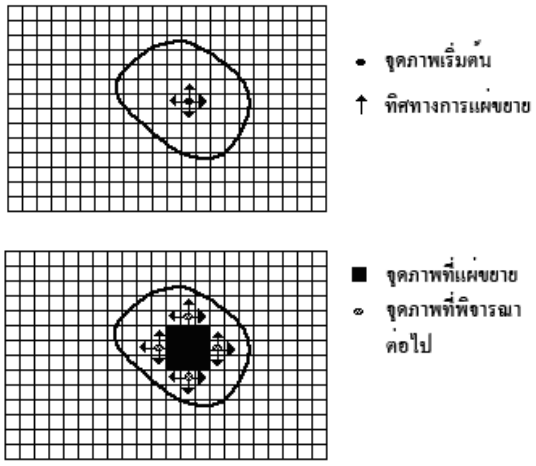
รูปที่ 5 ตัวอย่างการขยายขนาดจุดภาพ

โดยงานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ใช้ทั้ง 2 วิธีเพื่อให้ภาพวัตถุปลาที่ได้จากการลบพื้นหลังออกแล้ว มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการลดขนาดจุดภาพ จะช่วยให้ระบบสามารถวัดขนาดได้อย่าง

แม่นยำมากขึ้น เพราะวิธีการนี้จะลบจุดพิกเซลส่วนเกินที่รบกวน (noise) ออกไปจากวัตถุ จากนั้นได้ใช้เทคนิคการขยายขนาดจุดภาพ เพื่อเชื่อมภาพวัตถุปลาให้มีความต่อเนื่องมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น หากภาพปลาที่กล้องวีดีโอรับมา มีข้อหางที่แคบมาก ข้อหางจึงถูกลบออกในกระบวนการลบพื้นหลัง ทำให้ตัวปลาและหางปลาแยกออกจากกัน การขยายขนาดภาพจะช่วยรวมวัตถุตัวปลาและหางปลาเป็นวัตถุปลาเดียวกัน

3.4 การแผ่ขยายกลุ่ม

การแผ่ขยายกลุ่ม หรือ Region Grow โดยวิธีนี้จะเป็นการรวมเอาจุดภาพต่างๆ ที่มีการเชื่อมต่อและมีค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกันเข้าเป็น กลุ่มเดียวกัน เรียกว่า กลุ่ม (Region) ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



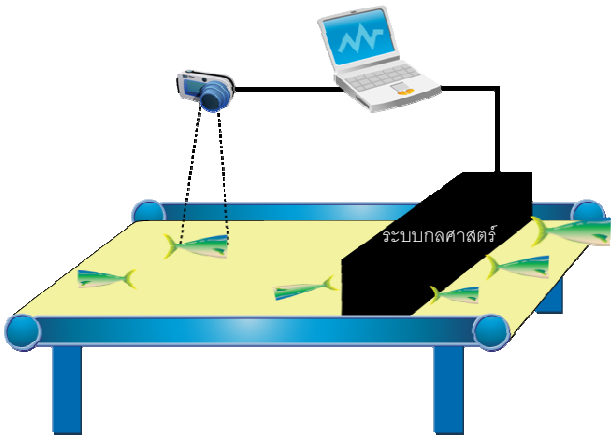
รูปที่ 6 ตัวอย่างการแผ่ขยายกลุ่ม

เนื่องจากภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ ประกอบด้วยวัตถุปลาจำนวนหลายตัว เทคนิคการแผ่ขยายกลุ่มจึงถูกนำมาใช้เพื่อแยกวัตถุปลาแต่ละตัวออกจากกัน และนำผลลัพธ์ที่ได้ เข้าสู่กระบวนการวัดขนาดต่อไป

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

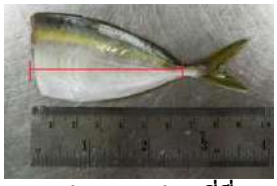
ระบบคัดแยกขนาดปลาที่ไหลมาตามสายพาน ประกอบด้วยกล้องวีดีโอซึ่งแทนตามนุษย์, โปรแกรมประมวลผลภาพซึ่งแทนการวัดขนาดด้วยไม้บรรทัด และระบบทางกลศาสตร์ซึ่งแทนแรงงานมนุษย์ ดังรูปที่ 7 งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเฉพาะส่วนของโปรแกรมประมวลผลที่รับข้อมูลจากกล้องวีดีโอเท่านั้น ไม่ได้พัฒนาระบบทางกลศาสตร์



รูปที่ 7 ระบบโดยรวม

4.2 วิธีการวัดขนาด

ปลาที่นำมาทดสอบกับระบบ จะผ่านกระบวนการตัดหัวแล้ว วิธีการวัดขนาดคือ วัดความยาวจากส่วนที่ยื่นออกมายาวที่สุดที่คงเหลืออยู่จากการตัดหัว ไปยังปลายข้อหาง ดังรูปที่ 8 โดยที่ปลาแต่ละตัวจะถูกวางบนสายพานที่วิ่งด้วยความเร็ว 0.3 – 0.4 เมตรต่อวินาที ภาพวีดีโอที่บันทึกได้ในตอนต้น จะต้องเป็นภาพสายพานที่ไม่มีปลาวางอยู่ก่อน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ภาพพื้นหลังนำไปประมวลผล หาวัตถุปลาของภาพเฟรมต่อไปๆ จากนั้นปลาจะไหลผ่านกล้องวีดีโอ และนำข้อมูลวีดีโอที่ได้ไปวิเคราะห์หาความยาวต่อไป



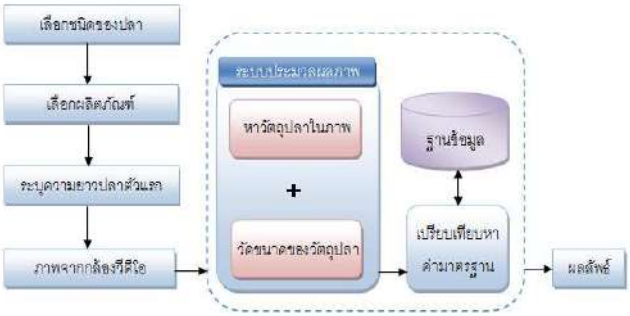
รูปที่ 8 การวัดขนาดปลาจากส่วนที่ยื่นออกมายาวที่สุดที่คงเหลืออยู่จากการตัดหัว ไปยังปลายข้อหาง

ปลาที่วางบนสายพานนั้น ต้องไม่ซ้อนทับกันหรือมาพร้อมๆ ในแนวเดียวกัน แต่สามารถวางปลาในทิศทางใดก็ได้ หากวัตถุปลามาพร้อมๆ ในแนวเดียวกันแล้ว ระบบอาจจะวัดขนาดปลาตัวเดิมซ้ำได้ เนื่องจากความไวต่อการวิเคราะห์ของระบบที่ต้องเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ระบบทางกลศาสตร์ก็ยากที่จะแยกปลาที่มาพร้อมๆ กันออกจากกันจริงได้ด้วย

ค่ามาตรฐานของขนาดปลาที่ได้นั้น นอกจากจะขึ้นกับชนิดของปลาแล้ว ยังขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่ปลาจะนำไปแปรรูปต่อไปด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบนี้คือ ขนาดมาตรฐานของปลาแต่ละตัว ซึ่งพร้อมที่จะนำไปเป็นค่าเริ่มต้นของเครื่องจักรกลเพื่อที่จะใช้เทคโนโลยีทางกลศาสตร์ ในการจำแนกปลาที่มีขนาดต่างกันออกจากกันได้ และรวมปลาที่มีขนาดเดียวกันได้

4.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบของงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาโดยใช้ภาษา C++ และ C# ทดสอบผ่านโปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2005 และ Microsoft SQL Server 2005 สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลในฐานข้อมูล โดยมีโครงสร้างของซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 9

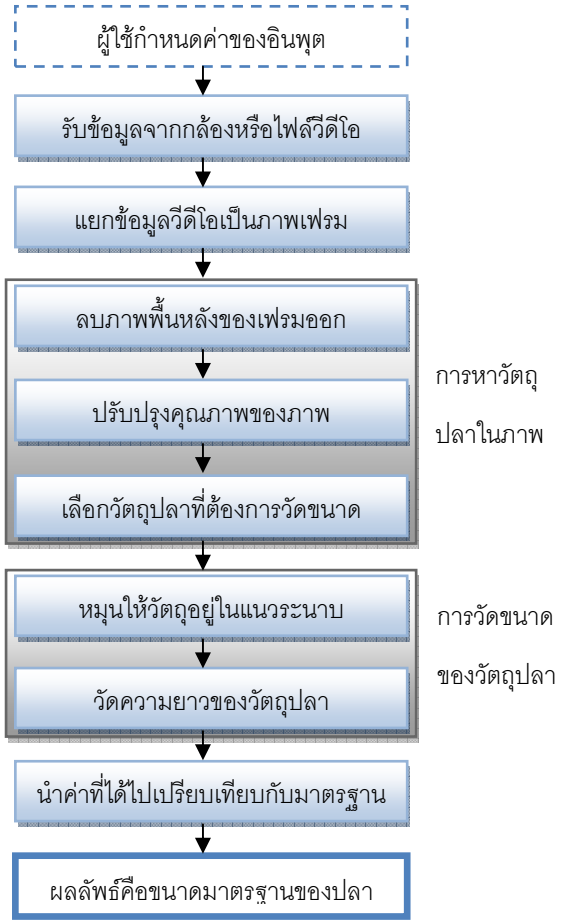


รูปที่ 9 โครงสร้างของซอฟต์แวร์

ข้อมูลนำเข้า (Input) ของระบบมีทั้งหมด 4 อย่างได้แก่

- ชนิดของปลาที่ผู้ใช้ต้องการให้วัดขนาด
- ผลิตภัณฑ์ของปลาชนิดนั้นๆ
- กำหนดความยาวของปลาตัวแรกที่จะไหลมาตามสายพานในหน่วยเซนติเมตร เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นในการเปรียบเทียบหาความยาวในหน่วยเซนติเมตรของปลาตัวต่อๆ มา
- สัญญาณภาพจากกล้องวีดีโอ ซึ่งภาพของปลาที่เข้ามานั้นจะต้องผ่านการเกลี่ยโดยพนักงานเพื่อป้องกันการซ้อนทับกัน และไม่มาพร้อมๆ ในแนวเดียวกัน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

เมื่อโปรแกรมรับค่าข้อมูลนำเข้าทั้งหมดแล้ว การทำงานจะเข้าสู่กระบวนการประมวลผล ดังรูปที่ 10 จนได้ผลลัพธ์ออกเป็นความยาวมาตรฐานของปลาแต่ละตัว เช่น S, M, L เป็นต้น ตามลำดับของปลาที่มาตามสายพาน และแสดงผลในส่วนติดต่อผู้ใช้ต่อไปตามลำดับ



รูปที่ 10 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

5. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบโปรแกรมนี้ทำโดยการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างโปรแกรมที่ได้พัฒนา กับวิธีปัจจุบันที่ใช้แรงงานคนงานในการแยกขนาดปลา ซึ่งผลลัพธ์จะเปรียบเทียบเฉพาะความถูกต้องและความเร็วในการทำงานเท่านั้น มิได้พิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆโดยการทดสอบได้แยกออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การทดสอบการวัดขนาดมาตรฐานของปลาข้างเหลือง และปลาหมูตามลำดับ และในการทดสอบแต่ละครั้ง จะไม่นำผลลัพธ์ของปลาตัวแรกมาพิจารณา เนื่องจากเป็นค่าเริ่มต้น ที่ผู้ใช้ได้กำหนดขึ้นเอง

การทดสอบจะมีการวัดค่าเพื่อทดสอบทั้งหมด 3 ค่า ด้วยกัน

1) ค่าที่วัดได้จากโปรแกรม : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิดีโอของระบบ
2) ค่าที่วัดโดยใช้คนงาน : โดยใช้สายตาและไม้บรรทัด
3) ค่าความยาวจริง : ใช้ไม้บรรทัดวัดด้วยความละเอียด ค่ามีความถูกต้องมากที่สุด

จากนั้น นำค่าที่วัดได้ในหน่วยเซนติเมตรมาหาค่ามาตรฐาน (S, M, L เป็นต้น) ของขนาดปลาแต่ละตัวต่อไป ซึ่งผลการทดสอบ จะนำค่ามาตรฐานที่ได้จากโปรแกรม และจากการวัดโดยคนงานมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากค่าความยาวที่ถูกต้อง (Ground Truth)

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแยกขนาดปลาของงานวิจัยนี้ ได้แก่

- **ปลาข้างเหลืองและปลาหมู** ที่ผ่านกระบวนการตัดหัวแล้ว จำนวนชนิดละ 50 ตัว โดยที่ปลาไม่ได้เรียงตัวในแนวเดียวกันและวางตัวเหลื่อมกันได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 11

รูปที่ 11 ตัวอย่างการวางปลาบนสายพาน

- **สายพาน** ความยาว 860 เซนติเมตร มี 2 สายพานด้วยกัน คือ สายพานสีเหลือง ความเร็ว 30 เซนติเมตรต่อวินาที และสายพานสีขาว ความเร็ว 40 เซนติเมตรต่อวินาที : ใช้เลื่อนตำแหน่งของปลาที่จะผ่านกล้องวีดีโอ โดยตั้งกล้องวีดีโอห่างจากสายพานให้สามารถมองเห็นปลาได้ทั้งตัว ซึ่งในการทดลองนี้ ได้ตั้งสูงจากสายพาน 73 เซนติเมตร
- **คนงาน** จำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์ในการคัดแยกขนาดปลาเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน : โดยการทดสอบการวัดความยาวจากโปรแกรม คนงานจะทำหน้าที่เกลี่ยปลาไม่ให้ซ้อนทับกันเท่านั้น ในขณะที่การทดสอบการวัดจากแรงงานคน คนงานจะทำหน้าที่วัดความยาว เสมือนการทำงานจริง โดยใช้ไม้บรรทัดหรือสายตาเป็นอุปกรณ์
- **กล้องวิดีโอ** แบบใช้สื่อบันทึกเทปมินิดีวี (Mini DV Cassette), จำนวน 340,000 จุดภาพ ความเร็ว 30 เฟรมต่อวินาที: ใช้บันทึกภาพปลาที่ไหลมาตามสายพาน เพื่อใช้ในการทดสอบโปรแกรม
- **หลอดไฟ** ขนาด 1,000 วัตต์ (Watt), ความสว่าง 2,500 ลักซ์ (Lux) : ใช้สำหรับให้ความสว่างกับฉากและวัตถุที่ถูกบันทึกในกล้องวีดีโอ เพื่อทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายมากขึ้น
- **ไม้บรรทัด** ความยาว 30 เซนติเมตร : เป็นอุปกรณ์ใช้วัดความยาวของปลาในการทดสอบ และหาค่าความยาวจริง

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบปลาข้างเหลืองจำนวน 50 ตัว ได้ผลลัพธ์ออกมาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการทดสอบการวัดขนาดปลาข้างเหลือง

	วัดจากโปรแกรม	วัดจากคนงาน
วัดถูกต้อง (ตัว)	43	45
วัดผิดพลาด (ตัว)	7	5
ใช้เวลา (วินาที)	33	64

เมื่อพิจารณาการวัดจากโปรแกรม

ค่าความถูกต้อง = (43/50) x 100 = 86.00%

ค่าความเร็ว = (50/33) = 1.52 ตัว/วินาที

เมื่อพิจารณาการวัดจากคนงาน

ค่าความถูกต้อง = (45/50) x 100 = 90.00%

ค่าความเร็ว = (50/64) = 0.79 ตัว/วินาที

จากการทดสอบปลาหมูจำนวน 50 ตัว ได้ผลลัพธ์ออกมาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการทดสอบการวัดขนาดปลาหมู

	วัดจากโปรแกรม	วัดจากคนงาน
วัดถูกต้อง (ตัว)	42	44
วัดผิดพลาด (ตัว)	8	6
ใช้เวลา (วินาที)	49	90

เมื่อเมื่อพิจารณาการวัดจากโปรแกรม

ค่าความถูกต้อง = (42/50) x 100 = 84.00%

ค่าความเร็ว = (50/49) = 1.02 ตัว/วินาที

เมื่อพิจารณาการวัดจากคนงาน

ค่าความถูกต้อง = (44/50) x 100 = 88.00%

ค่าความเร็ว = (50/90) = 0.56 ตัว/วินาที

จากการทดสอบระบบ พบว่า การวัดจากโปรแกรม แม้ว่าจะมีความผิดพลาดมากกว่าการวัดโดยใช้คนงานอยู่บ้าง แต่ก็สามารถปฏิบัติงานได้เร็วกว่ามาก และเมื่อพิจารณาความผิดพลาดจากการวัดผ่านทางโปรแกรม พบว่าเกิดจากสิ่งแวดล้อมของระบบ ที่ทำให้โปรแกรมประมวลผลผิดพลาด เช่น ปลาเกิดเงา เนื่องจากการให้แสงไฟที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น ดังนั้น หากเรานำข้อผิดพลาดนี้ไปแก้ไขในการใช้งานจริง และสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีความแม่นยำมากขึ้น ก็จะทำให้โปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6. บทสรุป

ค่าเฉลี่ยของความถูกต้อง จากการทดสอบการทำงานของระบบคือ 85.00% สามารถสรุปได้ว่าระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพระดับหนึ่ง และแสดงให้เห็นว่า “ระบบวัดขนาดปลาอัตโนมัติ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอ” นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ แทนที่ระบบการทำงานแบบปัจจุบันที่แรงงานคนเป็นหลัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้นได้ โดยผู้พัฒนาจะนำข้อผิดพลาดที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดไปแก้ไขปรับปรุง ให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ผู้พัฒนามีแนวทางพัฒนาต่อ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน

1) ส่วนระบบสายพานและสภาพแวดล้อม

สายพานมีความเร็วมากขึ้น สภาพแวดล้อมมีการปรับระบบให้ความสว่างที่สมบูรณ์มากขึ้น

2) ส่วนการวิเคราะห์ภาพ

พัฒนาวิธีการให้ระบบสามารถลองรับ กับปัญหาแวดล้อมได้หลากหลายขึ้น เช่น การเกิดเงา หรือมีคราบน้ำบนสายพาน

3) การประยุกต์ใช้งานจริง

พัฒนาระบบทางกลศาสตร์ ให้สามารถแยกขนาดปลาออกจากกันได้จริง ยกตัวอย่างเช่น ระบบจะรับค่าผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้ เป็นค่าเริ่มต้นของระบบการสลับของกลศาสตร์ (Switching) ทำให้ปลาที่มีขนาดต่างกัน ออกมาจากระบบในช่องที่ต่างกัน ในขณะที่ปลาขนาดเดียวกัน จะออกมาช่องเดียวกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณผู้มีอุปการะคุณต่องานวิจัย ดังต่อไปนี้

- ผู้สนับสนุนทุนวิจัยคือ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ว-ท(ด)54.51) และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ผู้ให้ความความรู้ และคำแนะนำคือ คณาจารย์ในภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเพื่อน ๆ
- โรงงานโชคสมุทรมารีน จ.สมุทรสาคร ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ภายในโรงงาน และข้อมูลภาพปลา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ, *แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ อุตสาหกรรมอาหารทะเลแปรรูป: ประเภทปลา*, คพ.02-117 เลขที่ 4/8, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มกราคม 2548 เอกสารอ้างอิงฉบับที่ 2.

[2] Tayama, I., Shimadate, M., Kubota, N. and Nomure, Y., *Application for optical sensor to fish sorting*, Reito(Tokyo), Refrigeration 57, 1982, pp. 1146–1150.

[3] Strachan., N. J. C., *Length measurement of fish by computer vision*. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 8, 1993, pp. 93-104.

[4] White, D. J., Svellingen, C. and Strachan, N.J.C., *Automated measurement of species and length of fish by computer vision*. Fisheries Research. Vol. 80, 2006, pp. 203-210.

[5] Misimu, E., Erikson, U. and Skavhaug, A., *Quality grading of Atlantic salmon (salmon salar) by Computer vision*. Journal of Food Science. Vol. 73, No. 5, 2008, pp. E211-E217.

[6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, (2nd Edition) 2002

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ต้นแบบระบบการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในกองข้าวเปลือกแบบไร้สาย

ปรีชา กอเจริญ เติมพงษ์ ศรีเทศ เพชร นันทิวัฒนา
กลุ่มศึกษาและวิจัยเชิงประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ อิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม (SARGMET)
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
email: preecha.ko@spu.ac.th

บทคัดย่อ

การกองเก็บข้าวเปลือกหากอุณหภูมิภายในกองสูงมีผลทำให้ข้าวเปลือกนั้นเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ระบบตรวจวัดจะแจ้งเตือนเกษตรกรให้ทำการลดอุณหภูมิและความชื้นในกองข้าวเปลือกได้ทันเวลา ซึ่งจะช่วยลดการเสียหายลงได้ งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบระบบการวัดและแจ้งเตือนแบบไร้สายสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ที่มีการใช้พลังงานต่ำ สามารถนำไปใส่ในกองข้าวเปลือกเพื่อตรวจเช็คเป็นระยะเวลานานได้

Abstract

When paddy-rice is stored as a pile, if a temperature inside the pile is incresed the quality of the paddy rice will be degraded rapidly. A monitoring system can be used to forewarn an agriculturist to reduce the temperature and humidity inside the paddy-rice pile. With help with this system, the damage can be reduced. This research introduces a prototype of the low-power wireless temperature and humidity monitoring system in paddy-rice pile. The low-power system means that it could be used for long period of time.

คำสำคัญ

อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้น, เครือข่ายการตรวจวัดไร้สาย

1.บทนำ

ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวที่ผ่านกระบวนการสีเป็นข้าวสารที่มีข้าวหักน้อย ปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักในระหว่างการสีส่วนหนึ่งได้แก่ความชื้นของข้าวเปลือก [1]

โรงสีข้าวขนาดเล็ก และกลางเป็นจำนวนมาก ไม่มีวิธีการเหมาะสมในการเก็บรักษาคุณภาพข้าวเปลือก รวมทั้งไม่มีเงินทุนในการสร้างสถานที่เก็บรักษาข้าวเปลือกที่มีคุณภาพสูงได้ จึงใช้วิธีการเก็บข้าวเปลือกโดยการกองเนื่องจากมีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง และลงทุนไม่สูง ดังแสดงในภาพที่ 1

2.ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การกองเก็บข้าวเปลือกหากมีความชื้นสูงจะทำให้อุณหภูมิภายในกองสูงขึ้นด้วย [1] มีผลทำให้ข้าวเปลือกเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว และจะทำให้เกิดความสูญเสียในระหว่างการสีทำให้ข้าวแตกหักและราคาลดลง ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นจะต้องตรวจตรากองข้าวเปลือกเพื่อวัดค่าอุณหภูมิภายในกองข้าวเปลือกเป็นประจำอยู่เสมอ ปัจจุบันเกษตรกรจะใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะมีความยาว 3 – 5 เมตร แทงลงในกองข้าวเพื่อทำการวัดค่าอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงขึ้นหมายถึงความชื้นในกองก็จะสูงขึ้นด้วย ซึ่งหากการวัดค่าดังกล่าวไม่ได้ทำอย่างเป็นประจำและต่อเนื่อง เราจะไม่สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นที่เพิ่มขึ้นได้ทันท่วงทีและอาจทำให้เกิดการเสียหายของข้าวเปลือกในที่สุด วิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการสร้างระบบตรวจวัดที่สามารถแจ้งเตือนเกษตรกรหรือผู้ดูแลได้เมื่อความชื้น และอุณหภูมิในกองข้าวสูงขึ้น โดยตรวจวัดตลอดยี่สิบสี่ชั่วโมง ทุกวัน จนกว่าจะทำการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือก ซึ่งระบบนี้จะต้องมีความง่ายในการใช้งาน ง่ายในการแสดงผลเพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าใจและใช้งานได้สะดวก

ภาพที่ 1: ตัวอย่างการกองข้าวเปลือกในโรงเก็บ

3.รายละเอียดการพัฒนา

โครงสร้างของระบบการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในกองข้าวเปลือกแบบไร้สายนี้ประกอบด้วยส่วนหลัก สามส่วน คือ 1) ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ภายในกองข้าวเปลือกเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและ ความชื้นภายในกอง และส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ภายนอกกองข้าวเปลือกเพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศบริเวณรอบๆกอง 2) อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เพื่อทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดของอุปกรณ์ตรวจวัด ส่งไปยังส่วนควบคุมกลาง 3) ส่วนควบคุมกลาง ทำหน้าที่รับข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งหมด

เพื่อบันทึกและทำการประมวลผล พร้อมทั้งแสดงค่าการวัดออกทางหน้าจอ โดยจะมีการแจ้งเตือนเมื่อประมวลผลแล้วผลที่ได้แสดงว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในกองข้าวสูงจนอาจทำให้คุณภาพข้าวเปลือกเสื่อมลง

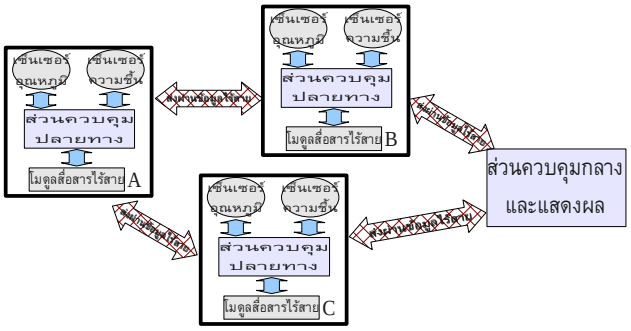
อุปกรณ์ส่วนควบคุมกลางจะอยู่ในบริเวณออฟฟิศของผู้ดูแลโรงสี หรือโกดังเก็บ อุปกรณ์ส่วนควบคุมกลางจะรับข้อมูลที่ทำการวัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดผ่านทางการสื่อสารไร้สาย การแสดงผลอุณหภูมิ และความชื้นจะแสดงเป็นตัวเลขที่สามารถแสดงค่าการวัดได้ทุกกองข้าวที่วางอุปกรณ์วัดเอาไว้ และมีการบันทึกค่าต่างๆไว้ในสื่อดิจิตอลที่สามารถนำเข้าคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังทำการประมวลผลการวัดที่ได้แสดงออกเป็นแถบไฟเพื่อเตือนผู้รับผิดชอบในการดูแลกองข้าว โดยแถบไฟจะแสดงจำนวนน้อยดวงเมื่อกองข้าวมีอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย และเมื่ออุณหภูมิและความชื้นเพิ่มขึ้น แถบไฟจะแสดงมากดวงขึ้นเพื่อเตือนให้ผู้ดูแลต้องเฝ้าระวังใกล้ชิดขึ้น เมื่อกองข้าวมีอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่จะทำให้ข้าวเปลือกเสียหาย แถบไฟแสดงมากดวงยิ่งขึ้นและจะกลายเป็นสีแดงเพื่อเตือนให้ผู้ดูแลต้องทำการลดความชื้นภายในกองข้าว สำหรับการสื่อสารไร้สายนั้นจะสามารถจำแนกข้อมูลระหว่างกันได้ว่าการส่งข้อมูลมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดตัวใด มาจากกองข้าวกองไหน เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้มีมากกว่า 1 ตัว และเนื่องจากเป็นระบบที่ต้องสามารถทำการวัดและเฝ้าระวังเป็นระยะเวลานาน บางครั้งอาจนานกว่า 6 เดือน จึงต้องออกแบบให้โครงสร้างภายนอกของอุปกรณ์ตรวจวัดมีความแข็งแรง มีความต้องการการดูแลรักษาต่ำ มีการใช้พลังงานน้อย เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานโดยใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่ขนาดเล็กเพราะเมื่อฝังอุปกรณ์ตรวจวัดลงในกลางกองข้าวแล้วจะนำอุปกรณ์ออกจากกองข้าวไม่สะดวก

ในการทดลองขั้นแรกจะทำการวัดข้อมูลในกองข้าวเปลือกมากกว่า 1 ตำแหน่ง เพื่อยืนยันผลตามข้อมูลจากงานวิจัยเรื่องผลของอุณหภูมิแวดล้อมต่ออุณหภูมิข้าวเปลือกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวระหว่างเก็บรักษา [1] จากนั้นอาจจะใช้การวัดผลเพียงจุดเดียวโดยวางไว้กลางกองข้าวเปลือกเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงสุด และยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อไม่ให้ราคาของอุปกรณ์ของระบบนี้มีราคาสูงเมื่อทำการสร้างเป็นอุปกรณ์จริงออกจำหน่าย

3.1ภาพรวมของระบบ

การสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการวัดอุณหภูมิและความชื้นในกองข้าวเปลือกแบบไร้สาย เริ่มจากการศึกษาและเลือกอุปกรณ์ประกอบในส่วนต่างๆ ที่มีความเหมาะสม โครงสร้างของระบบแสดงในภาพที่ 2

ระยะห่างระหว่างกองข้าวเปลือกนั้นอาจไม่ไกลกันนัก ในระยะ 5 – 10 เมตร หรือบางครั้งอาจกองห่างกันกับส่วนควบคุมกลางในระยะทางประมาณ 100 เมตร ด้วยเหตุนี้ระบบการสื่อสารไร้สายจำเป็นจะต้องทำการส่งข้อมูลระหว่างโหนดปลายทาง ไปยังส่วนควบคุมกลางให้ได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการส่งข้อมูลต่อกันไป โดยจากภาพที่ 3 ข้อมูลการวัดจากโหนด A จะถูกส่งผ่านทางโหนด B เพื่อเป็นตัวกลางนำข้อมูลส่งต่อไปยังส่วนควบคุมกลาง



ภาพที่ 2: โครงสร้างของระบบตรวจวัดวัดอุณหภูมิและความชื้นในกองข้าวเปลือกแบบไร้สาย

3.2การออกแบบและพัฒนาระบบ

อุปกรณ์สำคัญที่ต้องใช้ในงานวิจัยคือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดความชื้น ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมและแสดงผลในส่วนกลาง อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน แบตเตอร์รี และโมดูลการสื่อสารไร้สาย สำหรับรายละเอียดของอุปกรณ์ในแต่ละส่วนแสดงดังนี้

3.2.1เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่เลือกใช้คือเซ็นเซอร์ TCN75A ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่ทำการวัดอุณหภูมิและให้ค่าผลลัพธ์เป็นสัญญาณดิจิตอลในรูปแบบอนุกรมสองสาย (2-wire serial : I^2C compatible) จากบริษัทไมโครชิป (Microchip) [2] ช่วงอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ตั้งแต่ -40°C ถึง +125°C เมื่อไม่มีการทำงานจะประหยัดพลังงานมีความต้องการกระแสเพียง 2 μA เซ็นเซอร์ชนิดนี้ยังสามารถต่อใช้งานได้มากถึง 8 ตัวโดยใช้สายสัญญาณเดียวกัน

3.2.2เซ็นเซอร์วัดความชื้น

เซ็นเซอร์วัดความชื้นที่เลือกใช้คือ HIH-4000-001 จากบริษัท Honeywell [3] เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นแบบคาปาซิตีฟ ผลที่ได้จากการวัดของเซ็นเซอร์นี้จะเป็นแรงดันที่ค่อนข้างเป็น

เชิงเส้น มีความต้องการกระแสเพียง 200 μA เท่านั้น สามารถวัดความชื้นในช่วง 0%RH ถึง 100 %RH

3.2.3ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ จะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีการใช้พลังงานและ แรงดันต่ำ สามารถควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ทุกชนิดที่ใช้งานได้ จึงเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ MSP430F2274 [4] จากบริษัท Texas Instrument มาใช้ ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมและแสดงผลในส่วนกลาง จะต้องมีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นมาคือ สามารถควบคุมอุปกรณ์บันทึกข้อมูลและอุปกรณ์การแสดงผลได้ จึงเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MSP430F169 [5] จากบริษัท Texas Instrument มาใช้งาน

3.2.4อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Regulator)

เนื่องจากแหล่งจ่ายพลังงานที่ใช้มาจากแบตเตอร์รีที่อาจมีความหลากหลายค่าระดับแรงดัน และอีกทั้งเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งค่าระดับแรงดันจะลดลงจากระดับแรงดันตั้งต้น ระดับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงนี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและความถูกต้องของเซ็นเซอร์การวัดอุณหภูมิ และความชื้น อุปกรณ์ควบคุมแรงดันจึงมีความจำเป็น และที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ NCP1117 จาก On Semiconductor [6] ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมแรงดันที่ต้องการค่าแรงดันแตกต่างที่ต่ำ ระหว่างแรงดันที่ต้องการควบคุมกับแรงดันแหล่งจ่ายจากแบตเตอร์รี่ (Low-dropout voltage regulator)

3.2.5แบตเตอร์รี

แบตเตอร์รีสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้มีตัวเลือกอยู่สามชนิดคือ แบตเตอร์รีชนิด นิเกิล-เมทัล-ไฮดราย ชนิดมีการคายประจุต่ำ (Low self-discharge NiMH battery) [7] แบตเตอร์รีชนิดลิเทียม (Lithium battery) [8] และแบตเตอร์รีชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline battery) [9] เนื่องจากแบตเตอร์รีทั้งสามชนิดนี้มีอัตราการคายประจุต่ำกว่าแบตเตอร์รีชนิดอื่นๆทั่วไป และสำหรับในงานวิจัยนี้โหนดปลายทางมีการใช้พลังงานต่ำแต่จำเป็นต้องใช้ในระยะเวลานานซึ่งอาจนานกว่า 1 ปี จึงทำให้แบตเตอร์รีทั้งสามชนิดนี้มีความเหมาะสม สำหรับตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดหากพิจารณาจากอัตราการเก็บประจุ แบตเตอร์รีชนิดลิเทียมจะมีความเหมาะสมที่สุด หากพิจารณาถึงด้านราคาแบตเตอร์รีชนิดอัลคาไลน์จะมีราคาย่อมเยาว์ที่สุด แต่หากพิจารณาถึงการใช้งานอย่างต่อเนื่องยาวนาน สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำใหม่ได้ด้วยการชาร์จประจุ แบตเตอร์รีนิเกิล-เมทัล-ไฮดราย ชนิดมีการคายประจุต่ำ จะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด

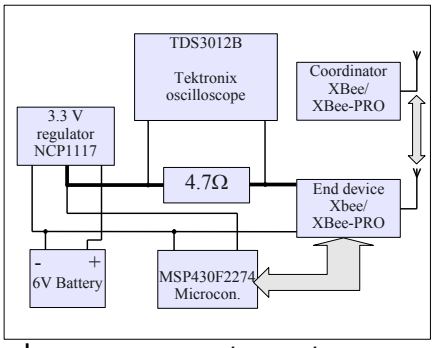
3.2.6โมดูลการสื่อสารไร้สาย XBee/XBee PRO

XBee/XBee-PRO [10] เป็นโมดูลการสื่อสารไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำและมีราคาไม่สูงนัก โดยโมดูลนี้สร้างขึ้นตามมาตราฐาน IEEE 802.15.4 สำหรับการใช้งานด้านเครือข่ายการตรวจวัดไร้สาย โมดูลนี้สามารถใช้งานได้ทันทีแต่จะมีการใช้พลังงานที่สูงเกินกว่าที่จะนำไปใช้งานตรวจวัดที่มีการใช้งานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานได้ เช่นการตรวจวัดที่มีการใช้งานนานกว่า 1 ปี โดยใช้แบตเตอร์รีเพียงชุดเดียว ดังนั้นการศึกษาคุณลักษณะการกินพลังงาน และการปรับพารามิเตอร์ของโมดูลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง อีกกรณีหนึ่งคือระยะทางการส่งสัญญาณระหว่างโมดูล สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของโมดูล Xbee และ Xbee-PRO แสดงในเอกสารอ้างอิงของผู้ผลิต [10]

4.การทดสอบการใช้งาน

4.1สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ระบบการทดสอบแสดงดังภาพที่ 3 ในการทดสอบโมดูลปลายทางจะส่งข้อมูลเป็นระยะอย่างต่อเนื่องไปยังโมดูลศูนย์กลาง โดยระหว่างที่ไม่มีการส่งข้อมูล โมดูลปลายทางที่ถูกทดสอบนี้จะเข้าสู่โหมดหลับ (Sleep mode) เพื่อประหยัดพลังงาน สำหรับการวัดค่ากระแสของโมดูลปลายทางนี้ จะใช้การต่อตัวต้านทานจาก อุปกรณ์จ่ายและรักษาระดับแรงดัน 3.3 V อนุกรมเข้ากับส่วนไฟเลี้ยงวงจรของโมดูลการสื่อสาร ค่ากระแสที่ได้จะสามารถบอกถึงค่ากระแสในช่วงเวลาต่างๆที่โมดูลมีการเปลี่ยนโหมดการทำงานได้ และยังถูกนำไปใช้ในการคำนวณอายุการใช้งานของแบตเตอร์รีได้อีกด้วย



ภาพที่ 3: การต่ออุปกรณ์บนบอร์ดวงจรทดลอง

โดยปกติแล้วโมดูล XBee และ XBee-PRO ได้มีการตั้งค่าในโหมดการหลับเพื่อประหยัดพลังงานไว้ที่ ไม่ทำงาน (SM = 0) ซึ่งหมายถึงโมดูลจะไม่มีการเข้าสู่โหมดการหลับเพื่อประหยัดพลังงาน โดยเมื่อไม่มีการใช้งาน โมดูลจะเข้าสู่โหมดว่างและรอรับสัญญาณ (Idle/Receive mode) ในโหมดนี้โมดูลจะมีการกินกระแสประมาณ 50 mA หากต้องการจะลดการกินกระแสของโมดูลนี้ลง จะต้องปรับโหมดการหลับให้ทำงาน เช่น

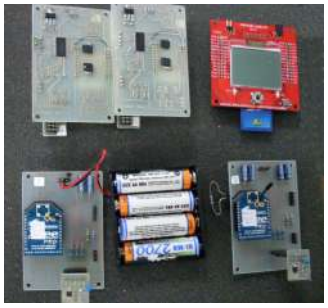
ปรับให้อยู่ในโหมด Cyclic Sleep Remote with Pin Wake-up (SM = 5) เป็นต้น ซึ่งการกินกระแสในโหมดดังกล่าวนี้จะมีค่าน้อย ในระดับประมาณ 10 μA

4.2การใช้พลังงานและระยะการสื่อสาร

ขั้นตอนในการทดสอบการใช้พลังงานเริ่มต้นจากการต่อวงจรและเชื่อมต่อระบบดังแสดงในภาพที่ 3 โดยเขียนโปรแกรมสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSP430F2274 ส่งสัญญาณข้อมูลไปยังโมดูล XBee/XBee-PRO ปลายทางจำนวน 1 ไบต์ ผ่านทางพอร์ต UART เพื่อให้โมดูลปลายทางส่งข้อมูลดังกล่าวผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ไปยังโมดูล XBee/XBee-PRO ศูนย์กลาง โดยการส่งข้อมูลนั้นทำการส่งทุกๆ 2 วินาที ทำการวัดค่าการใช้พลังงานโดยการวัดแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทาน 4.7 Ω ที่ต่ออนุกรมอยู่กับโมดูล XBee/XBee-PRO ปลายทาง สัญญาณที่วัดและบันทึกได้นี้ จะมีค่าแรงดัน และระยะเวลาในแต่ละช่วงสถานะของการส่งข้อมูลโดยละเอียด ซึ่งทำให้สามารถนำไปคำนวณหาค่ากระแสที่ใช้ในแต่ละช่วงสถานะ และการกินกระแสรวมได้ ในส่วนการทดสอบระยะทางการสื่อสารระหว่างโมดูลจะมีการทดสอบการส่งสัญญาณในช่องทางเดิน โดยการทดสอบจะมีการกำหนดระยะความสูงจากพื้นของโมดูลและระดับค่าพลังงานในการส่งสัญญาณ

5.ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

หลังจากศึกษาและเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบที่ประสานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิ ที่สามารถนำใส่ไว้ภายในกองข้าวเปลือก และสามารถส่งสัญญาณสื่อสารไร้สายไปยังตัวรับสัญญาณเพื่อแสดงผลข้อมูลเบื้องต้นได้ โดยได้ชุดต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับความชื้นส่งสัญญาณสื่อสารไร้สายได้ถูกสร้างขึ้นโดยการต่ออุปกรณ์บนบอร์ดวงจรทดลอง หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบลายวงจรพิมพ์ และทำการสร้างวงจรพิมพ์บนบอร์ด และต่ออุปกรณ์ในต้นแบบรุ่นแรกดังแสดงในภาพที่ 4

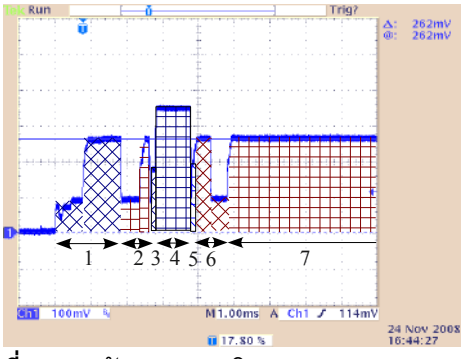


ภาพที่ 4: ต่ออุปกรณ์ลงบนบอร์ดวงจรพิมพ์ในต้นแบบ

5.1การทดสอบอุปกรณ์

5.1.1การทดสอบคุณลักษณะการใช้กระแส

ในการทดสอบได้ทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูล XBee PRO จำนวน 1 ไบต์ทุกๆ 2 วินาที จากนั้นทำการวัดและบันทึกสัญญาณด้วยออสซิโลสโคป Tektronix รุ่น TDS3012B ปรับค่าสเกลเวลาของ ออสซิโลสโคปให้อยู่ที่ 1 ms/div สัญญาณที่วัดได้แสดงดังภาพที่ 5 สัญญาณนี้แสดงถึงการกินกระแสในสภาวะต่างๆของการส่งสัญญาณคลื่นจากโมดูลปลายทาง (End device) โดยสภาวะต่างๆเมื่อโมดูลส่งสัญญาณจะมีทั้งหมด 7 ช่วงสถานะเริ่มจาก 1) เปลี่ยนจากโหมดการหลับเพื่อประหยัดพลังงาน (Sleep mode) มายังโหมดการพร้อมทำงาน (Active mode) 2) การเช็คค่าเริ่มต้นของช่องทางการสื่อสาร 3) ช่วงการเปลี่ยนจากสถานะการรับสัญญาณมาเป็นสถานะการส่งสัญญาณ 4) การส่งสัญญาณคลื่นความถี่ 5) ช่วงการเปลี่ยนจากการส่งมาเป็นการรับสัญญาณ (Tx to Rx) 6) ช่วงการรอรับสัญญาณตอบรับ (acknowledgement) และ 7) ช่วงการพักก่อนจะเข้าสู่โหมดการหลับเพื่อประหยัดพลังงาน โดยตัวเลขประมาณค่าการกินกระแส และระยะเวลาของแต่ละช่วงเวลาได้แสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบในลักษณะเดียวกันนี้กับโมดูล XBee ด้วย ทำการส่งข้อมูลทุกๆ 2 วินาที โดยมีผลการทดลองแสดงใน [11]



ภาพที่ 5: คุณลักษณะการกินกระแสของ XBee-PRO

ตารางที่ 1: การกินกระแส และระยะเวลาของโมดูล XBee ของแต่ละช่วงเวลาในขณะการส่งสัญญาณ (PL = 0)

Interval	Description	Current (mA)	Duration (ms)
1	Wake-up from Sleep mode	14.47, 56.17	0.77, 1.05
2	Channel init.: Rx mode	19.57, 56.17	0.50, 0.30
3	Switch from Rx to Tx	19.57, 37.87	0.05, 0.10
4	Data Tx: Tx mode	73.62	1.00
5	Switch from Tx to Rx	37.87, 56.17	0.075, 0.075
6	Reception of ack.	56.17, 19.57	0.39, 0.46
7	Idle period before Sleep	56.17, 19.57	27.00, 0.76

ในการส่งข้อมูลผ่านโมดูล XBee/XBee-PRO ทุกๆ 2 วินาทีนั้น จะมีช่วงเวลาที่โมดูลทำงาน และมีความต้องการการใช้พลังงานสูงเพียง 32.5 ms เท่านั้น นอกนั้นจะอยู่ในโหมดหลับเพื่อประหยัดพลังงานถึง 1967.5 ms สำหรับการกินกระแสในช่วงโหมดหลับเพื่อประหยัดพลังงานนั้นไม่สามารถวัดได้จากการใช้ออสซิโลสโคป เนื่องจากมีระดับสัญญาณน้อยใกล้เคียงกับสัญญาณรบกวน (noise) การวัดการกินกระแสในช่วงโหมดหลับนี้จึงใช้มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าย่านไมโครแอมป์ในการวัด ซึ่งสามารถวัดค่ากระแสได้ 25 μA ดังนั้นการกินกระแสรวมของโมดูล XBee-PRO ปลายทางจึงสามารถหาได้ดังนี้

Interval 1: 14.47 mA x 0.77 ms + 56.17 mA x 1.05 ms = 0.070 mA·ms
Interval 2: 19.57 mA x 0.50 ms + 56.17 mA x 0.30 ms = 0.027 mA·ms
Interval 3: 19.57 mA x 0.05 ms + 37.87 mA x 0.10 ms = 0.005 mA·ms
Interval 4: 73.62 mA x 1.00 ms = 0.074 mA·ms
Interval 5: 37.87 mA x 0.075 ms + 56.17 mA x 0.075 ms= 0.007 mA·ms
Interval 6: 56.17 mA x 0.39 ms + 19.57 mA x 0.46 ms = 0.031 mA·ms
Interval 7: 56.17 mA x 27.0 ms + 19.57 mA x 0.76 ms = 1.531 mA·ms
รวมกระแสในช่วงโมดูลทำงาน = 1.745 mA·ms
Idel period: 0.025 mA x 1967.5 ms =0.0492 mA·ms

ดังนั้นกระแสรวมจึงมีค่าประมาณเท่ากับ 1.7942 mA·ms และเมื่อใช้ลักษณะในการคำนวณเช่นเดียวกันนี้กับโมดูล XBee ค่ากระแสจะประมาณเท่ากับ 1.5802 mA·ms

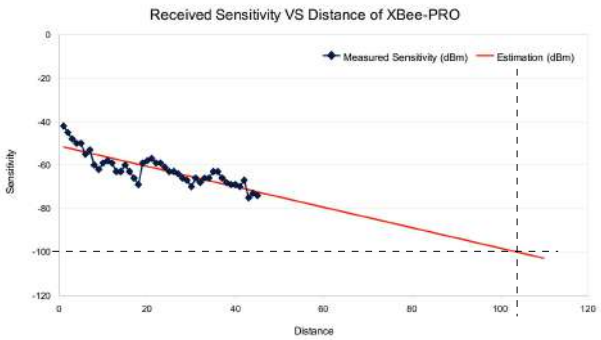
5.1.2คุณลักษณะการใช้กระแสเมื่อปรับค่าระดับพลังงานส่ง

โมดูลการรับส่ง XBee/XBee-PRO สามารถปรับค่ากำลังงานในการส่งคลื่นวิทยุได้ด้วยการปรับค่าพารามิเตอร์ PL (Power Level) โดยสามารถปรับได้ทั้งหมด 5 โหมด การกินกระแสของโมดูลเมื่อทำการปรับค่าพารามิเตอร์ PL นั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในช่วงสถานะเวลาการส่งกำลังผ่านคลื่นวิทยุเท่านั้น นั่นก็คือเฉพาะ Interval 4 ในตารางที่ 1 ซึ่งการกินกระแสในแต่ละโหมดของการส่งกำลังแสดงใน [10]

กระแสในแต่ละโหมดของการส่งกำลังนั้นแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่สำหรับงานที่อัตราการกินกระแสมีผลต่อระบบแล้ว ค่ากระแสจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึง นอกเหนือจากนี้จำนวนข้อมูลที่ส่งผ่านก็มีผลต่อระยะเวลาในช่วงสถานะ Interval 4 โดยหากมีการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 ไบต์ โมดูลจะต้องใช้เวลาในการส่งคลื่นวิทยุมากขึ้นไบต์ละ 50 μs

5.1.3การทดสอบระยะทางในการสื่อสารช่วงทางเดิน

การทดสอบระยะทางในการรับสัญญาณของโมดูล XBee-PRO ในช่วงทางเดินภายในอาคาร ให้ระยะความสูงของโมดูลห่างจากพื้น 70 เซ็นติเมตร ปรับโหมดการส่งกำลังงานที่สูงสุด ทำการวัดการรับสัญญาณโดยการเลื่อนระยะห่างของโหนดเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 เมตร จนถึงระยะทาง 45 เมตร บันทึกผลค่าการรับสัญญาณในหน่วย เดซิเบล มิลลิวัตต์ (dBm) และด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ทดสอบมีเพียง 50 เมตร จึงไม่สามารถจะทดสอบเพื่อหาระยะทางสูงสุดที่จะทำการรับส่งได้ จึงใช้วิธีการคำนวณอย่างง่ายเพื่อประมาณระยะทางสูงสุด โดยประมาณจากข้อมูลที่บันทึกและคำนวณหาสมการเส้นตรงที่พอดีกับค่าที่บันทึกได้ และใช้สมการเส้นตรงดังกล่าวหาระยะทางสูงสุดที่รับสัญญาณได้มากกว่า -100 dBm ซึ่งเป็นค่าเซ็นซิติวิตี้ที่ได้จากข้อมูลจากผู้ผลิต ทำให้เราสามารถประมาณอย่างง่ายได้ว่าระยะทางสูงสุดของโมดูลสำหรับใช้ในการสื่อสารช่วงทางเดินภายในอาคารคือ ประมาณ 103 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ระยะทางการรับสัญญาณของโมดูล XBee-PRO

5.1.4การคำนวณอายุการใช้งานแบตเตอร์รี

อายุการใช้งานของแบตเตอร์รีสำหรับโมดูล XBee-PRO นั้นขึ้นอยู่โดยตรงกับอัตราการตื่นขึ้นจากโหมดการหลับ (wake up rate) หากโมดูลมีการตื่นขึ้นบ่อยครั้งจะมีความต้องการการใช้กระแสสูงกว่าการตื่นน้อยครั้งในช่วงเวลาเดียวกัน ตัวอย่างการคำนวณอายุการใช้งานแบตเตอร์รีสำหรับอัตราการตื่นทุกๆ 2 วินาทีของโมดูล XBee-PRO แสดงด้านล่างนี้

current consumption during active 32.5 ms = 1.7450 mA·ms
current consumption during sleep 1967.5 ms = 0.0492 mA·ms
Total current consumption for one cycle of 2 second = 1.7942 mA·ms
รวมกระแสในช่วงโมดูลทำงานตลอด 1 วัน = 1.7942 mA·ms x (30/min x 60min/h x 24 h/day) / (1000 ms/s)/(3600 s/h) =21.53 mAh/day

การคำนวณอายุการใช้งานแบตเตอร์รีโดยใช้แบตเตอร์รีชนิดนิเกิล-เมทัล-ไฮดราย จำนวน 4 ก้อน ต่ออนุกรม มีขนาดความจุเท่ากับ 2700 mAh เมื่อเทียบกับอัตราการกินกระแส 21.53 mAh/day จะสามารถใช้งานโมดูลนี้ได้ 125.4 วัน หากต้องการใช้โมดูลนี้ให้มีระยะเวลานานขึ้น จะต้องปรับให้มีอัตราการตื่นน้อยลง โดยหากตื่น 30 วินาทีต่อครั้งจะมีการกินกระแสตลอด 1 วันเท่ากับ 1.9953 mAh/day สามารถใช้งานโมดูลนี้ได้นาน 1353.1393 วัน หรือมากกว่า 3 ปี 7 เดือน

ในการทดสอบและการคำนวณมีการพิจารณาเฉพาะการกินกระแสเพียงโมดูลการสื่อสาร XBee/XBee-PRO เท่านั้น ในการใช้งานจริงต่อไป จำเป็นต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่นในวงจรด้วย เช่นไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ต่างๆ ทั้งยังต้องพิจารณาถึงการคายประจุตัวเองของแบตเตอร์รีอีกด้วย

6.สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบที่ประสานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น และอุณหภูมิ ที่สามารถนำใส่ไว้ภายในกองข้าวเปลือก และสามารถส่งสัญญาณสื่อสารไร้สายไปยังตัวรับเพื่อแสดงผลข้อมูลเบื้องต้นได้ และทำการทดสอบระบบเบื้องต้นโดยทดสอบอุปกรณ์ในแต่ละส่วน สำหรับโมดูลการสื่อสารไร้สาย XBee PRO ทำการทดสอบในสองลักษณะคือ ทดสอบคุณลักษณะการใช้กระแส และทดสอบระยะทางการสื่อสาร ซึ่งผลการดำเนินงานแสดงให้เห็นว่าสามารถดำเนินงานได้ตามแนวทางที่เป็นไปได้ และจะได้ดำเนินการทดสอบจริงในกองข้าวเปลือกต่อไป

7.แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาสามารถที่จะขยายผลให้สามารถไปควบคุมอุปกรณ์พัดลมเพื่อเป่าลมไล่ความชื้นได้โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ชุดควบคุมจะต้องทำการประมวลผลเปรียบเทียบความชื้นในกองข้าวกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศด้วยเพื่อจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาคุณภาพของข้าวเปลือก

ในส่วนของการหาระยะทางสูงสุดของโมดูลการสื่อสารสำหรับการส่งสัญญาณในช่องทางเดินในอาคารที่มีการสะท้อนคลื่นทั้งจากเพดานและพื้นนั้น สามารถทำให้คำนวณได้ถูกต้องมากขึ้นโดยการใช้โมเดลช่องทางสัญญาณชนิด 3 สัญญาณ (3-rays channel modeling)

8.กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา บริษัทเกษตรถาวร จำกัด และมหาวิทยาลัยศรีปทุม

9.เอกสารอ้างอิง

[1] อารีรัตน์ จิตบุญ. ผลของอุณหภูมิแวดล้อมต่ออุณหภูมิข้าวเปลือกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวระหว่างเก็บรักษา.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2549.

[2] Microchip, "2-Wire Serial Temperature Sensor TCN75A", Microchip Technology Inc.,[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21935c.pdf, 2006.

[3] Honeywell, "HIH-4000 Series Humidity Sensor" Honeywell Sensing and Control, 2008, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://sensing.honeywell.com/

[4] Texas Instrument, "MSP430x2xx family User's guide," Texas Instrument, 2008, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://focus.ti.com/lit/ug/slau144e/slau144e.pdf

[5] Texas Instrument, "MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x Mixed Signal Microcontroller User's guide", Texas Instrument, 2004, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://www.cs.indiana.edu/classes/c335/msp430f169.pdf

[6] On Semiconductor, "1.0 A Low-Dropout Positive Fixed and Adjustable Voltage Regulators ", On Semiconductor, 2007, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP1117-D.PDF

[7] Eneloop, "Product detail and technology Eneloop Low self-discharge NiMH battery", SANYO Component Europe GmbH, 2008, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.eneloop.info/home/performance-details/self-discharge.html

[8] Energizer, "Product datasheet Energizer L91 Ultimate Lithium Battery",Energizer Holdings, Inc.2007, [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://data.energizer.com/

[9] Duracell, "Product datasheet Duracell Power Pix Alkaline Battery", Duracell, The Procter & Gamble Company, 2007, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.duracell.com/oem/Pdf/MX1500.pdf

[10] Digi International, "Xbee/XBee-PRO OEM RF Modules Product Manual v1.xCx-802.15.4 Protocol," Digi International Inc., 2007, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000982_A.pdf

[11] P.Kocharoen, P.Nantivatana and T.Srited, "*The Current Consumption Profile of XBee/XBee PRO Module*," Accepted to present at The 2009 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology (ICESIT2009), 11-13 February 2009, Pattaya, Thailand.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

เครื่องมือวัดค่าความกรอบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารขนาดเล็ก

อภิรักษ์ จันทร์สร้าง
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
aphirak.j@ku.ac.th

ธงชัย สุวรรณสิชณน์
ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
thongchai.s@ku.ac.th

อนันต์ ผลเพิ่ม
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
anan.p@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ความกรอบเป็นคุณภาพที่สำคัญของขนมขบเคี้ยวที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค การประเมินคุณภาพความกรอบสามารถใช้วิธีการทางประสาทสัมผัส หรือใช้เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสหรือเสียง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบเครื่องมือการวัดค่าความกรอบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือสำหรับใช้ในงานประกันคุณภาพ ชุดเครื่องมือการวัดค่าความกรอบประกอบด้วย ชุดกดตัวอย่าง ไมโครโฟนบันทึกเสียงที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมการบันทึกและวัดค่าเสียงที่เขียนด้วยภาษา C# ดังกล่าวเมื่อนำชุดเครื่องมือไปทำการวัดค่าความกรอบของขนมขบเคี้ยว 5 ตัวอย่างที่แต่ละชนิดมีระดับwater activity ต่างๆกันหลายระดับโดยให้ค่าความกรอบมาเป็นค่าแอมพลิจูดของเสียงเปรียบเทียบกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ทำการประเมิน ความกรอบ และความคงอยู่นานของความกรอบระหว่างการเคี้ยว ผลปรากฏว่าค่าแอมพิจูดของเสียงที่ได้มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับค่าความกรอบ และความคงอยู่นานของความกรอบระหว่างการเคี้ยวโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์มีค่าสูงอยู่ในช่วง 0.85-0.99 ชุดเครื่องมือนี้มีต้นทุนในการผลิตประมาณ 17,000 บาทและมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุดต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยวเพื่อประเมินความกรอบของผลิตภัณฑ์

Abstract

Crispness is predominant snack quality and is related to consumer acceptance. Crispness assessment could be done by both subjective and objective methods. This study aimed to design method and software to evaluate snack crispness for quality assurance of small enterprise (SME) agro-industry. The designed instrument was composed of a compressive part , a microphone connected to computer and acoustic analysis software written in C# language. Acoustic analysis results of five snacks each having various water activity levels showed that their sound amplitudes were highly related to their sensory crispness and persistent crispness evaluated by ten trained panelists. Their Pearson correlation coefficients (r) were high in the range of 0.85-0.99. This designed instrument cost was 17,000 bath and feasible to apply to snack food industries for assessing crispness of their products.

คำสำคัญ

Crunchiness, การวัดค่าความกรอบ, เครื่องมือวัด

1. บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการผลิตอาหารว่าง เช่นกระบวนการ extrusion เพื่อการผลิตสินค้าประเภทอาหารขบเคี้ยวได้แก่ ขนมขบเคี้ยวประเภทพองกรอบ อาหารเช้าสำเร็จรูป มีการเจริญเติบโตอย่างสูงมีผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดจำนวนมาก และมีพัฒนาแข่งขันในด้านคุณภาพ บริษัทขนาดใหญ่ หรือบริษัทต่างชาติได้มีการพัฒนาโดยการนำเทคโนโลยีด้านการวัดค่ามาใช้เพื่อการประกันคุณภาพ การวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค เช่นในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทกรอบพองมีการนำเครื่องตรวจวัดเนื้อสัมผัสที่อธิบายลักษณะความกรอบเข้ามาใช้เพื่อทำให้การผลิตสินค้าชนิดนี้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค แต่เครื่องมือวัดค่าเนื้อสัมผัสเพื่อตรวจสอบคุณภาพเรื่องความกรอบดังกล่าวมีราคาแพงจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทำให้ต้องเพิ่มทุนในการผลิต อีกทั้งการใช้งานค่อนข้างยาก ทำให้ผู้ผลิตอาหารขบเคี้ยวของไทยขนาดเล็กโดยเฉพาะสินค้าประเภทหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)ไม่สามารถสั่งซื้อเครื่องมือวัดดังกล่าวได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงริเริ่มขึ้นโดยพยายามออกแบบวิธีการวัดค่าความกรอบแบบง่าย และโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลเรื่องความกรอบที่ให้ต้นทุนในการผลิตไม่แพง ใช้งานง่ายสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ โดยผู้ใช้จะสามารถใช้วิธีการวัดค่าที่ออกแบบมานี้ได้โดย

ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ลักษณะของวิธีการวัดค่าที่จะดำเนินการออกแบบจะมีส่วนรับข้อมูลโดยจะรับเสียงจากการบีบอาหารประเภทขบเคี้ยวนี้ให้แตกมาเก็บไว้ และนำไปผ่านกระบวนการวิเคราะห์เสียง จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุด หลังจากนั้นจึงดำเนินการประมวลผล และแสดงผลโดยบอกระดับของความกรอบของผลิตภัณฑ์ออกมาซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ได้ง่ายตรงกับความรู้สึกของผู้บริโภค

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

<u>คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว</u>

ปัจจัยคุณภาพที่สำคัญของอาหารคือ 1) ลักษณะปรากฏ รวมถึง สี รูปร่าง ความมันวาว และอื่น ๆ 2) กลิ่นรส รวมถึงรสชาติ และกลิ่น 3) เนื้อสัมผัส และ 4) คุณค่าทางโภชนาการ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เกี่ยวข้องกับปัจจัยการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการไม่สามารถอธิบายได้ด้วยประสาทสัมผัส

สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว(Snacks) คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสเป็นลักษณะที่สำคัญที่จะบ่งบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะความกรอบ ซึ่งใช้แสดงถึงคุณภาพและความสดใหม่ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะมีคุณภาพที่ดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เมื่อยังคงมีลักษณะเนื้อแน่นและกรอบ ความกรอบเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะจะนำไปสู่ความพึงพอใจเมื่อได้บริโภค และจะส่งผลให้เกิดการบริโภคซ้ำในครั้งต่อไป โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ที่กรอบจะต้องเนื้อแน่น และแตกง่ายทันทีที่ทำให้ผิดรูปร่าง และเกิดเสียงกรุบกรอบเมื่อเคี้ยว (crunchy sound) วิธีการบันทึกคลื่นเสียง และวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงเป็นเครื่องมือในการประเมินความกรอบของอาหาร

<u>การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะความกรอบของขนมขบเคี้ยว</u>

วิธีการนี้เป็นวิธีการประเมินลักษณะของผลิตภัณฑ์เชิงพรรณนาทางด้านความรู้สึกทางด้านการสัมผัส (Tactile) และความรู้สึกภายในปาก (Mouth Feel) ของมนุษย์ เป็นวิธีการวัดค่าที่สามารถให้ข้อมูลทางเนื้อสัมผัสมาก และอาจจะดีกว่าการวัดค่าทางตรงที่ใช้เครื่องมือวัดค่าเพราะยังไม่สามารถหาเครื่องมือใดในปัจจุบันที่มีความไว และสามารถวัดกลไกอันซับซ้อนขณะที่อาหารถูกบดเคี้ยวอยู่ภายในปากด้วยจังหวะในการบดเคี้ยวต่าง ๆ

สำหรับวิธีการฝึกฝนผู้ทดสอบชิม และประเมินลักษณะความกรอบของผลิตภัณฑ์ สามารถทำโดยให้ผู้ทดสอบ วางตัวอย่างระหว่างฟันกราม และกัดตัวอย่างจนกระทั่งตัวอย่างแตกหัก แตกร่วน หรือแตกละเอียดทำการวัดแรง และปริมาณเสียงขณะที่ตัวอย่างแตกหัก/แตกร้าว โดย Meilgaard et al. [2] ได้กำหนดตัวอย่างอ้างอิงและค่ามาตรฐานที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบชิมในการประเมินค่าความกรอบไว้

<u>การประเมินความกรอบด้วยการวัดเสียง</u>

แนวทางในการศึกษาเสียงแตกหักที่เกิดขึ้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แนวทางคือ 1) การวิเคราะห์ amplitude-time plot ของ acoustic signal [3] หรือ 2) amplitude-frequency plot ซึ่งวิธีหลังนี้มาจากการศึกษาด้วยวิธี FFT (Fast Fourier Transform) [4]

วิธีแรก การวิเคราะห์ amplitude-time plot ของ acoustic signal ในระหว่างการเคี้ยวอาหารเสียงที่เกิดขึ้นจะสลับกันไปมาระหว่าง การกด (compression) และ การยกขึ้น (rarefaction) ทำให้ amplitude ของโมเลกุลสัมพันธ์กับแรงที่กดอาหาร และเมื่อใช้แรงมากขึ้นจะทำให้ amplitude เกิดขึ้นสูงสุดถึงจุดสมดุล ทำให้สามารถพลอตกราฟของ amplitude ของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นได้กับเวลา เรียกกราฟที่เกิดขึ้นว่า amplitude-time plot [4]

ข้อมูลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส Drake [1] บันทึกไว้ว่าแอมพิจูด ของเสียงจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการอบปิ้งย่างเพิ่มขึ้นแสดงว่าความกรอบเพิ่มขึ้นด้วย โดยความถี่ และระยะเวลาในการเกิดไม่สำคัญเท่ากับการวัดค่าแอมพลิจูด และยังพบอีกว่าจำนวนของยอดสูงสุด (peak) ระหว่างการเคี้ยวมันฝรั่งสามารถที่จะใช้ทำนายความกรอบได้ (R = 0.92)

สำหรับการวัดเสียงความกรอบของอาหารด้วยวิธี acoustic analysis เป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีอื่นในการบันทึกเสียงที่เกิดขึ้น Seymour and Hamann [6] ได้ทดลองวางหัวกดไว้ใน

ห้องที่ไม่มีเสียงสะท้อน และวางไมโครโฟนใกล้กับตัวอย่างทำการวัดค่าจะให้เสียง acoustic pressure อยู่ในช่วง ความถี่ 0.5-3.3 kHz ซึ่งแรงดันเสียงนี้เป็นสัดส่วนกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ว่านี้สามารถเทียบได้กับ force per unit ของ wave sound (measured in N/m^2) ซึ่งค่าที่ได้นี้มีความสัมพันธ์กับการรับรู้เกี่ยวกับเสียงดังของความกรอบของอาหาร และถ้าอาหารใดที่มีค่า water activity ต่ำ จะทำให้ค่า sound pressure ต่ำด้วย

วิธีที่สอง amplitude-frequency plot ซึ่งวิธีหลังนี้มาจากการศึกษาด้วยวิธี FFT (Fast Fourier Transform) ความถี่ของเสียงวิเคราะห์ที่ได้ใช้ในการบอกความแตกต่างระหว่างความกรอบของอาหาร ความถี่หมายถึงการสั่นของเสียงหนึ่งรอบต่อเวลา 1 วินาที (cps) เรียกว่า Hertz (Hz) ความถี่ของเสียงบอกถึงความแตกต่างของ crisp และ crunchy ของอาหาร Fast Fourier Transform (FFT) เป็นวิธีในการบอกความถี่ของเสียงที่เกิดขึ้นระหว่างการกัดหรือการเคี้ยว ในระหว่างการเคี้ยวจะเกิดคลื่นเป็นรูปโค้งที่ต่อเนื่องในแต่ละ amplitude และ ความถี่ ซึ่งวิธีการ FFT สามารถบอกถึงค่าเหล่านี้ได้ [3, 7] สำหรับการวัดค่าความกรอบความถี่ส่วนมากจะอยู่ในช่วง 5-12.8 kHz ในระหว่างการเคี้ยวอาหาร 3–6 kHz ในระหว่างการเคี้ยวมันฝรั่งแผ่น และ 1.9–3.3kHz ในระหว่างการการกดมันฝรั่งแผ่นด้วยเครื่องมือ [3]

<u>อิทธิพลของ water activity (aw) ต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของขนมขบเคี้ยว</u>

Wollny and Peleg [8] และ Suwonsichon and Peleg [7] ได้ทำศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของอาหารขบเคี้ยวเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า aw หรือความชื้นเปลี่ยนแปลงไป ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของ Femi โดยมีรูปแบบของสมการทั่วไปดังนี้

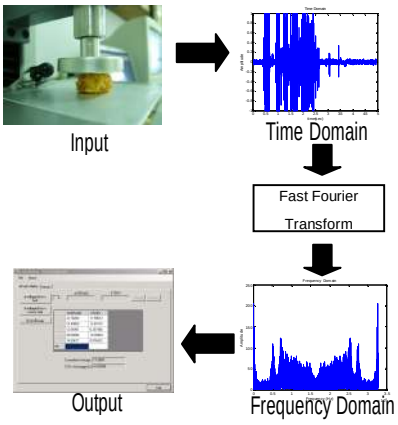
$$Y(x) = \frac{(Y_S - Y_R)}{\left\{1 + \exp\left[\frac{X - X_C}{b}\right]\right\}} + Y_R$$

4. รายละเอียดการพัฒนา

สำหรับแนวทางในการศึกษา Acoustic measurement ของงานวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์ค่าเสียงโดยใช้วิธีการ amplitude-frequency plot ด้วยวิธี FFT (Fast Fourier Transform)

4.1 ภาพรวมของระบบ

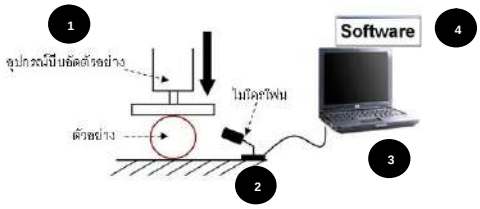
การทำงานของระบบเริ่มจาก การใช้ชุดกดเพื่อทำการบีบอัดตัวอย่างให้เกิดเสียงที่อยู่ในรูปของ Time Domain จากนั้นนำค่าสัญญาณที่ได้แปลงเป็นค่าที่อยู่ในรูปของ Frequency Domain โดยใช้ FFT จากนั้นนำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงค่าความกรอบ โดยจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้นสำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้อ้างอิงความกรอบเป็นค่าสถิติในรูปของลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ รายละเอียดภาพรวมของระบบแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบวัดค่าความกรอบ

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบที่พัฒนาขึ้น (ภาพที่ 2) ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้



ภาพที่ 2 รายละเอียดอุปกรณ์ของระบบ

1. อุปกรณ์บีบอัดตัวอย่างขนมขบเคี้ยว – ใช้ในการกดตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ซึ่งมีชุดหัวกดเพื่อบีบอัดชิ้นงานโดยใช้แรงจากคันโยก อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3
2. ไมโครโฟน – อุปกรณ์สำหรับรับเสียงเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ไมโครโฟนมีความสำคัญมากเนื่องจากว่า ถ้าไมโครโฟนไม่รับข้อมูลเสียงในช่วงความถี่ที่กว้างเพียงพอ ก็จะไม่สามารถเก็บคุณสมบัติของตัวอย่างที่

ต้องการได้ ในการทดลองนี้ใช้ไมโครโฟนที่ตอบสนองในย่านความถี่ 100 ถึง 16 KHz

3. คอมพิวเตอร์ – อุปกรณ์สำหรับทำงานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น
4. ซอฟต์แวร์ (Software) – โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับประมวลผล และวิเคราะห์เสียงที่รับจากไมโครโฟน

ภาพที่ 3 อุปกรณ์บีบอัดที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาใช้งาน

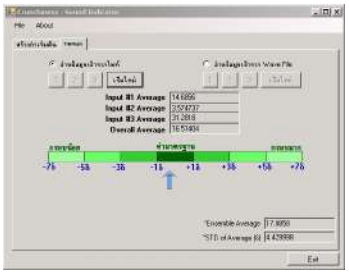
4.3 ชุดโปรแกรมวิเคราะห์เสียง

ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์เสียงโดยใช้โปรแกรม Matlab แต่เนื่องจากว่าการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) มีอยู่จำกัด และในการใช้งาน Matlab จำเป็นต้องมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ Matlab ซึ่งมีราคาแพง เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ จึงไม่เหมาะกับการติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ประกอบกับเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ Matlab ไว้ใช้งานนั้นเกิดปัญหา ทำให้เกิดความยุ่งยากและใช้เวลานานในการติดตั้งโปรแกรม Matlab บนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใหม่

ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นเอง โดยมีความต้องการให้สามารถทำการติดตั้งได้ในเวลาอันสั้น ใช้งานได้โดยสะดวก โดยไม่ต้องซื้อซอฟต์แวร์สำเร็จรูปมาประกอบการใช้งาน จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการเลือกพัฒนาซอฟต์แวร์นี้บนแพลทฟอร์มวินโดว์ XP ที่ทำการติดตั้ง Dot Net Framework และ DirectX 10 สำหรับภาษาที่ใช้ คือ ภาษา C# ที่มีความยืดหยุ่นสูง ประมวลผลได้เร็ว เหมาะสำหรับออกแบบโปรแกรมที่โต้ตอบกับผู้ใช้ในรูปแบบกราฟฟิก มีส่วนควบคุมในการแสดงผล และสามารถนำโปรแกรมที่เขียนขึ้นไปใช้งานกับเครื่องอื่นได้ง่าย โดยผู้วิจัยได้พัฒนาคำสั่งเพิ่มเติมในการแปลงเสียงจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่อ้างอิงกับอัลกอริทึม Discrete Fast Fourier Transform ของ Danielson-Lanczos Lemma ซึ่งมีรายละเอียดแสดงใน [5]

จากการทดลองพบว่าช่วงความถี่ 5–10 KHz เป็นค่าที่เหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์หาค่าคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบโดยใช้ Sampling Rate ที่ 22,050 Hz และจัดเก็บเสียงที่ได้จากการกดตัวอย่างเป็นเวลา 6 วินาที

ในการทดสอบตัวอย่างขนมขบเคี้ยวจริง จะทำการทดสอบซ้ำ โดยการนำเข้าข้อมูลเสียงจากตัวอย่างแต่ละชนิดจำนวน 3 ครั้งเพื่อลดค่าความผิดพลาดที่อาจเกิดจากความแตกต่างของตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ค่าที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้งจะแสดงที่หน้าจอ พร้อมทั้งนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปเปรียบเทียบว่า มีค่าเบี่ยงเบนจากค่ามาตรฐานในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยการแสดงผลมีลักษณะเป็นลูกศรชี้แถบในแถบค่าเบี่ยงเบน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลการทำงาน

4.4 ข้อจำกัดของระบบ

เนื่องจากอุปกรณ์การบีบอัดตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการใช้แรงกดผ่านคันโยกอาจมีค่าไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจากการทดลองเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตราฐาน Lloyd Texture Analyzers รุ่น TA 500 ที่สามารถกำหนดให้บีบอัดด้วยความเร็วคงที่ และกำหนดค่าแรงที่บีบอัดได้ ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ของเสียงที่ได้มีค่าแม่นยำ เพราะสามารถควบคุมความเร็วในการกดตัวอย่างให้มีความสม่ำเสมอ

อย่างไรก็ตามหลังผู้ใช้คุ้นเคยกับการใช้คันโยก แรงและความเร็วและแรงที่ใช้ก็มีค่าความแตกต่างไม่มาก และสามารถชดเชยและปรับแต่งได้ในส่วนของโปรแกรมทำให้มีความ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

น่าเชื่อถือในระดับที่น่าพอใจดังแสดงได้ในส่วนผลการทดลองในหัวข้อถัดไป

5. การทดสอบการใช้งาน

เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าเสียงมาเปรียบเทียบกับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างสองวิธีการโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสมพันธ์ (Pearson correlation coefficient)

ตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทที่ใช้ทดสอบ

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รูปร่าง	ขนาด (ซม.)	รูปภาพ
A	ผิวขรุขระ	แผ่นทรงสี่เหลี่ยม	3.00x3.42x0.96	
B	ผิวขรุขระ, มีร่องตรงกลาง	แผ่นทรงสี่เหลี่ยม	2.68x3.00x0.72	
C	ผิวขรุขระ, มีร่องเป็นแนว	แท่งทรงสี่เหลี่ยม	0.80x0.92x4.25	
D	ผิวขรุขระ	ทรงกลม	2.35x2.35	
E	ผิวขรุขระ	แท่งเกลียว	4.50x1.95x1.95	

5.1 การเตรียมตัวอย่างและการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้วิจัยได้เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทกรอบพอง ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดจำนวน 5 ตัวอย่าง มาทำการวิจัยเพื่อหาค่าความกรอบ โดยตัวอย่างขนมขบเคี้ยวที่นำมาศึกษาในครั้งนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวโพด 2 ชนิด แป้งข้าวเจ้า 2 ชนิด แป้งมันฝรั่ง 1 ชนิด โดยใส่รหัสตัวอักษร A-E ตามลำดับ โดยตัวอย่างทั้งหมดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1 นำมาทำการปรับสภาพให้มีค่า water activity ต่างๆหลายระดับก่อนนำไปกดด้วยเครื่องมือที่ออกแบบมาสำหรับการวัด เพื่อบันทึกค่าเสียง และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เมื่อนำไปประเมินค่าความเข้มด้านความกรอบ 2 ลักษณะคือ ความกรอบ (Crispness) และการคงอยู่ของความกรอบระหว่างการเคี้ยว (Persistence of crispness) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน (เพศชาย จำนวน 2 คน เพศหญิง จำนวน 8 คน อายุระหว่าง 20-50 ปี)

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากผลการวิเคราะห์ค่าเสียงที่ได้จากอุปกรณ์วัดค่า จะพบว่าค่าเสียงจะมีความดังน้อยลง เมื่อตัวอย่างมีระดับ Water activity สูงขึ้นในทุกๆตัวอย่าง ดังตัวอย่างตารางที่ 2

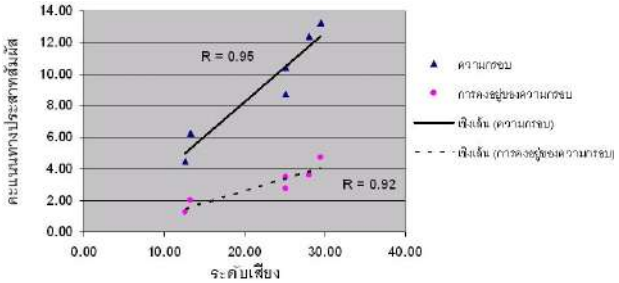
ตารางที่ 2 แสดงระดับค่าแอมพลิจูดที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือของตัวอย่างขนมขบเคี้ยว C

Water activity (a_w)	ระดับค่าแอมพลิจูด
0.16±0.02e	27.19±2.13a
0.27±0.02d	23.19±4.80b
0.38±0.03c	21.22±7.49bc
0.45±0.02bc	17.72±3.90c
0.48±0.10ab	10.89±2.66d
0.56±0.00a	9.15±4.95d

เมื่อนำค่าระดับค่าแอมพลิจูดที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้น และผลการทดสอบทางประสาททางประสาทสัมผัสมาหาความสัมพันธ์ โดยการสร้างกราฟขึ้น ดังตัวอย่างขนมขบเคี้ยว C (ภาพที่ 5) จะพบว่าข้อมูลดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง โดยค่าระดับความกรอบ และการคงอยู่ของความกรอบของตัวอย่างขณะเคี้ยวที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีของ Pearson Correlation จะมีค่าเท่ากับ 0.95 และ 0.92 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระดับค่าแอมพลิจูดที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือที่ผลิตขึ้นกับค่าความกรอบและการคงอยู่ของความกรอบระหว่างการเคี้ยวของตัวอย่าง จะพบว่าข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กันสูงมาก (ตัวอย่าง A-D) 0.95-0.97 และ 0.91-0.97 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงตัวอย่าง E จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความดังของเสียง กับค่าความกรอบ และการคงอยู่ของความกรอบระหว่างการเคี้ยว มีค่าน้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ คือ 0.87 และ 0.85 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่าง E มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เป็นเกลียว ทำให้ผลที่ได้จาก

การวัดค่าด้วยเครื่องมือมีความสัมพันธ์กันกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับค่าแอมพลิจูดและค่าความกรอบ, การคงอยู่ของความกรอบระหว่างการเคี้ยวของตัวอย่างขนมขบเคี้ยว C

6. บทสรุปและเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือวัดแบบง่ายที่มีราคาเหมาะสม เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ด้วยราคาประมาณ 17,000 บาท ประกอบด้วย เครื่องกดตัวอย่างขนมขบเคี้ยว และโปรแกรมการวิเคราะห์ค่าความกรอบแบบง่ายโดยใช้หลักการการนำเข้าเสียงที่ได้จากการกดตัวอย่างในรูปแบบโดเมนเวลามาแปลงเป็นค่าสัญญาณเสียงในโดเมนความถี่ และทำการวิเคราะห์หาค่าคุณลักษณะเฉพาะออกมาเป็นระดับค่าแอมพลิจูด ซึ่งค่าที่ได้นี้มีความสัมพันธ์กับการประเมินความกรอบ ความคงอยู่นานของความกรอบที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีทางประสามสัมผัสโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.85-0.99 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำการเปรียบเทียบค่าแอมพลิจูดที่ได้จากการทดลองกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแอมพลิจูดที่ได้กำหนดไว้ในตัวอย่างขนมขบเคี้ยวที่ต้องการทดสอบว่ามีค่าเบี่ยงเบนจากค่าแอมพลิจูดมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือไม่และอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะชุดเครื่องมือดังกล่าวนี้ไปใช้ในการประกันคุณภาพเนื้อสัมผัสความกรอบของขนมขบเคี้ยวในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รหัสโครงการ ว-ท(ด) 57.49

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Drake, B. K. 1963. Food Crushing Sounds. An Introductory Study. Journal of Food Science 28:233

[2] Meilgaard, M., Civille, G.C., Carr B.T 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd eds CRC Press, New York.

[3] Dacremont, C. 1995. 'Spectral Composition of Eating Sounds Generated by Crispy Crunchy and Crackly Foods' in *j.Text. Stud*. 26, 27-43

[4] Duizer, L.M., Campanella, O.H. and Barnes, G.R.G. 1998. 'Sensory, Instrumental and Acoustic

[5] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, and William T. Vetterling, Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing The Press Syndicate of the University of Cambridge (Hardcover - Oct 30, 1992)

[6] Seymour, S.K. and Hamann, D.D. 1988. 'Crispness and Crunchiness of Selected Low Moisture Foods' in *J. Text Stud.* 19, 79-95

[7] Suwonsichon, T. and Peleg, M. 1998. Instrumental and sensory detection of simultaneous brittleness loss and moisture toughening in three puffed cereal products. J. Texture Studies 29:255-274.

[8] Wollny, M. and Peleg, M. 1994. A model of moisture induced plasticization of crunchy snacks based on Fermi's distribution function. J. Sci. Agr. Food. 64:467-473.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

Automatic Dissolved Oxygen Enhancement System for Pond Powered by Solar Cells

ธรรมพันธุ์ ภาสบุตร
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail: ball_juan@hotmail.com

ผศ.ดร.ปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำที่เกษตรกรเพาะเลี้ยงไว้ การป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะการขาดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จึงจำเป็นต้องดำเนินการอย่างถูกต้อง และทันท่วงทีก่อนที่จะเกิดความเสียหาย งานวิจัยนี้นำเสนอระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยที่ระบบสามารถวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้ตั้งแต่ 1-20 mg/l ตามคาบเวลาที่สามารถกำหนดได้ (ทุก 15, 20, 25 และ 30นาที) เมื่อพบว่าปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ มีค่าต่ำกว่า ที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้เครื่องกลเติมอากาศทำงาน เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จนกว่าจะมีปริมาณเพียงพอตามที่กำหนดไว้ นอกจากการทำงานแบบอัตโนมัติดังกล่าวแล้ว ระบบยังสามารถตรวจสอบสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องกลเติมอากาศทำงาน ,ตำแหน่งของหัวโพรบ พร้อมแจ้งเตือนเมื่อพบความผิดปกติ และสามารถเก็บบันทึกค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำพร้อมวันเวลาที่วัด และที่สำคัญคือสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้

Abstract

Dissolved Oxygen (DO) is very important for the living of the aquatic animals. To prevent the lack of Dissolved Oxygen have to be correct in time before damage. This Research present ***Automatic Dissolved Oxygen Enhancement System for Pond Powered by Solar Cells.*** *The Dissolved Oxygen can be measure from 1-20 mg/l and automatically at definable period time. (every 15, 20, 25 and 30 minute) When the measured is less than a defined value. The aerator is Operate until the Dissolved Oxygen increase than a defined value. All System is automatically and can be monitoring, and recording the status of Equipment (such as Aerator operating, Probe Position, Dissolved Oxygen) with time stamp. Alarming when error. And more Special This System Powered by Solar Cells.*

คำสำคัญ

ปริมาณออกซิเจนในน้ำ, Dissolved Oxygen

1. บทนำ

ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen : DO) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในรอบวัน โดยทั่วไปสาเหตุที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ มีปริมาณลดลง เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น, ช่วงเวลากลางคืนจนถึงรุ่งสางก่อนมีแสงแดด, วันที่ฟ้ามืดครึ้มไม่มีแสงแดด ,วันที่ไม่มีลมพัดผ่าน และการให้อาหารหรือการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปในน้ำ เป็นต้น

เมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงมาก เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะใช้วิธีการสังเกตจากสีของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปและพฤติกรรมของสัตว์น้ำที่แสดงออกมา เช่น การกินอาหารลดลง และการลอยตัวขึ้นมาอยู่ที่บริเวณผิวน้ำเพื่อรับออกซิเจน [1] เมื่อสังเกตพบความผิดปกติดังกล่าว จึงดำเนินการแก้ไขโดยเปิดเครื่องเติมอากาศในน้ำ ให้ทำงานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

จนกว่าจะไม่พบความผิดปกติ จากที่กล่าวมานั้น การเฝ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะๆ ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลากลางคืนนั้น ทำได้ไม่สะดวก หรือไม่สามารถทำได้นั้น อาจทำให้การแก้ไขปัญหาล่าช้าจนเกินไป ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงไว้ การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย จึงเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกรได้

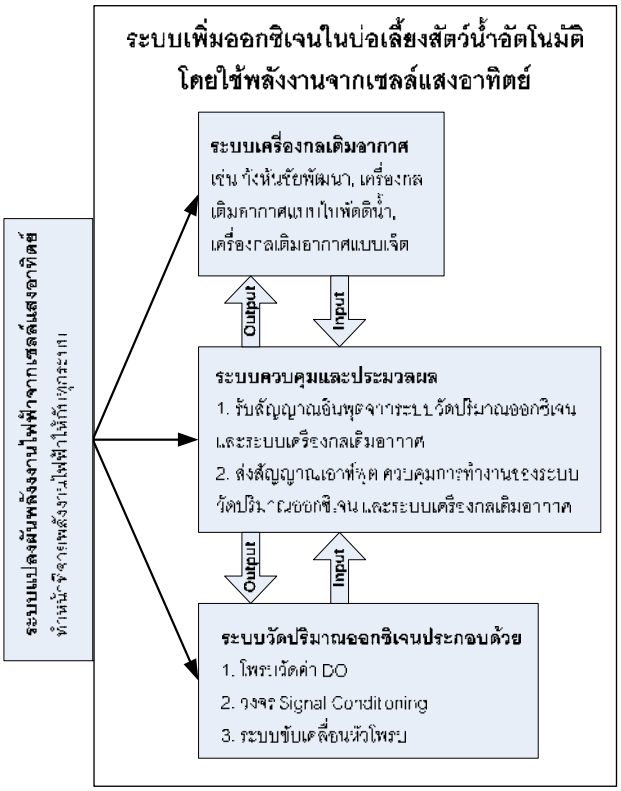
2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ จึงนำเสนอระบบ ที่สามารถทำหน้าที่แทนเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยสามารถวัดค่าปริมาณออกซิเจนแท้จริงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน ถ้าพบว่ามีปริมาณต่ำกว่า จะสั่งให้เครื่องกลเติมอากาศทำงาน เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน และคอยตรวจสอบปริมาณออกซิเจน เป็นระยะๆ ตามคาบเวลาที่กำหนดไว้ เมื่อพบว่าปริมาณออกซิเจนกลับสู่สภาวะปกติ จะสั่งให้เครื่องกลเติมอากาศหยุดทำงาน นอกจากการทำงานแบบอัตโนมัติดังกล่าวแล้ว ระบบยังสามารถตรวจสอบสถานะ การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมส่งสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อพบความผิดปกติ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าค่าที่กำหนด, เครื่องกลเติมอากาศในน้ำไม่ทำงาน และหัวโพรบไม่อยู่ในตำแหน่งทำงาน และระบบยังสามารถเก็บบันทึกค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำพร้อมวันเวลาที่วัดค่า โดยอุปกรณ์ในระบบทั้งหมดสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน และใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ในช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับภาคเกษตรกรรม และสอดคล้องกับนโยบายการใช้พลังงานทดแทนอีกด้วย

3. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ระบบวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ 2) ระบบควบคุมและประมวลผล 3) ระบบเครื่องกลเติมอากาศในน้ำ ดังรูปที่ 1

สำหรับงานวิจัยนี้จะออกแบบในส่วนของระบบวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ และระบบควบคุมและประมวลผล โดยการเลือกใช้หัวโพรบที่มีการผลิตและใช้งานได้จริง นำมาทดสอบหาค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเอาท์พุต สำหรับใช้เป็นสัญญาณอินพุตให้กับระบบควบคุมและประมวลผล เมื่อทำการออกแบบสองส่วนแรกได้แล้ว จึงนำไปทดสอบกับส่วนประกอบสุดท้าย ได้แก่ ระบบเครื่องกลเติมอากาศในน้ำ เช่น กังหันชัยพัฒนา หรือเครื่องกลเติมอากาศรูปแบบต่างๆ และระบบแปลงผันพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบทั้งหมด



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

3.1 ระบบวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ การเทียบค่าโพรบวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และการออกแบบระบบทางกลสำหรับขับเคลื่อนโพรบ

3.1.1 การเทียบค่าโพรบวัดปริมาณออกซิเจน

อุปกรณ์สำคัญในระบบนี้ได้แก่ โพรบวัดออกซิเจน ในการเลือกใช้งานควรเลือกใช้โพรบ ที่แผ่นเมมเบรน มีคุณสมบัติให้ออกซิเจนซึมผ่านได้ง่ายไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอิออนอื่นๆ โมเลกุลของน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ ที่สำคัญต้องไม่ทำปฏิกิริยา หรือมีผลอื่นใดกับสารละลายที่ต้องการวัด และมีความแข็งแรงคงทน โพรบที่ใช้ในโครงงานนี้ได้แก่ โพรบรุ่น

EC-DO100 ชนิดกัลวานิกส์เซลล์ แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต 0-37 mV แบบมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิฝังอยู่ภายใน สามารถวัดค่าได้ทันทีโดยไม่ต้องรอเวลา หรือทำการโพลาไรซ์ก่อน [3] โพรบวัดออกซิเจนของแต่ละผู้ผลิตและแต่ละรุ่นมีความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต กับค่าปริมาณออกซิเจนที่ซึมผ่านแผ่นเมมเบรนต่างกัน และไม่มีข้อมูลดังกล่าวให้กับผู้ใช้งาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน ไฟฟ้าเอาท์พุตจากหัวโพรบ กับค่า DO ที่อุณหภูมิต่างกัน ดังนี้

1) เตรียมเครื่องมือ 2 อย่างได้แก่ Signal Generator ใช้สำหรับส่งสัญญาณแทนหัวโพรบ และ DO Meter ที่ได้รับมาตรฐาน ในที่นี้ใช้ DO Meter รุ่น CyberScan รุ่น DO110 จากบริษัท WorldWideTrade Thai จำกัด [4] สำหรับวัดค่า DO เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง

2) ปรับค่าอุณหภูมิจาก Signal Generator ไปที่ 25 องศาเซลเซียส ต่อสัญญาณให้กับ DO Meter แล้วใช้ Signal Generator จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ กับ DO Meter โดยปรับค่าเพิ่มขึ้นครั้งละ 3 mV ตั้งแต่ 0-40 mV แล้วบันทึกค่า DO ที่ Meter อ่านได้ในหน่วย mg/l

3) ทำการทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 2 และทำการบันทึกค่าแต่ปรับค่าอุณหภูมิไปที่ 10 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

จากการทดลองข้างต้น สามารถหาค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตของโพรบ ที่สัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่อุณหภูมิ 10,25 และ 50 องศาเซลเซียส ได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตของโพรบสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่อุณหภูมิต่างกัน

แรงดันไฟฟ้าจาก Signal Generator (mV)	DO (mg/l) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ		
	10 ˚C	25 ˚C	50 ˚C
0	0	0	0
3	0.82	0.6	0.4
6	1.74	1.27	0.85
9	2.66	1.95	1.3
12	3.59	2.62	1.76
15	4.52	3.29	2.20
18	5.45	3.97	2.65
21	6.36	4.64	3.09
24	7.30	5.34	3.54
27	8.20	6.00	3.99
30	9.13	6.66	4.44
33	10.04	7.35	4.88
36	10.97	8.02	5.33
37	11.29	8.25	5.49
40	12.3	9.01	5.98

4) นำข้อมูลในตารางที่ 1 มาทำ Curve Fitting โดยใช้โปรแกรม MATLAB [5] เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตจาก หัวโพรบ กับค่า DO ที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในรูปแบบสมการได้ดังนี้

4.1) สมการชดเชยอุณหภูมิ

$$P_1 = -0.0001505 * T + 0.01312 \quad (1)$$

$$P_2 = 0.001256 * T - 0.09473 \quad (2)$$

เมื่อ T คืออุณหภูมิของน้ำระหว่าง 0-50 องศาเซลเซียส (ค่าจากวงจร A/D)

4.2) สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตจากหัวโพรบ กับค่า DO ที่อุณหภูมิใดๆ

$$DO = P_1 * V + P_2 \quad (3)$$

เมื่อ DO คือค่าปริมาณออกซิเจน ในหน่วย mg/l

V คือค่าแรงดันไฟฟ้า (mV) จากโพรบ (ค่าจากวงจร A/D)

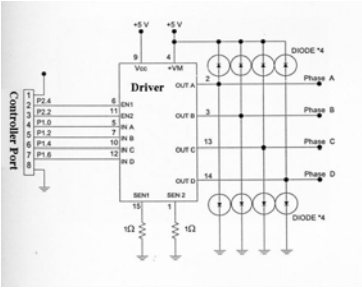
P_1 และ P_2 คือ พารามิเตอร์ที่เปลี่ยนค่าไปตามอุณหภูมิ โดยคำนวณหาได้จากสมการชดเชยอุณหภูมิ

นำความสัมพันธ์ที่ได้จากทั้งสามสมการ ไปโปรแกรมการทำงานให้กับระบบควบคุมและประมวลผล

3.1.2 การออกแบบระบบทางกลสำหรับขับเคลื่อนโพรบ

ประกอบด้วย ชุดวงจรขับ (Driver) , สเต็บปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) และ ชุดเกียร์สไลด์ (Gear slide)

1) วงจรขับ (Driver) โดยการกระตุ้นเฟสแบบ ฟูลสเต็ป 2 เฟส ด้วยการจ่ายกระแสให้กับขดลวด ABCD ของมอเตอร์ 2 ขดพร้อมๆ กันไป ดังนี้ Step1 “1001” , Step2 “1010” , Step3 “0110” , Step4 “0101” โดยส่งค่าสถานะลอจิก “1” ให้กับวงจรขับ การกระตุ้นแบบนี้จะช่วยให้มีแรงบิดมากกว่า



รูปที่ 2 วงจรขับ Stepping Mortot แบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

2) สเต็บปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีพิกัดแรงดัน ไฟฟ้า 5 Vdc พิกัดกระแสไฟฟ้า 2 A ให้กำลังงานไฟฟ้า 10 Watt ดังรูปที่ 3(ก)

3) ชุดเกียร์สไลด์ (Gear Slide) เป็นอุปกรณ์ที่รับกำลังจากการหมุนของสเต็บปิ้งมอเตอร์ เพื่อดึงแกนสไลด์ให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ การขับเคลื่อนโพรบวัดปริมาณออกซิเจนทำได้โดยการติดตั้งเข้ากับแกนสไลด์ ดังรูปที่ 3(ข)

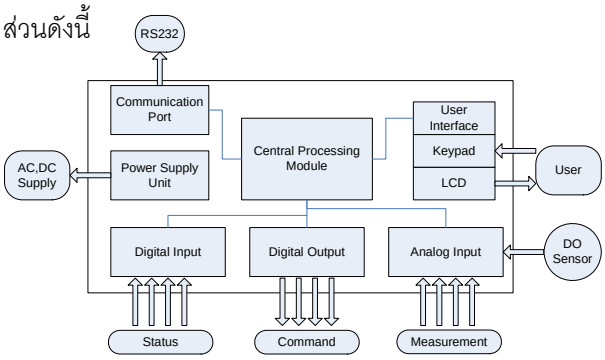
ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบทางกลสำหรับขับเคลื่อนโพรบที่ติดตั้งบนโครงยึดแล้วเสร็จ แสดงดังรูปที่ 3(ค)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3 ระบบทางกลสำหรับขับเคลื่อนโพรบ

3.2 ระบบควบคุมและประมวลผล

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบควบคุมและประมวลผล โดยมีโครงสร้างของระบบดังรูปที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยวงจรย่อย 7 ส่วนดังนี้



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมและประมวลผล

3.2.1 Central Processing Module (CPM) ทำหน้าที่ประมวลผล และควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) PIC18F458 [6] ซึ่งมีจำนวน Input/Output (I/O) เพียงพอในการใช้งาน มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) ขนาด 10 บิตภายในตัว และมีความเร็วในการทำงานสูงสุด 40 MHz

3.2.2 Digital Input (DI) ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุต แสดงสถานะการ ทำงานของอุปกรณ์ ต่างๆ ในระบบ ได้จำนวน 8 อินพุต โดยออกแบบเป็นลักษณะ Isolated Input สามารถรับแรงดันอินพุตได้ในช่วง 12-24 Vdc และ Isolation Voltage ทางสัญญาณอินพุตที่ทำให้วงจรในส่วนต่างๆ ชำรุดเสียหายได้ 5 kVrms

3.2.3 Digital Output (DO) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ต่างๆ ในระบบโดยออกแบบไว้จำนวน 5 เอาท์พุต

3.2.4 Analog Input (AI) ทำหน้าที่รับสัญญาณ แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตจาก DO Sensors และปรับแต่งสัญญาณส่งให้วงจร A/D ของระบบควบคุมและประมวลผล

3.2.5 User Interface (UI) ประกอบด้วยจอ LCD ทำหน้าที่สำหรับแสดงผลต่างๆ ได้แก่ ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ,สถานะการทำงานของอุปกรณ์ และ แผงปุ่มกด (key pad) ใช้สำหรับเลือกโหมดการแสดงผล และพิมพ์คำสั่งเพื่อตั้งค่า (setting) การทำงานของระบบ

3.2.6 Communication Port ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับระบบอื่นๆ เช่น ชุดโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านพอร์ต RS232 จำนวน 1 พอร์ต

3.2.7 Power Supply Unit (PSU) วงจรจ่ายไฟฟ้าให้กับส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมและประมวลผล โดยออกแบบให้สามารถรับพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ จากระบบแปลงผันพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ หรือจากแหล่งจ่ายไฟ 220 Vac ทั่วไป

อินพุตและเอาท์พุตของระบบสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่

อินพุต : เครื่องตีน้ำเปิด/ปิด, โพรบตำแหน่งวัด/ตำแหน่งเก็บ และค่า Dissolved Oxygen

เอาท์พุต : คำสั่งเปิด/ปิด เครื่องตีน้ำ, คำสั่งเลื่อนโพรบไปตำแหน่งวัด / เก็บ และส่งสัญญาณแจ้งเตือน

3.3 ระบบเครื่องกลเติมอากาศในน้ำ

เครื่องมือที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบการใช้งานที่ได้รับความนิยมและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายได้แก่ เครื่องกลเติมอากาศในน้ำแบบมอเตอร์ไฟฟ้า มีหลักการทำงานโดยใช้ใบพัดตีน้ำทำให้เกิดการเติมอากาศในแนวระนาบเป็นบริเวณกว้าง เหมาะสำหรับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความลึกไม่มากนัก [1] สำหรับงานวิจัยนี้จะทดลองใช้กับเครื่องกลเติมอากาศในน้ำขนาดเล็กที่สุด ซึ่งมีพิกัดกำลังไฟฟ้า 2 แรงม้า (HP)

4. การทดสอบการใช้งาน

โดยทดสอบระบบแต่ละส่วน มีขั้นตอนและผลทดสอบดังนี้

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ เรียงลำดับดังนี้

4.1.1 ทดสอบการวัดค่า DO

4.1.2 ทดสอบการทำงานของระบบ

4.1.3 นำไปใช้งานจริงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ พร้อมติดตั้งใช้งานร่วมกับ เครื่องกลเติมอากาศ และระบบแปลงผันพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

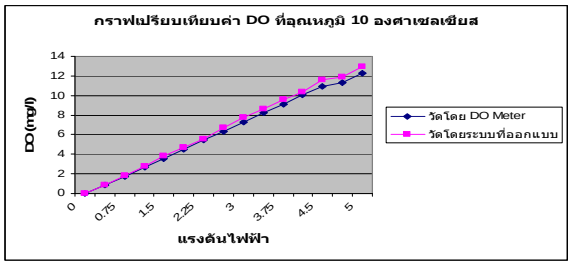
4.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

การทดสอบในขั้นตอนที่ 4.1.1โดยการเปรียบเทียบค่า DO ที่วัดได้จากระบบของงานวิจัย กับค่าที่วัดโดย DO Meter รุ่น CyberScan DO110 ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

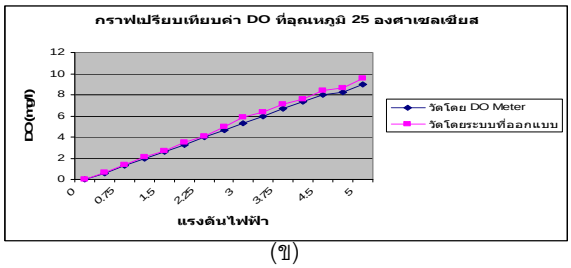
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่า DO ที่วัดได้จากระบบที่ออกแบบ กับ DO Meter ที่อุณหภูมิต่างๆ

แรงดันไฟฟ้าจากหัวโพรบจำลอง (mV)	แรงดันไฟฟ้าที่ผ่านวงจรขยายแล้ว (V)	DO (mg/l) ที่อุณหภูมิต่างๆ วัดโดย DO Meter			DO (mg/l) ที่อุณหภูมิต่างๆ วัดโดย ระบบที่ออกแบบ		
		10 ˚C	25 ˚C	50 ˚C	10 ˚C	25 ˚C	50 ˚C
0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.38	0.82	0.6	0.4	0.91	0.63	0.46
6	0.75	1.74	1.27	0.85	1.83	1.37	0.97
9	1.13	2.66	1.95	1.3	2.79	2.12	1.44
12	1.5	3.59	2.62	1.76	3.87	2.69	2.05
15	1.88	4.52	3.29	2.20	4.66	3.51	2.50
18	2.25	5.45	3.97	2.65	5.52	4.07	3.05
21	2.63	6.36	4.64	3.09	6.68	4.99	3.57
24	3.00	7.30	5.34	3.54	7.81	5.87	3.98
27	3.38	8.20	6.00	3.99	8.67	6.40	4.53
30	3.75	9.13	6.66	4.44	9.59	7.07	5.11
33	4.13	10.04	7.35	4.88	10.32	7.62	5.51
36	4.5	10.97	8.02	5.33	11.57	8.42	6.03
37	4.63	11.29	8.25	5.49	11.88	8.66	6.39
40	5.00	12.3	9.01	5.98	12.94	9.58	6.78

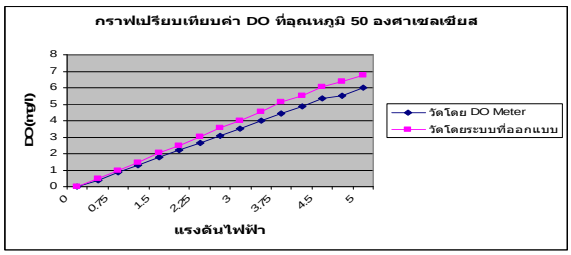
ผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 3 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 และ 25 องศาเซลเซียส ค่า DO ที่วัดได้โดยระบบที่ออกแบบ กับค่าที่วัดได้โดย DO Meter มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมี ค่าผิดพลาดเฉลี่ย 5.34 % และ 5.98 % ดังกราฟเปรียบเทียบค่า แสดงในรูปที่ 5(ก) และ 5(ข) ตามลำดับ ส่วนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 14.10 % ดังกราฟเปรียบเทียบค่า แสดงในรูปที่ 5(ค)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบค่า DO ที่วัดได้จากระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติกับค่าที่วัดได้จาก DO Meter ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ซึ่งค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้น สาเหตุหลักน่าจะมาจากสมการชดเชยอุณหภูมิ เพราะในการวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 3 ค่าคือ 10, 25 และ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่อง Signal Generator ถ้าสามารถทดสอบที่อุณหภูมิต่างกันได้มากกว่านี้ โดยผู้วิจัยจะทำการทดสอบเพิ่มเติมที่อุณหภูมิ 5, 10, 15,....50 องศาเซลเซียส จำนวน 10 ช่วงอุณหภูมิ และใช้โปรแกรม MATLAB คำนวณหา Curve Fitting ก็จะได้สมการชดเชยอุณหภูมิใหม่ ที่ทำให้ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ วัดค่า DO ได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สำหรับผลการทดสอบการทำงานข้อ 4.12 พบว่าสามารถสั่งการทำงานของระบบทางกลสำหรับขับเคลื่อนโพรบ และมีสัญญาณเอาท์พุตที่ไปสั่งเครื่องกลเติมอากาศให้ทำงาน และบันทึกค่า DO พร้อมวันเวลาได้อย่างถูกต้อง

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบการใช้งานในข้อ 4 พบว่า ระบบที่ออกแบบสามารถวัดค่า DO รวมทั้งชดเชยผลของอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องในระดับหนึ่ง และทำตามฟังก์ชันการทำงาน ที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง

แนวทางการพัฒนาต่อไปคือ ทำการทดสอบเพิ่มเติมที่ค่าอุณหภูมิอื่นจำนวน 10 ค่า เพื่อปรับปรุงแก้ไข ให้ระบบวัดค่า DO ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้งานจริงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ พร้อมการติดตั้งใช้งานร่วมกับ เครื่องกลเติมอากาศในน้ำ และระบบแปลงผันพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม ประธานกรรมการที่ปรึกษางานวิจัย ที่หาทุนสำหรับทำการวิจัย รวมถึงให้คำแนะนำในทุกเรื่อง ขอขอบพระคุณ อ.ดร.ดุสิต ธนเพทาย และ บริษัท WorldWideTradeThai จำกัด ที่ให้ยืมใช้เครื่องมือในการทดลอง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์คณะวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ได้สั่งสอน อบรมและให้ความรู้ สุดท้ายขอขอบคุณผู้ที่ให้ข้อมูล คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่ง ต่องานวิจัยนี้ ทุกท่าน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] เฉิดฉัน อมาตยกุล, วัฒนะ ลีลาภัทร, สุรางค์ สุมโนจิตราภรณ์. 2538. **การเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กองประมงน้ำจืด. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

[2] Takashi Kenjo, Akira Sugawara. 1994. **Stepping motors and their microprocessor Controls**. Oxford : Clarendon Press.

[3] ประพนธ์ ฟักอินทร์. 2548. **ระบบเตือนภัยการขาดออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้งานงานจากเซลล์แสงอาทิตย์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

[4] คู่มือการใช้เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รุ่น DO110 . บริษัท Worldwidetradethai จำกัด, นครปฐม. เข้าถึงได้จาก : www.worldwidetradethai.com .

[5] รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์.2543. **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์**. สำนักพิมพ์อินโฟเพรส, กรุงเทพฯ

[6] คู่มือการใช้งานและการโปรแกรม Microcontroller เบอร์ PIC18F458. เข้าถึงได้จาก : www.microchip.com .

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาซอฟต์แวร์เอเจนท์สำหรับระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา

Development of Software Agent for Epidemiological Surveillance Alert System

นายวชิราวุธ ธรรมวิเศษ
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
twachi@kku.ac.th

นพ.เกรียงศักดิ์ เวทีวุฒาจารย์
มูลนิธิพัฒนาเครือข่ายเอดส์
สำนักงานภาคอีสาน
kriangsak_v@yahoo.com

นายวีระ ระวีกุล
รินระวีคลินิก ขอนแก่น
v_raveekul@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้แนวคิดของซอฟต์แวร์เอเจนต์สำหรับติดตั้งในโรงพยาบาล และ สถานีอนามัย ให้ทำหน้าที่ในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นด้านระบาดวิทยา ได้แก่ การวินิจฉัยโรค ข้อมูลผู้ป่วย วันเวลา สถานที่ที่เกิดโรค จากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลและส่งข้อมูลมารวมกันที่ฐานข้อมูลกลางผ่านอินเตอร์เน็ตโดยอัตโนมัติ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา โดยเลือกโรงพยาบาลและสถานีอนามัยในพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภู และ จังหวัดหนองคาย เป็นพื้นที่นำร่องสำหรับทดลองใช้โปรแกรม ซึ่งจากการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมร่วมกับผู้ใช้ในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีจุดเด่นที่การทำงานแบบอัตโนมัติ ไม่รบกวนการให้บริการของสถานพยาบาล และ ไม่เป็นภาระกับผู้ปฏิบัติงาน ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทางระบาดวิทยาจากสถานบริการสุขภาพจะถูกส่งมายังฐานข้อมูลกลางอย่างต่อเนื่องทำให้ได้ระบบเฝ้าระวังโรคที่ทันเวลา และมีข้อมูลที่ครบถ้วนมากขึ้น

Abstract

This research aims to develop software using the concept of software agent for installing in the health services system in order to search, copy and transfer epidemiological data; e.g. variables related to time, place and persons automatically from the information database of the health services units to the database center via internet for epidemiological surveillance purpose. All hospitals and health centers in Nongbualamphu and Nongkhai province are selected as the pilot operating areas. With the good cooperation among research members in developing, modifying programs and continuous collaboration from users, the programs has yielded its satisfactory outcomes; e.g. it works automatically without any addition work burden or disturbing the routine works of the users. The epidemiological data from health services units have been transferred timely with higher coverage.

คำสำคัญ

Software Agent, Epidemiological, Web Service

1. บทนำ

ระบบเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยานับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะได้มาซึ่งข้อมูล เกี่ยวกับโรคและปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเกิดโรค เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์สถานการณ์ ทำนายแนวโน้ม รวมทั้งวางแผนการแก้ไขปัญหาต่อไปได้ ระบบเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยาที่ดี จะต้องมีข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน ทันเวลา และต้องมีกิจกรรมสอบสวนค้นหาสาเหตุการเกิดโรค รวมทั้งควบคุมการระบาดของโรคไปพร้อมกัน [1] คณะผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น(สคร.6) กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข โดยความร่วมมือของภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำนักงานสาธารณสุขหนองบัวลำภู และ WHO Thailand ได้ทำการวิจัยและพัฒนาพัฒนาชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อว่า ระบบ BIS-Alert (Bottom up IT based Surveillance Alert System) เพื่อทำหน้าที่ในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลการเกิดโรค ข้อมูลผู้ป่วย วันเวลา สถานที่ จากฐานข้อมูลเวชระเบียนในระบบบริการสุขภาพอย่างอัตโนมัติ ครอบคลุมทุกโรคที่ตรวจพบโดยไม่รบกวนการปฏิบัติงานปกติ หน่วยงานเจ้าของข้อมูลสามารถกำหนดให้แสดงโรคหรือกลุ่มโรคที่อยู่ในข่ายการเฝ้าระวังเองได้ กำหนดให้ระบบส่งเสียงเตือนเมื่อพบโรคสำคัญใด

ก็ได้ที่ต้องการเฝ้าระวังเป็นกรณีพิเศษ หรือต้องการให้ทีมเฝ้าระวังสอบสวนเคลื่อนที่เร็ว (SRRT) ทำการสอบสวนในทันทีได้ ซึ่งช่วยให้หน่วยงานที่เข้าร่วมดำเนินงานโครงการหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า ในฐานะคู่สัญญาของหน่วยบริการปฐมภูมิ (Contracting Unit for Primary Care: CUP) มีระบบเฝ้าระวังที่เป็นของตนเอง ที่มีข้อมูลที่สะท้อนปัญหาสุขภาพในพื้นที่รับผิดชอบอย่างแท้จริง สามารถใช้ในการวิเคราะห์ แปลผล และวางแผนแก้ไขปัญหาสุขภาพในพื้นที่รับผิดชอบได้เป็นไปด้วยความรวดเร็ว งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ให้รวบรวมข้อมูลและทำรายงานอัตโนมัติ ช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและลดภาระงานให้แก่เจ้าหน้าที่ได้มากและยังเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นสูง ที่ผู้ใช้สามารถกำหนด/ปรับเปลี่ยนโรคที่ต้องการเฝ้าระวัง โรคที่ต้องการให้ส่งสัญญาณเตือนภัย และรายงานให้กับหน่วยเหนือตามรูปแบบใด ๆ ตามที่กำหนดได้

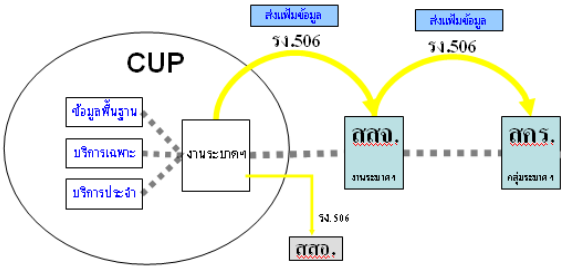
2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ประเทศไทยมีระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 [3] โดยเนื้อหาข้อมูลที่ต้องรายงานที่ถูกกำหนดผู้เชี่ยวชาญส่วนกลางแล้วสั่งการให้หน่วยงานต่าง ๆ ทุกระดับในระบบบริการสุขภาพส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ส่วนกลาง ซึ่งถือปฏิบัติเป็นระบบเดียวเหมือนกันทั้งประเทศ เริ่มต้นมีโรคในข่ายการเฝ้าระวัง14 โรค ต่อมาปัจจุบันได้เพิ่ม 81 โรคทำให้เป็นภาระต่อผู้จัดทำรายงาน และ กระทบต่อคุณภาพของข้อมูลในระบบเฝ้าระวังด้วย แม้ว่าปัจจุบันโรงพยาบาลและสถานีอนามัยทุกแห่งมีการใช้ระบบสารสนเทศในการเก็บข้อมูลผู้ป่วย การวินิจฉัยโรค การจ่ายยา การนัดคนไข้ และ การตรวจทางห้องปฏิบัติการอยู่แล้ว และข้อมูลการวินิจฉัยโรคนั้นมีการใช้รหัส International Classification of Diseases หรือ ICD-10 [6] เป็นรหัสกลุ่มอาการโรคสากลที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก แต่ข้อมูลเหล่านี้ถูกใช้ประโยชน์ในการวางแผนป้องกันควบคุมโรคน้อยมาก เพราะโปรแกรมสำหรับโรงพยาบาลส่วนใหญ่ออกแบบมาสำหรับการบริหารโรงพยาบาลและให้บริการผู้ป่วย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างโปรแกรมแบบเอเจนต์ซอฟต์แวร์ ที่เป็นโปรแกรมขนาดเล็กที่สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติให้เข้าไปค้นหาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานทางระบาดวิทยาในระบบฐานข้อมูลของสถานพยาบาล และคัดลอกข้อมูลมาเก็บในฐานข้อมูลของงานระบาดวิทยา หากตรวจพบผู้ป่วยในโรคที่เฝ้าระวังอยู่ก็จะแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบได้ทันที และถ้าติดตั้งโปรแกรมนี้ในโรงพยาบาลทุกแห่งในจังหวัด เพื่อให้ส่งข้อมูลมารวมกันที่ฐานข้อมูลกลางโดยอัตโนมัติทุกวันจะทำให้สามารถทราบสถานการณ์โรคในปัจจุบันของทั้งจังหวัดได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องรอการส่งรายงานแบบเดิม วิธีการนี้ช่วยลดภาระของเจ้าหน้าที่ ทำให้มีเวลาดูแลควบคุมโรคในพื้นที่และหน่วยเหนือก็สามารถได้ข้อมูลที่ครบถ้วนรวดเร็ว แต่ก็พบปัญหาว่าโรงพยาบาลแต่ละแห่งมีการใช้ระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันและไม่สามารถบังคับให้ทุกโรงพยาบาลใช้โปรแกรมเดียวกันได้ ดังนั้นจึงต้องพัฒนาโปรแกรมที่ยืดหยุ่นสามารถใช้ได้กับฐานข้อมูลโรงพยาบาลทุกแบบ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา[1][2]

เป็นระบบสำหรับจัดการข้อมูลเกี่ยวกับโรคและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเกิดโรค เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์สถานการณ์ ทำนายแนวโน้ม รวมทั้งวางแผนการแก้ไขปัญหา ระบบเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยาที่ดี จะต้องมีข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วน ทันเวลา และต้องมีกิจกรรมสอบสวนค้นหาสาเหตุการเกิดโรค รวมทั้งควบคุมการระบาดของโรคไปพร้อม ๆ กัน ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้รูปแบบรายงาน รง.506 ในการรายงานการเกิดโรค และ ใช้โปรแกรม R506[7] ที่พัฒนาโดยสำนักระบาดวิทยา เพื่อให้เจ้าหน้าที่ป้อนข้อมูลและส่งข้อมูลเป็นไฟล์ผ่านทางแผ่นดิสเกต และ ทาง Email



รูปที่ 1 การรวบรวมข้อมูลของระบบเฝ้าระวังโรค

3.2 Software Agent [4]

ซอฟต์แวร์เอเจนท์ เป็นแนวคิดในการสร้างโปรแกรมให้ทำหน้าที่แทนผู้ใช้ในการทำงานต่างๆ โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ช่วยให้การประมวลผลและการสื่อสารให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ ซึ่งการที่จะทำงานแทนผู้ใช้ได้ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความฉลาดของระบบซอฟต์แวร์เอเจนท์เอง ดังนั้นการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์เอเจนท์จึงไม่ใช่แค่การเขียนโปรแกรมธรรมดาแต่ต้องเป็นโปรแกรมฉลาดพอที่จะทำงานแทนผู้ใช้ได้ ในงานวิจัยนี้ใช้แนวคิดนี้ในการสร้างโปรแกรมให้มีการทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อลดภาระให้กับผู้ใช้

3.3 ระบบสารสนเทศสำหรับโรงพยาบาล

ประเทศไทยมีการพัฒนาระบบสารสนเทศในจัดการข้อมูลของโรงพยาบาลมาเป็นเวลานานและมีความหลากหลายมาก จากการสำรวจเฉพาะในพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดหนองคาย พบโปรแกรมสารสนเทศสำหรับโรงพยาบาลถึง 6 โปรแกรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โปรแกรมสำหรับงานโรงพยาบาล

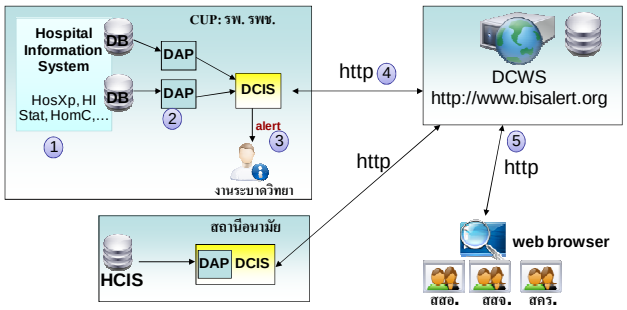
ชื่อโปรแกรม	ระบบปฏิบัติการ	ฐานข้อมูล
HI	DOS (Netware)	Foxpro
STAT	DOS (Netware)	Foxpro
HomC	Windows	MSSQL
รพ.กล้วยน้ำไท	Windows	DB2
HosXP[5]	Windows	MySQL
HCIS (สถานีอนามัย)	Windows	Access

การที่จะรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีความหลากหลายจึงต้องสร้างโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสามารถกำหนดวิธีการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบต่างๆได้

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

การออกแบบระบบจะแบ่งโปรแกรมเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1.DAP:Disease Agent Program 2.DCIS:Disease Control Information System 3.DCWS: Data Center Web Service



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบ

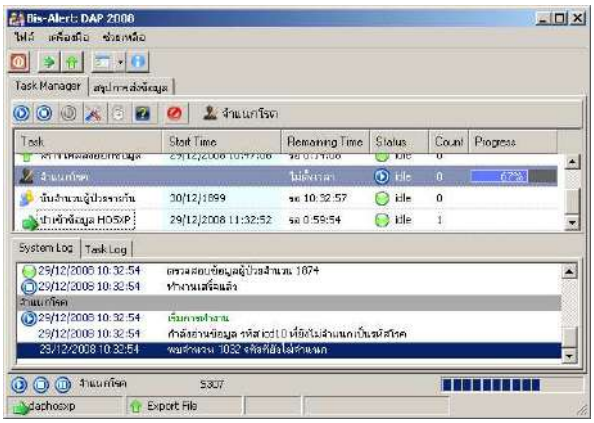
DAP และ DCIS จะติดตั้งที่โรงพยาบาลและสถานีอนามัยมีการทำงานดังรูปที่ 2 (1)ข้อมูลผู้ป่วยจะถูกบันทึกในฐานข้อมูลของโปรแกรมปกติของสถานพยาบาล (2) DAP ทำงานในแบบซอฟต์แวร์เอเจนต์ รวบรวมข้อมูลระบาดวิทยามาเก็บในฐานข้อมูลของ DCIS (3) DCIS วิเคราะห์ข้อมูลแสดงผล และเฝ้าระวังโรคให้กับเจ้าหน้าที่งานระบาดวิทยา (4) ข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่ฐานข้อมูลกลาง DCWS ผ่านทางอินเตอร์เน็ต(HTTP) โดยอัตโนมัติ (5) โปรแกรม DCWS ทำการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูล แสดงรายงานทางสถิติต่างๆ ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านทางเว็บไซต์ สรุปโดยภาพรวมเมื่อเราติดตั้งโปรแกรม DAP/DCIS ในโรงพยาบาลและสถานีอนามัยครบทุกแห่งเราก็จะได้สถานการณ์โรคของทั้งพื้นที่

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 โปรแกรม DAP

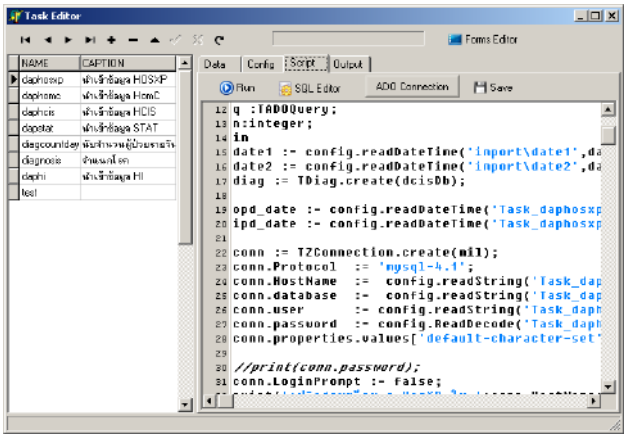
DAP ทำหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ซึ่งระบบของโรงพยาบาลนั้นมีความซับซ้อนและ มีข้อมูลจำนวนมาก เราจึงออกแบบให้ DAP ทำงานในลักษณะของซอฟต์แวร์เอเจนต์ การติดตั้งโปรแกรมครั้งแรกผู้ใช้จะต้องตั้งค่าข้อมูลที่จำเป็นในการติดต่อกับฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ซึ่งฐานข้อมูลแต่ละประเภทจะมีการตั้งค่าที่แตกต่างกันไปหลังจากนั้นโปรแกรมจะทำงานต่อโดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เปิดเครื่อง การพัฒนาโปรแกรม DAP เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Delphi และ ใช้ FireBird เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล การติดตั้งเราสามารถรัน DAP เป็นอิสระ หรือ รัน DAP ให้เป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรม DCIS ก็ได้

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 3 หน้าจอของโปรแกรม DAP

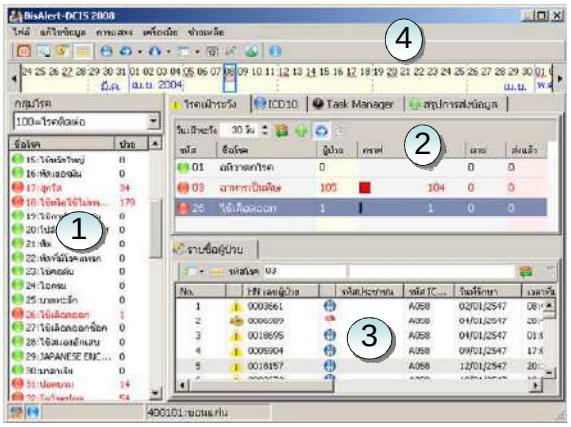
รูปแบบการทำงานเมื่อผู้ใช้เปิดเครื่อง DAP จะรันโดยอัตโนมัติและซ่อนอยู่เบื้องหลัง ผู้ใช้สามารถเรียกหน้าจอของโปรแกรม DAP เพื่อดูสถานะของโปรแกรม กระบวนการทำงานของ DAP จะถูกแบ่งเป็นงานย่อยๆ เรียกว่า Task โดยแต่ละ Task จะถูกตั้งเวลาให้ทำงานโดยอัตโนมัติได้ และเพื่อให้ DAP มีความยืดหยุ่นสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานได้โดยไม่ต้องคอมไพล์โปรแกรมใหม่เพราะระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาลมีการพัฒนาตลอดเวลา ดังนั้นส่วนของ Task จะเขียนด้วยภาษา Pascal Script ดังรูปที่ 4 แต่เพื่อความปลอดภัยส่วน Task Editor นี้จะให้สิทธิในการแก้ไขเฉพาะผู้พัฒนาโปรแกรม



รูปที่ 4 หน้าจอ Task Editor

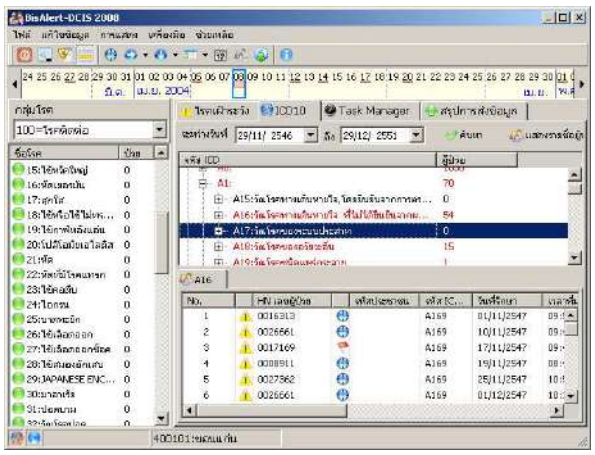
4.2.2 โปรแกรม DCIS

DCIS พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Delphi และใช้ฐานข้อมูลเดียวกันกับโปรแกรม DAP ซึ่ง DCIS จะทำหน้าที่นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เฝ้าระวังโรค และ ติดต่อกับ DCWS เพื่อส่งข้อมูล



รูปที่ 5 หน้าจอโปรแกรม DCIS

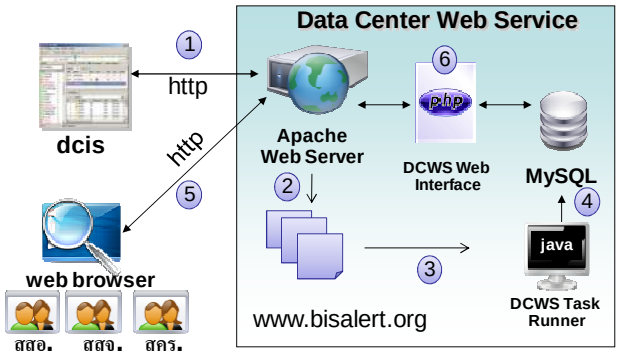
การออกแบบโปรแกรม DCIS มีหน้าจอดังรูปที่ 5 ส่วนที่ 1 แสดงรายชื่อโรคและจำนวนผู้ป่วย ส่วนที่ 2 แสดงโรคที่ต้องการเฝ้าระวัง(เมื่อพบผู้ป่วยใหม่จะมีการส่งเสียงเตือน) ส่วนที่ 3 สำหรับแสดงรายชื่อผู้ป่วย ส่วนที่ 4 แสดงเส้นเวลาของจำนวนผู้ป่วยในแต่ละวัน นอกจากนี้ยังมีแถบ ICD10 ที่แสดงจำนวนผู้ป่วยตามรหัส ICD10 ในรูปแบบของโครงสร้างแบบต้นไม้



รูปที่ 6 หน้าจอ DCIS แถบ ICD10

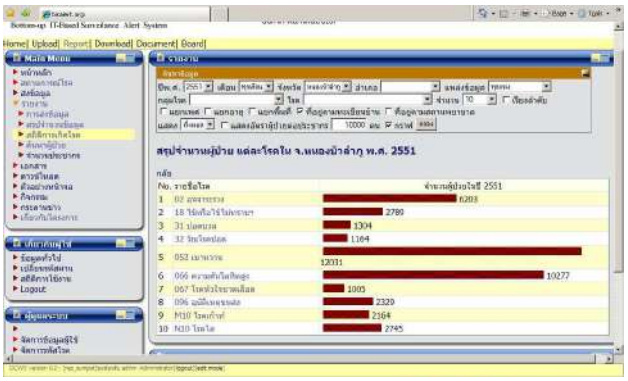
ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงโรคที่สนใจได้ครอบคลุมทุกโรคอย่างสะดวกรวดเร็ว โปรแกรม DCIS สามารถรัน DAP ไว้ภายในได้ ซึ่งในรูปที่ 5,6 จะเห็นแถบของโปรแกรม DAP อยู่ด้วย ซึ่งการออกแบบให้ DCIS และ DAP ทำงานในโปรแกรมเดียวกัน เนื่องจากในบางโรงพยาบาลสามารถติดตั้ง DCIS และ DAP ในเครื่องเดียวกัน ดังนั้นถ้ารวมทั้ง 2 ตัวเป็นโปรแกรมเดียวกัน จะทำให้ลดการใช้งานซีพียู และ หน่วยความจำลงได้มาก

4.2.3 โปรแกรม DCWS



รูปที่ 7 ภาพรวมของ DCWS

ระบบ DCWS มีการทำงานดังนี้ (1) ไฟล์ข้อมูลจะถูกส่งมาจาก DCIS มาที่ Web Server (2) ไฟล์จะถูกเก็บเข้าคิวไว้ก่อนเพื่อรอประมวลผล (3)DCWS Task Runner เป็นโปรแกรมที่เปิดไว้คอยทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลจากไฟล์ที่อยู่ในคิว (4) ข้อมูลจะถูกประมวลผลเก็บไว้ในฐานข้อมูล MySQL (5) ผู้ใช้เข้าดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ http://www.bisalert.org (6) DCWS Web Interface ที่เขียนด้วยภาษา PHP และ Flash จะใช้ข้อมูลจาก MySQL ที่ประมวลผลแล้วมาแสดงผลเป็นรายงานและกราฟ สรุปเทคนิคที่ใช้ 1) ส่วนแสดงเว็บใช้ PHP, AJAX และ Flash 2) ส่วน Task Runner ใช้ Java 3) Web Server ใช้ Apache 4) ระบบฐานข้อมูลใช้ MySQL



รูปที่ 8 หน้าเว็บแสดงรายงานจำนวนผู้ป่วย

การออกแบบหน้าเว็บจะเน้นความเรียบง่าย สะอาดตา มีการกำหนดสิทธิการเข้าใช้งาน และ มีส่วนแสดงรายงานที่ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลผู้ป่วย ตามเวลา สถานที่ เพศ อายุ แสดงสถิติต่อจำนวนประชากร โดยสามารถแสดงเป็นตาราง และกราฟ โดยที่บนเว็บจะไม่แสดงข้อมูลเฉพาะของผู้ป่วย

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

4.3.1 ข้อจำกัดของโปรแกรม DAP,DCIS

ทำงานได้เฉพาะบนระบบปฏิบัติการ Windows ตั้งแต่ Windows 95 ขึ้นไป และ สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ สำหรับโรงพยาบาลจะต้องติดตั้งในเครื่องที่สามารถเชื่อมต่อ และ ให้สิทธิในการอ่านข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ปัจจุบันสามารถใช้ได้กับระบบงานโรงพยาบาลได้แก่ HI, STAT,HOSXP[5], HOMC และ HCIS แต่สามารถเขียน Script ใน DAP เพิ่มเติมได้เมื่อต้องการนำไปใช้กับโปรแกรมฐานข้อมูลอื่นๆ ข้อจำกัดด้านข้อมูล: ข้อมูลผู้ป่วยที่นำเข้าจะมีเฉพาะข้อมูลประวัติพื้นฐานของผู้ป่วย ข้อมูลการวินิจฉัยโรค ยังไม่สามารถนำเข้าจากห้องปฏิบัติการ และข้อมูลจากคลินิกเฉพาะโรค

4.3.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม DCWS

ต้องติดตั้งบนเครื่องที่ใช้ Apache Web Server และฐานข้อมูล MySQL และสามารถรันโปรแกรม PHP และ Java ได้สำหรับส่วนของเว็บนั้นปัจจุบันใช้งานได้ดีเฉพาะกับโปรแกรม Microsoft Internet Explorer การแสดงผลด้วยโปรแกรมอื่นจะมีการแสดงผลที่ไม่ดีนัก

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรม DCIS/DAP ไปติดตั้งทดสอบจริงในโรงพยาบาล ซึ่งมีระบบปฏิบัติการที่ทดสอบได้แก่ Windows 95, Windows 98, Windows ME , Windows XP และ Windows Vista มีระบบสารสนเทศโรงพยาบาลที่ทดสอบได้แก่ HI, HosXP, HomC, STAT และ HCIS

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผู้วิจัยได้ติดตั้งโปรแกรมที่โรงพยาบาลในจังหวัดหนองคาย 15 แห่ง และ จังหวัดหนองบัวลำภู 7 แห่ง ผลการทดสอบในการติดตั้งโปรแกรมสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี สามารถนำเข้าข้อมูลจากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลและส่งข้อมูลเข้าสู่ DCWS ได้ แต่ในการใช้งานโปรแกรมในช่วงแรกพบข้อผิดพลาดของโปรแกรม ทำให้ทำงานไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดอย่างต่อเนื่อง

จนทำงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบการแสดงข้อมูลการวินิจฉัยโรคที่ผิดเมื่อตรวจสอบพบว่ามีการป้อนข้อมูลรหัสโรค ICD10 ผิดซึ่งก็เป็นข้อดีที่ทำให้โรงพยาบาลจะได้ปรับปรุงข้อมูลในระบบของตนเองให้มีความถูกต้องได้ซึ่ง

ผลการทดสอบการใช้งานเว็บ พบว่า สามารถเปิดได้ด้วยเว็บเบราว์เซอร์ทุกโปรแกรม แต่การแสดงผลจะดีที่สุดกับโปรแกรม Microsoft Internet Explorer เนื่องจากติดปัญหาความเข้ากันได้ของ Java Script

ผลการส่งข้อมูลผู้ป่วยในปี 2551 จังหวัดหนองบัวลำภูติดตั้งโปรแกรมที่โรงพยาบาลทั้งหมด 7 แห่ง มีการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องจำนวน 6 แห่ง รวมข้อมูลผู้ป่วย 430,000 ราย จังหวัดหนองคายติดตั้งโปรแกรมที่โรงพยาบาลทั้งหมด 15 แห่ง มีการส่งข้อมูลต่อเนื่องจำนวน 9 แห่ง รวมข้อมูลผู้ป่วย 500,000 ราย

6. บทสรุป

จากผลวิจัย พบว่าแนวคิดของการใช้ซอฟต์แวร์เอเจนต์ในการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยจากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลนั้นทำให้ได้ระบบเฝ้าระวังโรคที่ทันเวลา และมีข้อมูลที่ครบถ้วนเป็นข้อมูลจริง แต่พบว่ามีโรงพยาบาล 7 แห่ง จากทั้งหมด 22 แห่ง ไม่สามารถใช้งานระบบนี้ได้ เนื่องจากติดปัญหาเรื่องของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต นโยบายด้านความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ ปัญหาของไวรัสคอมพิวเตอร์ และ การขาดความเข้าใจในการใช้โปรแกรม DCIS/DAP ทำให้ไม่สามารถเห็นภาพรวมของทั้งพื้นที่ได้ทั้งหมด ซึ่งการนี้ผู้วิจัยได้มีการจัดสัมมนาและอบรมการใช้งานโปรแกรมเพื่อรับฟังปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน เพื่อจะได้มีการปรับปรุงระบบต่อไป

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

จากแนวคิดนี้เราสามารถรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยและการวินิจฉัยโรคจากโรงพยาบาลได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ในการพัฒนาต่อไปผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยการนำเข้าข้อมูลจากผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ เช่น การตรวจเลือด การตรวจปัสสาวะ และ ข้อมูลจากคลินิกเฉพาะโรคเช่นโรคเบาหวาน โรควัณโรค เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถประสบผลสำเร็จได้ด้วยความสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น (สคร.6) กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข และ WHO Thailand การพัฒนาโปรแกรมจากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การให้ความร่วมมือในการติดตั้งและใช้งานระบบร่วมถึงการให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ จากสำนักงานสาธารณสุขหนองบัวลำภู สำนักงานสาธารณสุขหนองคาย โรงพยาบาลสถานีอนามัย และ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ทุกคน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กองระบาดวิทยา. *คู่มือการดำเนินงานทางระบาดวิทยา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2535.

[2] วันทนีย์ วัฒนสุรกิตต์. *ระบบเฝ้าระวังโรคในจังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบาดวิทยา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2527: 81 – 122.

[3] กาญจนา กาญจนสนิทธ์. *รายงานการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสาธารณสุขมูลฐานเพื่อการบริหารจัดการ: กรณีศึกษาระดับมหภาค*, กองสถิติสาธารณสุข กรุงเทพ. 2532.

[4] Hyacinth S. Nwana. *Software Agent Overview*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.sce.carleton.ca/netmanage/docs/AgentsOverview/ao.html

[5] Bangkok Medical Software. *เกี่ยวกับโปรแกรม HosXP*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://hosxp.net

[6] World Health Organization. *International Classification of Diseases (ICD)*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.who.int/classifications/icd/en/

[7] ลัดดา ลิขิตยิ่งวรา.*คู่มือโปรแกรม 506 v3.08*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://epid.moph.go.th/

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

The *Beacon Tools* for the Analysis of Gene Expression and Its Regulation

Federico Zambelli
Department of Biomolecular Science and Biotechnology
University of Milan, Italy
Federico.zambelli@unimi.it

Matteo Ré
Department of Computer Science
University of Milan, Italy.
matteo.re@unimi.it

Giulio Pavesi
Department of Biomolecular Science and Biotechnology
University of Milan, Italy
giulio.pavesi@unimi.it

ABSTRACT

Bioinformatic tools have become essential for researchers in modern molecular biology and medicine, allowing them to take advantage of the wealth of data currently available. In this article we present the tools developed by the Bioinformatics, Evolution, and Comparative Genomics (Beacon) group at the University of Milano, that provide a computational pipeline for the analysis of gene expression and its regulation. Through dedicated web interfaces users can retrieve expression data for their gene(s) of interest, as well as study their regulation, i.e. identify factors and sequence elements playing a key role for the modulation of their transcription. The tools are available through a dedicated web interface at either http://www.beacon.unimi.it/webtools http://159.149.109.11/webtools

Keywords

Bioinformatics, gene expression, microarray data, transcription factor, transcription factor binding sites.

1. INTRODUCTION

As more and more data become available for the scientific community, bioinformatics tools and methods are bound to play a major role in modern research. In particular, two sources of information are now commonly used in molecular biology: sequence data, and expression data. Genomic sequences can tell researchers where genes are located, while typical microarray based experiments give a picture on when genes are expressed, that is, transcribed into a RNA molecule (which in turn will be translated into a protein), and at which level, that is, measure the quantity of mRNA produced by a gene in any given condition.

Clearly, not all genes are simultaneously expressed at any time in any cell. The complete understanding of the complex mechanisms regulating gene expression is however far from having being reached. In particular transcription is finely modulated by living cells according for example to developmental stage, tissue type, external stimuli, and so on, and malfunctioning in this mechanism often leads to the onset of diseases like cancer. Key players in the regulation of gene transcription are *transcription factors* (TFs), which bind DNA in a sequence-specific fashion, usually in the region immediately preceding the transcription start site (called *promoter*), but also further away from the gene, in distal regulatory regions called *enhancers* or *silencers* for the effect they have on the transcription of the gene. Sites along the DNA bound by TFs are called *transcription factor binding sites* (TFBSs). The combined action of several different TFs allows the transcriptional machinery of the cell to recognize the starting points of genes along the genome and initiate transcription [1].

Since now several full genomic sequences are available, an ideal goal would be being able to annotate not only the gene repertoire on each one, but also all the TFBSs as well as the respective TFs, so to produce a complete picture of where genes are located, when and how much they are expressed, and which are the factors regulating them as well as their binding sites. For this task, bioinformatics tools can provide substantial help. Unfortunately, all sites recognized by a given TF have not to be perfectly identical to be bound. In other words, each TF recognizes a set of short (6-20 nucleotides) and similar short sequence fragments (*oligonucleotides*, or *oligos*). Thus, the reliable computational identification of TFBSs along a genomic sequence is far from being an easy task, and can be considered one of the most challenging and open problems in current computational biology.

2. RELATED WORK

Several databases devoted to gene expression data already exist, from species or condition specific ones to more general repositories like the Gene Expression Omnibus (GEO) maintained by the NCBI. In many cases, however, retrieving and analyzing the data is far from being an immediate task for a researcher not skilled in bioinformatics and statistics. Likewise, regulation of transcription is nowadays studied extensively, but while new approaches and algorithms are introduced almost on a daily basis, it is often very hard to understand the potential and the limitations of the different tools available, and to mine the wealth of existing literature to find out which tool is most suitable for a given analysis.

In our project we had a two-fold goal: first, make the retrieval of expression data and information therein as much immediate as possible, bypassing the need of expert knowledge of databases or involved statistical analyses. On the other hand, we wanted to build a set of different bioinformatic tools allowing researchers to investigate the regulation of their gene(s) of interest simultaneously from different viewpoints, merging and integrating different approaches. All in all, we provide a unique resource that can be used to perform a complete study on the expression of one or more genes and its regulation.

3. *HUNTED*: HUMAN TISSUE EXPRESSION DATABASE

The database interface allows users with little or no knowledge of database query languages or systems, nor any experience in statistical analysis of expression data, to retrieve data for their genes of interest or sets of genes showing similar or specific expression patterns. At the moment, the database includes two major datasets, for the tissue-specific expression of human genes in normal and tumoral cells. The "normal tissue database" contains the data presented in [2], while tumor data was collected by the Expression Project for Oncology (expO) project (https://expo.intgen.org/geo/). These two sources, which are part of an ongoing research project in co-operation with a biomedical company, have been chosen for their reliability and for the fact that data were generated on the same platform, thus allowing for the direct comparison of the expression of genes in normal and in cancer cells.

3.1.1 Retrieving a single gene

Users can query the database for the expression profile of a given gene in either dataset or in both, obtaining a graphical representation of its variation. To assess the tissue specificity of the gene investigated, absolute expression values have been transformed into relative values. Let e_i be the expression level of gene in tissue i, and μ, σ mean and standard deviation of the expression level of the gene across all tissues available. We transformed the expression level e_i into its z-score:

$$z_i = \frac{e_i - \mu}{\sigma}$$

In this way, the specificity of the expression of the gene can be directly assessed: a gene mainly expressed in a given tissue will have a significantly high z-score, and vice versa for a gene not expressed in a tissue. An example is presented in section "Experimental Results".

3.1.2 Retrieving co-expressed genes

A typical analysis performed on expression data is to single out sets of genes which share a similar expression profile, by grouping them into clusters. Several clustering algorithms have been proposed, each one with its pros and cons. In our implementation, we chose instead two simpler approaches.

In the first, coupled with the single gene query option, the interface outputs a list of genes ranked according to the correlation of their expression with the expression of the query gene, that is, by measuring how close their expression profile is. As distance we chose the Pearson correlation coefficient, which is independent of absolute expression values but rather considers the similarity in the variation of expression of two genes in two or more experiments. In this case, thus, users starting with a gene of interest can easily retrieve its "expression neighbors".

The second option we included is to query the database for genes whose (absolute or relative) expression is above or below a given threshold in a given condition. Thus, for example, users can retrieve all genes over- or under-expressed in a given tissue, or for which the expression have the greatest change between normal and tumor tissues. The difference from the first strategy is that in this case the comparison is performed within a single tissue (experiment), rather than on the variation of the expression across all tissues. In either case, users can retrieve a set of genes whose expression is modulated in a similar fashion. Other than providing valuable information by itself, this result leads in turn to the natural question of which are the TFs that are responsible for the common pattern of expression detected.

4. THE TOOLS

As previously described, transcription is modulated by TF binding the DNA in a sequence-specific manner. From a computational viewpoint, the problem is usually tackled in three different ways [3]:

- If available, a descriptor of the binding specificity of a given TF can be used, in order to scan genomic sequences and to predict its binding sites in the proximity (promoter) of one or more genes.
- Promoter sequences from a set of co-regulated genes can be analyzed looking for recurrent similar sequence elements, or motifs: since these genes are co-regulated, the recurrent motifs could represent TFBSs for their common regulators.
- Genome comparisons have shown how, in closely related species like mammals, not only genes tend to be conserved in sequence, but also the sequence elements responsible for their regulation. Thus, for example, a promoter region fragment conserved between human and mouse is likely to be or contain binding sites for TFs regulating the corresponding gene.

All these approaches are usually based on the same underlying principle: redundancy yields information. The sequences investigated should contain similar oligos (likely to be bound by the same TF), and a similar set should be not found if the sequences investigated were

unrelated or picked at random, that is, came from genes with different expression patterns. Our pipeline includes three different tools for this task, each one covering one of the three points outlined above.

4.1 Pscan

The binding specificity to the DNA of TFs can be studied with different lab approaches, from mutagenesis to footprinting to more modern techniques like SELEX and chromatin immunoprecipitation. Several studies of this kind have been published, and the result is that for many TFs of interest we have at our disposal a collection of sites experimentally known to be bound by the TF in vivo or in vitro.

The next logical step is to employ the TFBS collection available for a given TF for building a *descriptor* of its binding specificity on the DNA, that in turn can be used to scan DNA sequences looking for potential novel binding sites. Since TFBSs for the same factor have usually the same size, the most immediate way is to align the sites, in order to determine which nucleotides are favored at each position of the sites. In this way, a *frequency matrix* (or *profile*) can be built, describing the frequency with which each nucleotide appears at each position of the sites available [4]. Figure 1 shows an example, together with the "logo" representation of the matrix that gives an immediate idea on which nucleotides are most conserved at each position of the sites [5]. In turn, the frequency matrix can be used to assess the likelihood, for a given oligo of the same size of the matrix, to be a binding site for the same TF for which the matrix was built. Analogously, a DNA sequence (e.g. a promoter) can be scanned with the matrix looking for oligos that fit it well, likely to be instances of binding sites for the TF.

Although quite naïve (for example, dependencies among the nucleotides of the sites are not modeled), this idea can be very useful in many circumstances, for example when one has put together a set of co-regulated or co-expressed genes. TFs for which "good sites" (according to the corresponding profile) can be found in a statistically significant way in the promoter of the genes are likely to be responsible for their co-expression. The tool we included in our web server, named Pscan, is based exactly on this principle. It takes as input gene identifiers, retrieves automatically the corresponding promoter regions (whose size can be in turn defined by the user), and scans them with the TF profile collections available in specialized databases like JASPAR [6] and TRANSFAC [7].

Sequence analysis is performed by computing for each matrix the best possible score on each promoter sequence (that is, the score of the highest scoring oligo, according to the matrix). Then, for each matrix, mean and standard deviation on the input gene set (the sample) are compared to the mean and standard deviation of the same matrix on the whole promoter set of the organism from

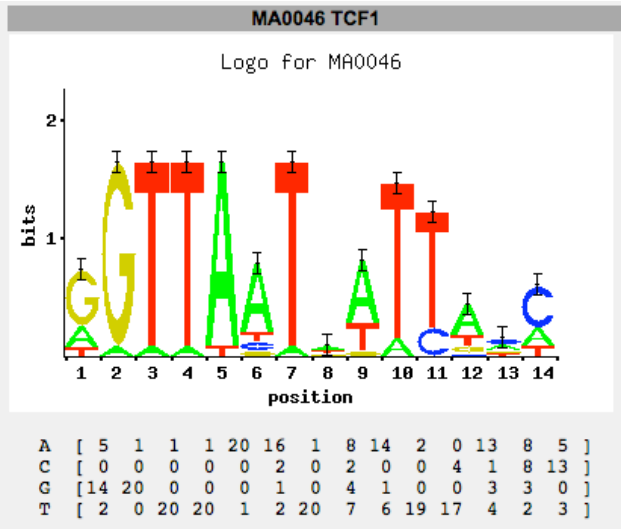


Figure 1. Frequency matrix (profile, bottom) for TF TCF1, retrieved from the JASPAR database [6], and its "Sequence Logo" representation [5].

which the sequences were taken (the universe). The comparison is performed with a z-test, and yields for each matrix available a p-value, representing the probability of obtaining the same result on a set of random genes of the same size of the input set [8]. Standard p-value thresholds for statistical testing (i.e. 0.05 or 0.01) can be employed to single out significant results, that is, TFs for which the matrix has good enough sites in the promoter sequences investigated, candidate to be responsible for the co-expression of the genes.

4.2 Weeder

The number of TFs in the human genome has been estimated to be in the thousands. However, frequency matrices describing TFBSs are available for a limited subset of TFs, since for example the JASPAR database contains less than 100 matrices for mammals and TRANSFAC a few hundreds (many of which redundant, that is, different matrices are available for the same TF, and many not reliable enough, since built with small collections of sites). Discovery of putative regulatory elements can be anyway performed *ab initio*, that is, without resorting to descriptors of the binding specificity of TFs. Given a set of promoters from co-regulated genes, the general idea, as stated before, is to single out one or more sets of oligos similar enough to one another to be considered binding sites for the same TF, and to evaluate whether the same set would appear with the same degree of conservation in a set of sequences picked at random.

Since TFBSs are short and often quite degenerate, the problem formalized in this way is very challenging, independently from the algorithm used for its solution. The tool we include in out pipeline, called Weeder [9], can be however considered as the state of the art in this field [10], and has been used several times many research groups worldwide with good results. The idea is to enumerate all possible oligos of feasible length (6-12 nucleo-

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

tides) and to collect their approximate occurrences in the sequences (allowing a feasible number of substitutions). Then, the algorithm evaluates how likely is each oligo to appear with the same number of occurrences and degree of conservation in a set of random sequences from the same organism [9]. Also in this case, users have only to input the promoter sequences of their genes. Computation takes longer in this case, and the results can be received by e-mail.

4.3 WeederH

WeederH is an algorithm that compares genomic sequences from different species for the discovery of regions conserved by evolution that are likely to play a key functional role. While the latter fact is clearly known for protein-coding regions, it has been discovered how conserved regions can be easily found in non-coding DNA as well. For example, a typical human-rodents comparison of promoter regions can single out conserved TFBSs, or a comparison of whole inter-genic regions can identify conserved elements that can function as distal regulatory elements like transcription enhancers or silencers.

Phylogenetic footprinting, that is, the comparison of non coding DNA regions from different species aimed at the detection of conserved functional elements has thus become a routine technique in modern biology. Several issue are nevertheless still open in algorithm design for this task. In WeederH we introduced a measure of "relative conservation", that is, looks for sequence regions that are significantly more conserved than the surrounding ones. What the program requires as input are sequences of any length from orthologous genes, e.g. the promoters of the genes or the intergenic regions upstream or downstream of the genes [11].

To perform an analysis with WeederH users just have to input two or more orthologous sequences from different species. The program detects putative conserved regulatory elements in a bottom up fashion, that is, first looks for conserved 8-12 base pair sequences, and then tries to combine them into longer elements. "Relative conservation" is measured according to both sequence similarity and position with respect to the gene: the idea in fact is that a functional element should have been preserved by evolution both in sequence (to be bound by the corresponding TFs) and in position, so to arrange spatially the machinery for transcription initiation. The output is a ranked list of the most conserved sequence fragments, as well as whole significantly conserved regions likely to represent silencers or enhancers.

The analysis performed with WeederH can provide useful indications when researchers want to study the regulation of a single gene, and in turn the most conserved regions can be examined for good matches with the profiles available with Pscan. Alternatively, a whole set of genes can be analyzed one by one, and an analysis with Weeder can be performed on "masked" sequences, that is, sequences in which only the most conserved regions are kept (masked sequences are automatically output by WeederH as well). In this way, false positives can be significantly reduced, by limiting the analysis only to those portions which are conserved throughout different species, and thus more likely to play a functional role.

5. EXPERIMENTAL RESULTS

The performance and scope of applicability of the various tools have been discussed in previous articles [8-11]. Here, we illustrate with a working example how their results can be integrated to perform a comprehensive analysis of the expression profile of a given gene as well as its regulation.

The albumin (ALB) human gene encodes a soluble, monomeric protein which comprises about one-half of the blood serum protein. Albumin functions primarily as a carrier protein for steroids, fatty acids, and thyroid hormones and plays a role in stabilizing extracellular fluid volume. Mutations in the ALB gene on chromosome 4 result in various anomalous proteins. Albumin is synthesized in the liver as preproalbumin, which in turn implies that the gene encoding for this protein has a strong liver-specific expression, and in turn has to be regulated by liver-specific transcription factors like hepatocyte nuclear factors. In the following we show how all these pieces of information can be gathered by using our database as well as our tools.

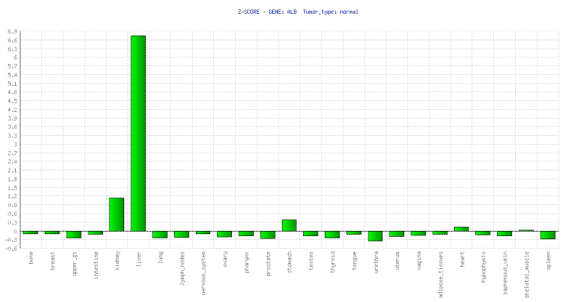
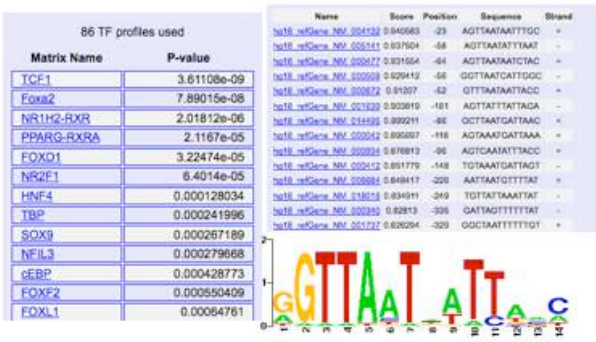


Figure 2 Expression of the albumin gene (z-scores) in human tissues, showing a marked peak in liver cells.

5.1.1 Retrieving Albumin Expression Data

As described before, expression data can be retrieved in two ways. The most straightforward one is to query the database for the ALB gene in normal tissues, which yields the plots shown in Figure 2. ALB shows a marked peak in liver-specific expression (z-score > 6.5). Furthermore, a set of genes with highly similar expression profile (Pearson correlation > .9) can be detected, ideal candidates for a study of factors governing their co-expression, in this case liver-specific expression.

A dual approach, instead, can be to query the database for genes showing liver-specific expression, by retrieving all genes whose expression (z-score) is greater



86 TF profiles used

Matrix Name	P-value
TCF1	3.61108e-09
Foxa2	7.89015e-08
NR1H2-RXR	2.01812e-06
PPARG-RXRA	2.1167e-05
FOXD1	3.22474e-05
NR2F1	6.4014e-05
HNF4	0.000128034
TBP	0.000241996
SOX9	0.000267189
NFIL3	0.000279668
cEBP	0.000428773
FOXF2	0.000550409
FOXL1	0.00064761

Figure 3. Ranking of the highest scoring matrices (left) in the liver-specific gene set, and predicted TFBSs in each promoter for factor TCF1 (HNF1A, top right) and logo representation of the TCF1 binding site (bottom right).

than a given threshold. In this case we would have as a results that albumin ranks among the genes preferentially expressed in liver, and in turn, this set of genes could be singled out for further analysis on their regulation.

5.1.2 Finding TFs and TFBSs regulating albumin

Once a set of genes showing a marked liver-specific expression has been selected, their promoters can be analyzed for binding sites of known TFs with Pscan, or for conserved sequence motifs likely to play a functional role with Weeder and WeederH.

First of all, we submitted to Pscan albumin as well as the set of genes with expression correlation higher than .9, choosing to analyze the region between -450 base pairs to +50 base pairs with respect to the transcription start sites of the genes. The result is shown in Figure 3, with the list of TFs included in the JASPAR database ranked by increasing p-value. At the top of the list we have matrices corresponding to Hepatocyte nuclear factors (TCF1, HNFs, FOX), which are a group of transcription factors expressed predominantly in liver that ensure liver specific expression of their target genes, as well as other factors known to be involved in the regulation of albumin and other liver-specific genes like proliferator activated receptors (PPARs) and retinoid x receptors (RXRs). The low p-value returned by the z-test on these matrices are clear indicators of the significance of the results obtained, as well as of the likelihood of the corresponding TFs to be involved in the regulation of the genes.

On the other hand, the ab initio analysis performed by Weeder on the same set of promoters discovered significantly conserved motifs that resemble closely the ones employed by Pscan, occurring at the same locations. An example is shown in Figure 4, in which it can be clearly seen how the highest scoring motif reported by Weeder (the alignment of the motif instances found, top) is virtually equal to the motif describing the binding specificity of TCF1, the highest scoring matrix reported by Pscan.

The regulation of the albumin gene can be further investigated by comparing it to its orthologues in other species, for example to mouse and rat albumin genes. As described before, WeederH does not limit the analysis to the promoter region, but can be applied to longer sequences spanning whole intergenic regions. Thus, in this case, we not only want to determine which are the most conserved (and most likely to be functional) sites in the promoter (for which Pscan and Weeder already gave good indications), but also to determine whether there exists a conserved region outside the promoter likely to regulate the transcription of the gene as well. As a matter of fact, transcription regulation in metazoa is not limited to promoters, as in yeast and plants, but it often involves sequence regions that can be located at several thousands of base pairs from the gene itself. In literature, a region of this kind, enhancing transcription, has been reported to be located approximately 10,000 base pairs upstream of the albumin transcription start site [12] .

We submitted to WeederH the 25,000 base pairs upstream of the albumin human gene, as well as a region of the same size taken upstream of the albumin orthologous genes of mouse and rat. The bottom up analysis performed by WeederH can be read at different levels. In the promoter region, we could validate the fact that most of the TFBSs predicted by Pscan (for the highest scoring matrices in the z-test) and Weeder in the albumin promoter are actually conserved in mouse and rat, further evidence to the functionality of the sites. At an higher level, the output of WeederH singled out that, apart from the promoter, there exist another evolutionarily conserved region located approximately at -10,000 base pairs from the transcription start site of the gene, in correspondence to the annotated enhancer. If this analysis were performed lacking any information on the existence of distal enhancers, the conserved region detected would be a good candidate for experimental in vivo or in vitro testing.

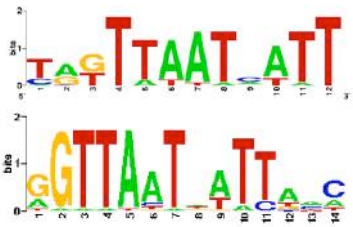


Figure 4. Highest scoring motif output by Weeder on the liver-specific gene promoter set (top) and representation of the binding specificity of TCF1 (bottom).

5.1.3 Results summary

All in all, by applying all tools included in the pipeline we could derive most of the information currently available for the *albumin* gene. More in particular:

1) It has a marked liver-specific expression, and by retrieving a set of genes with similar expression profile we could determine a set of transcription factors potentially able to confer liver-specific expression to genes.

2) Sequence analysis of the promoters yielded sequence motifs that correspond to sites recognized by the TFs identified at the previous step. If this information were not available, we would have identified some of the sequence elements in the genes' promoters fundamental for the regulation of their expression.

3) Most of the TFBSs predicted by Pscan and Weeder in the albumin promoter are conserved in mouse and rat.

4) The albumin gene has a distal regulatory element, that corresponds to a evolutionarily conserved region located about 10,000 base pairs upstream of the transcription start site of the gene. With WeederH we identified a genomic region significantly conserved, likely to play a functional role in its regulation.

Clearly, albumin is a very well studied gene, with an ideal expression profile in a tissue (liver) for which most of the factors involved (as well as several of their binding sites along the genome) have already been identified and characterized. However, it serves as good example of the potential of the tools we present, that can significantly narrow down the scope of the necessary experimental validations that have to be performed to confirm the predictions.

6. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Bioinformatic analysis is a first fundamental step in any modern study in molecular biology. Our gene expression database, as well as the tools for the identification of common regulators and regulatory sequence elements, provide a comprehensive set of instrument that allow researchers to investigate and characterize gene expression and its regulation. Clearly, each of the tools can be used separately: the Weeder algorithm, for example, has been introduced a few years ago, and now it can be considered one of the de facto standards for the identification of conserved sequence motifs. WeederH has been presented last year, and it is gaining more and more users. Pscan and the expression database are the latest additions, that complete the picture and we believe are going to be of great interest for researchers. All the tools are freely available (with downloadable standalone versions) for academic and non-profit users. We are currently considering the possibility of releasing commercial custom-tailored software packages.

The gene expression database is still at an early stage of development, and will be soon augmented with new datasets in human and other species. Furthermore, we are currently testing novel algorithms that bypass the two-step process of gene selection followed by sequence analysis, by integrating in a single approach expression and sequence data. Finally, once every tool has produced its output, the merging of the results is still mostly left to the user. We are currently working on having the web interfaces performing this step in an automated way, so to make the usage of the tools more user-friendly and less prone to human-biased evaluation of the results.

7. REFERENCES

[1] M. Levine and R. Tjian, "Transcription regulation and animal diversity," *Nature*, vol. 424, pp. 147-51, 2003.

[2] R. B. Roth, P. Hevezi, J. Lee, D. Willhite, et al., "Gene expression analyses reveal molecular relationships among 20 regions of the human CNS," *Neurogenetics*, vol. 7, pp. 67-80, 2006.

[3] K. D. MacIsaac and E. Fraenkel, "Practical strategies for discovering regulatory DNA sequence motifs," *PLoS Comput Biol*, vol. 2, pp. e36, 2006.

[4] G. D. Stormo, "DNA binding sites: representation and discovery," *Bioinformatics*, vol. 16, pp. 16-23, 2000.

[5] G. E. Crooks, G. Hon, J. M. Chandonia, and S. E. Brenner, "WebLogo: a sequence logo generator," *Genome Res*, vol. 14, pp. 1188-90, 2004.

[6] A. Sandelin, W. Alkema, P. Engstrom, W. W. Wasserman, et al., "JASPAR: an open-access database for eukaryotic transcription factor binding profiles," *Nucleic Acids Res*, vol. 32, pp. D91-4, 2004.

[7] V. Matys, O. V. Kel-Margoulis, E. Fricke, I. Liebich, et al., "TRANSFAC and its module TRANSCompel: transcriptional gene regulation in eukaryotes," *Nucleic Acids Res*, vol. 34, pp. D108-10, 2006.

[8] G. Pavesi and F. Zambelli, "Prediction of over Represented Transcription Factor Binding Sites in Co-regulated Genes Using Whole Genome Matching Statistics," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4578, pp. 651-658, 2007.

[9] G. Pavesi, P. Mereghetti, G. Mauri, and G. Pesole, "Weeder Web: discovery of transcription factor binding sites in a set of sequences from co-regulated genes," *Nucleic Acids Res*, vol. 32, pp. W199-203, 2004.

[10] M. Tompa, N. Li, T. L. Bailey, G. M. Church, et al., "Assessing computational tools for the discovery of transcription factor binding sites," *Nat Biotechnol*, vol. 23, pp. 137-44, 2005.

[11] G. Pavesi, F. Zambelli, and G. Pesole, "WeederH: an algorithm for finding conserved regulatory motifs and regions in homologous sequences," *BMC Bioinformatics*, vol. 8, pp. 46, 2007.

[12] Y. Kajiyama, J. Tian, and J. Locker, "Characterization of distant enhancers and promoters in the albumin-alpha-fetoprotein locus during active and silenced expression," *J Biol Chem*, vol. 281, pp. 30122-31, 2006.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามและช่วยเหลือผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง

ปริเยศ ทรัพย์สินพันธ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
s_pariyet@hotmail.com

ปรัชญาพร เลี้ยงสุทธิสกนธ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
kani@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การติดตามและควบคุมค่าความดันโลหิตเป็นพื้นฐานในการวินิจฉัยและให้การรักษาผู้ป่วยความดันโลหิตสูง อย่างไรก็ตาม ความวิตกกังวลความเครียดจากการจราจร อาจมีผลกระทบต่อการวัดค่าความดันโลหิตที่โรงพยาบาลก่อนที่จะพบแพทย์ ดังนั้นการติดตามข้อมูลความดันโลหิตขณะที่ผู้ป่วยอยู่ที่บ้านอาจมีประโยชน์สำหรับแพทย์ในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมและเพิ่มคุณภาพในการดูแลผู้ป่วยความดันโลหิตได้ นอกจากนี้ข้อมูลด้านตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย สามารถช่วยให้ศูนย์กู้ภัยให้การรักษาผู้ป่วยที่ต้องการการดูแลในกรณีฉุกเฉิน บทความนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยสองส่วนโดยส่วนแรกคืออุปกรณ์วัดความดันโลหิตอัตโนมัติสำหรับสวมใส่ที่ข้อมือของผู้ป่วย ซึ่งวัดและบันทึกความดันโลหิตตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะเชื่อมต่อกับโมเด็มแบบเซลลูล่าร์ผ่านทางเครือข่ายไร้สาย ค่าความดันโลหิต เวลาที่บันทึก และตำแหน่งของผู้ป่วย จะถูกส่งผ่านไปยังโรงพยาบาลผ่านทางบริการสารสั้น ส่วนที่สองคือซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาล ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วยที่ถูกส่งมา ซอฟต์แวร์สามารถแจ้งเตือนแพทย์ในกรณีค่าความดันโลหิตอยู่ในภาวะวิกฤตเพื่อให้แพทย์ให้การรักษาหรือตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

Abstract

Monitoring and controlling of a blood pressure value is the foundation of diagnosis and treatment of hypertension patients. However, anxiety and stress of traffic might have an impact on a blood pressure value measured at the time of seeing a doctor. Therefore, blood pressure data monitored at home may be useful for a doctor to make an appropriate treatment decision and improve the quality of the care of hypertension patients. In addition, a contribution of patient's location information can assist an emergency medical service center to provide treatment to patients in need of emergency medical care. This paper proposes an application of geographic information system in monitoring hypertension patients. The developed system consists of two components. The first component is an automated blood pressure cuff which periodically measures and records a blood pressure value. The cuff is connected to a cellular modem over wireless network. The blood pressure values, measured time, and patient's location are transmitted to the hospital via the Short Message Service. The second component is computer software installed on a hospital computer which receives and records transmitted patients' information. The software can notify a doctor of a critical blood pressure value in order to take an appropriate treatment.

คำสำคัญ

ความดันโลหิต ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

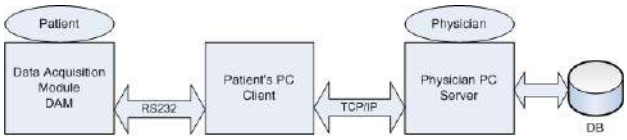
1. บทนำ

โรคความดันโลหิตสูง เป็นโรคที่พบบ่อย มีบุคคลจำนวนมากที่ต้องทุพพลภาพหรือมีชีวิตไม่ยืนยาวเท่าที่ควรเพราะโรคนี้ การควบคุมความดันโลหิต ให้ปกติอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดจากโรคความดันโลหิตสูง เช่น อัมพาตเนื่องจากเส้นเลือดในสมองตีบ แตก หรือหลอดเลือดหัวใจอุดตันลงได้ [1] ดังนั้นโรคความดันโลหิตสูง จำเป็นที่จะต้องมีการดูแลค่าความดันโลหิตที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยปกติการให้การตรวจรักษา ผู้ป่วยต้องเดินทางไปพบแพทย์ ซึ่งระหว่างเดินทางผู้ป่วยอาจเกิดความวิตกกังวลหรือเกิดความเหนื่อยล้าจากการเดินทาง สาเหตุเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อค่าความดันโลหิต เมื่อ

เข้าตรวจวัด ค่าที่ตรวจได้อาจจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงและค่าที่ได้ก็เป็นค่า ณ ขณะนั้นซึ่งแพทย์ไม่สามารถวัดทวนค่าความดันโลหิตก่อนเข้ารับการตรวจ ได้เพียงแค่สัมภาษณ์อาการจากผู้ป่วยเท่านั้น นอกจากนี้ผู้ป่วยบางคนอาจจะบอกอาการไม่ตรงกับความเป็นจริง ส่งผลต่อการวินิจฉัยและเลือกวิธีการรักษาของแพทย์ การวัดค่าความดันโลหิตที่ถูกต้องนั้นควรจะทำการตรวจวัดในขณะที่ผู้ป่วยใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ไม่มีปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการเดินทางหรือความเครียดจากการไปพบแพทย์ หากแพทย์มีข้อมูลความดันโลหิตของผู้ป่วยที่บันทึกไว้ตลอดเวลาก็สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์หาแนวทางในการรักษาได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในกรณีฉุกเฉิน ถ้าสามารถระบุตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย หน่วยกู้ภัยก็สามารถเข้าไปให้ความช่วยเหลือได้ทันท่วงที ซึ่งจะลดความเสี่ยงและการเสียชีวิตจากโรคนี้ได้ บทความนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการติดตามค่าความดันโลหิตของผู้ป่วย โดยในหัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเฝ้าติดตามผู้ป่วย หัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงการออกแบบพัฒนาอุปกรณ์วัดความดันโลหิต และการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลและแสดงตำแหน่งของผู้ป่วย หัวข้อที่ 4 จะแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์และซอฟแวร์ที่พัฒนาขึ้น และหัวข้อที่ 5 เป็นแนวทางการพัฒนาต่อในอนาคต

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการติดตามผลการรักษาผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ต้องอาศัยการตรวจวัดความดันโลหิตที่ถูกต้องและต่อเนื่อง และควรวัดความดันโลหิตเป็นประจำอย่างน้อยเดือนละ 1 – 2 ครั้ง อาจจะวัดเองที่บ้าน หรือขอใช้บริการจากสถานพยาบาลใกล้บ้าน และจดลงสมุดบันทึกเพื่อนำไปให้แพทย์ดูในการตรวจครั้งต่อไป ผู้ป่วยบางรายค่าความดันโลหิตที่วัดที่บ้านจะต่ำกว่าค่าความดันโลหิตที่วัดในสถานพยาบาล ผู้ป่วยกลุ่มนี้ควรมีเครื่องวัดความดันโลหิตคอยวัดเองที่บ้านซึ่งจะช่วยให้แพทย์ประเมินค่าความดันโลหิตได้ดีกว่า [2 - 3] K.M. Alajel และคณะ [4] ได้นำเสนอการติดตามเฝ้าระวังคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางไกลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้แพทย์สามารถดูผลของคลื่นหัวใจของผู้ป่วยได้ตลอดเวลา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามผลการรักษา และประเมินผลการรักษาของผู้ป่วยระหว่างการให้ยาของแพทย์และพัฒนาเครื่องวัดคลื่นหัวใจไฟฟ้าราคาประหยัด

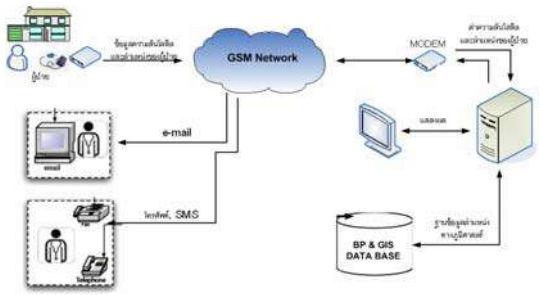


ภาพที่ 2 - 1 ระบบวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านระบบอินเทอร์เน็ต [4]

โดยมีโครงสร้างการทำงานของระบบแสดงในภาพ 2-1 ระบบจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือส่วนของผู้ป่วยและส่วนของแพทย์ ซึ่งเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในส่วนของผู้ป่วยจะมีการเชื่อมต่อเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจและมีการเก็บบันทึกข้อมูลไว้ โดยในส่วนของเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะมีความง่ายในการใช้และปรับค่า เพื่อไม่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สะดวกในการใช้งานสามารถลดผลกระทบที่จะส่งผลต่อคลื่นหัวใจที่วัดในขณะนั้น

3. การออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาซอฟต์แวร์

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามค่าความดันโลหิตของผู้ป่วย มีการออกแบบระบบออกเป็นสองส่วน ดังแสดงในภาพที่ 3-1 โดยส่วนแรกคือ อุปกรณ์วัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ และส่วนที่สองคือ ซอฟต์แวร์ทางด้านโรงพยาบาลซึ่งสามารถแจ้งเตือนและแสดงตำแหน่งของผู้ป่วยในกรณีฉุกเกิน

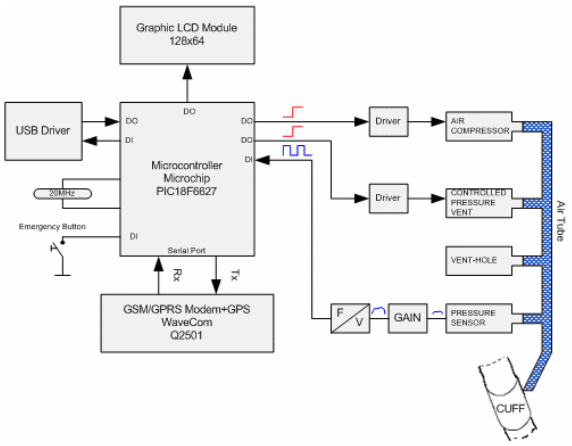


ภาพที่ 3 - 1. องค์ประกอบของระบบ

โดยข้อมูลความดันโลหิตของผู้ป่วยจะถูกเฝ้าติดตามโดยเครื่องวัดความดันโลหิตที่สวมที่ข้อมือของผู้ป่วย ค่าความดันโลหิตจะถูกวัดตามเวลาที่กำหนดไว้ หรือแพทย์อาจสั่งวัดค่าความดันโลหิต ณ เวลาที่ต้องการได้ ข้อมูลความดันโลหิต เวลาที่วัด และตำแหน่งของผู้ป่วยจะถูกส่งกลับไปยังศูนย์การแพทย์หรือโรงพยาบาลที่ให้การรักษาผ่านทางบริการสารสั้นเพื่อทำการจัดเก็บ และแพทย์สามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาอาการของผู้ป่วย เพื่อให้คำแนะนำและการดูแลรักษาได้อย่างเหมาะสม ในกรณีที่ค่าความดันโลหิตสูงหรือต่ำกว่าปกติและผู้ป่วยต้องการการช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน ระบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถระบุตำแหน่งของผู้ป่วย ซึ่งจะทำให้การเข้าถึงและวางแผนการรักษาได้ทันท่วงที และหากผู้ป่วยไม่มีอาการฉุกเฉินใดๆ ข้อมูลที่ถูกส่งกลับไปยังศูนย์การแพทย์ที่ให้การรักษาเพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลสำหรับแพทย์ใช้ในการวินิจฉัยต่อไป

3.1 การออกแบบอุปกรณ์วัดความดันโลหิต

อุปกรณ์วัดค่าความดันโลหิตจะประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมหลักในการสั่งงานให้ทำการอัดอากาศเข้าไปยังสายรัดแขนและนำค่าแรงดันลมที่ได้ไปทำการคำนวณเพื่อหาค่าความดันโลหิต โดยค่าความดันโลหิตมี 2 ค่าคือ ค่าความดันที่เกิดจากการหดรัดตัวของหัวใจห้องล่างด้านซ้าย เพื่อฉีดเลือดออกจากหัวใจ (Systolic) เป็นค่าสูงสุด และค่าความดันที่วัดเมื่อหัวใจห้องล่างด้านซ้ายพัก (Diastolic) เป็นค่าต่ำสุด



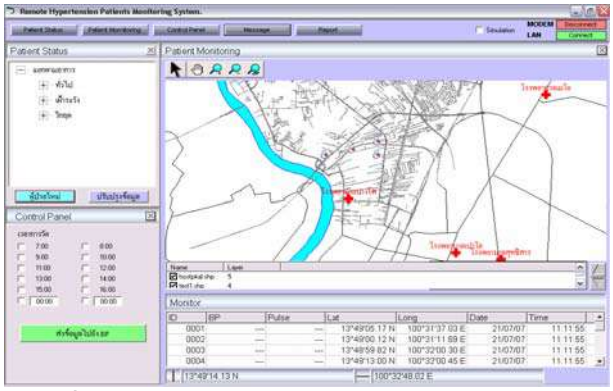
ภาพที่ 3 - 2. การทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ

ค่าความดันโลหิตทั้งสองค่าจะถูกแสดงผลทางจอ LCD และถูกส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สายไปยังโมเด็ม โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการวัดสามารถปรับได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย การทำงานของอุปกรณ์วัดความดันโลหิตได้แสดงในภาพ 3-2

ภาพที่ 3 - 3. โมเด็มสำหรับการรับส่งข้อมูลค่าความดันโลหิต

3.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์

ซอฟแวร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนสำหรับการเชื่อมต่อกับโมเด็มและส่วนสำหรับแสดงตำแหน่งของผู้ป่วยบนแผนที่ ในส่วนการเชื่อมต่อกับโมเด็มนั้นจะเชื่อมต่อผ่านทางผ่านทางพอร์ต USB เพื่อรับค่าข้อมูลแบบอนุกรมเข้ามาประมวลผล ในส่วนของโปรแกรมที่จัดการด้านแผนที่ ได้เลือกใช้โปรแกรม Map Window ดังแสดงในภาพ 3 – 4



ภาพที่ 3 - 4 การประยุกต์ใช้ Map Window ในการแสดงผล

โปรแกรมทางด้านภูมิศาสตร์มีอยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน แต่ละโปรแกรมมีราคาค่อนข้างสูง ในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องการให้ใช้โปรแกรมที่มีลักษณะ Open Source เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนา จึงได้เลือกโปรแกรม Map Window ซึ่งเป็นโปรแกรมในลักษณะของ Open Source และสามาถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย

4. การทดสอบการใช้งาน

ในการทดสอบอุปกรณ์วัดความดันโลหิต และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น ได้มีการแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยการทดสอบอุปกรณ์วัดความดันและการทดสอบการใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

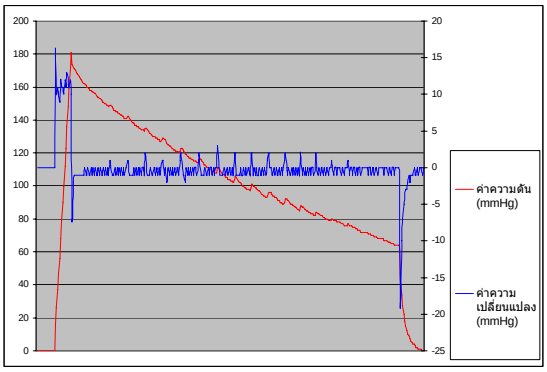
ในการทดสอบอุปกรณ์วัดความดันโลหิต ได้ทดสอบการวัดความดันโลหิตจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ป่วยความดันโลหิต โรงพยาบาลบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรีจำนวน 48 ราย ในส่วนของการทดสอบการใช้งานซอฟต์แวร์ได้ทดสอบโดยการใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ราย

4.2 การทดสอบอุปกรณ์วัดความดัน

ได้แบ่งการทดสอบเป็นสองส่วนคือ การทดสอบการวัดความดันโลหิตจริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยสวมอุปกรณ์วัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติที่ข้อมือของผู้ป่วย ดังแสดงในภาพ 4 – 1 และเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ซึ่งติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อ รับ บันทึก และแสดงค่าความดันโลหิตที่รับมาจากอุปกรณ์วัดความดันโลหิต โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัด ดังแสดงในภาพ 4 – 2 และ 4 – 3

ภาพที่ 4 - 1 การทดสอบอุปกรณ์วัดความดัน

ภาพที่ 4 - 2 โปรแกรมบันทึกค่าความดันจากอุปกรณ์วัดความดัน



ภาพที่ 4 - 3 กราฟแสดงค่าความดันโลหิตที่วัดได้ขณะทำการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบว่าอุปกรณ์สามารถวัดค่าความดันโลหิตได้จริงแล้ว ในส่วนที่สองจะเป็นการเปรียบเทียบค่าความดันโลหิตที่วัดด้วยวิธีการวัดความดันโลหิตแบบธรรมดา (Sphygmomanometer) และค่าความดันโลหิตที่วัดด้วยอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบขึ้น ในการวัดค่าความดันโลหิตแบบธรรมดา พยาบาลจะเป็นผู้ทำการวัดและจดบันทึกค่า จากนั้นให้คนไข้นั่งพักประมาณ 3 – 5 นาทีแล้วจึงทำการวัดอีกครั้งด้วยอุปกรณ์วัดความดันแบบอัตโนมัติ โดยตัวอย่างผลการวัดเปรียบเทียบ ได้แสดงในตาราง 4 – 1

ตารางที่ 4 - 1 ตัวอย่างค่าความดันโลหิตที่วัดด้วยวิธีปกติและด้วยอุปกรณ์วัดอัตโนมัติ

ผู้ทำการทดสอบ	ค่าความดันโลหิต (ช่วงบน/ช่วงล่าง mmHg)		ค่าความผิดพลาด (%)	
	แบบปกติ	แบบอัตโนมัติ	ช่วงบน	ช่วงล่าง
ผู้ป่วยรายที่ 1	120/80	118/75	1.7	6.3
ผู้ป่วยรายที่ 2	140/90	142/92	1.4	2.2
ผู้ป่วยรายที่ 3	130/70	118/68	9.2	2.9
ผู้ป่วยรายที่ 4	105/70	113/72	7.6	2.9
ผู้ป่วยรายที่ 5	150/80	137/86	8.7	7.5

โดยปกติค่าความผิดพลาดในการวัดค่าความดันโลหิตที่ยอมรับได้จะไม่เกินร้อยละ 10 [2] ซึ่งผลการทดสอบพบว่าค่าความผิดพลาดในการวัดความดันโลหิตช่วงบน (Systolic) จากการวัดแบบอัตโนมัติมีค่าเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 4.76 และ ค่าความผิดพลาดในการวัดความดันโลหิตช่วงล่าง (Diastolic) จากการวัดแบบอัตโนมัติมีค่าเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 5.01

4.3 การทดสอบการใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะถูกติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงพยาบาล โดยเริ่มต้นการใช้งานจะต้องลงทะเบียนผู้ป่วยในระบบ การลงทะเบียนต้องป้อนข้อมูลพื้นฐาน เช่น ชื่อ ที่อยู่ ผู้ที่ติดต่อได้ในกรณีฉุกเฉิน และอาการของผู้ป่วยซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ทั่วไป เฝ้าระวัง และวิกฤติ ต่อจากนั้นจะต้องตั้งค่าเวลาในการวัดความดันโลหิต ซึ่งเมื่อถึงเวลาวัดค่าความดันโลหิตที่กำหนดไว้ อุปกรณ์วัดความดันที่อยู่ที่ข้อมือผู้ป่วยจะได้รับคำสั่ง ให้ทำการวัดความดันโลหิตโดยอัตโนมัติและส่งค่าความดันโลหิต เวลา และพิกัดตำแหน่งของผู้ป่วยกลับมายังระบบ ในกรณีที่ค่าความดันโลหิตที่ส่งมามีค่าสูงกว่าปกติติดต่อกัน 2 ช่วงเวลา ระบบจะทำการแจ้งเตือน สาเหตุที่ไม่แจ้งเตือนตั้งแต่ช่วงเวลาแรกนั้นเนื่องจาก ผู้ป่วยอาจดำเนินกิจกรรมบางอย่างที่ส่งผลให้ความดันโลหิตปกติได้เช่น ขึ้นบรรได วิ่งออกกำลังกาย ดังนั้นการวัดในช่วงเวลาที่สองจึงเป็นเหมือนกันตรวจสอบให้แน่ใจอีกครั้งว่าค่าความดันที่ผิดปกตินั้นผิดปกติจริงหรือไม่ ซึ่งผู้รับผิดชอบสามารถติดต่อไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ลงทะเบียนไว้กรณีฉุกเฉิน หรือสามารถส่งข้อความสั้นให้ไปดูแลผู้ป่วยได้และในกรณีที่ผู้ป่วยต้องการความช่วยเหลือเร่งด่วน ตำแหน่งพิกัดสุดท้ายของผู้ป่วย จะช่วยให้เข้าไปช่วยเหลือได้เร็วขึ้นจากการที่ได้ทดลองใช้ระบบพบว่าสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง แต่มีปัญหาในการส่งข้อมูลล่าช้าหรือข้อมูลสูญหายในช่วงที่มีปริมาณการใช้โทรศัพท์หนา แน่นและยังพบว่าสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการรับสัญญาณ จากดาวเทียม GPS ซึ่งใช้ในการคำนวณพิกัดตำแหน่งของผู้ป่วย นอกจากนี้เมื่อถึงเวลาวัดความดันโลหิตที่ได้ตั้งค่าไว้ ผู้ป่วยอาจจะอยู่ในท่าที่ไม่พร้อม คือไม่ได้อยู่ในท่านั่งปกติ วางแขนไว้บนโต๊ะ โดยให้อุปกรณ์วัดความดันโลหิตอยู่ในระดับเดียวกับหัวใจ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าความดันโลหิตได้

5. แนวทางพัฒนาต่อ

อุปกรณ์วัดความดันโลหิตได้ออกแบบ ในลักษณะที่สวมใส่กับข้อมือผู้ป่วย และส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อสามารถติดตามวัดความดันโลหิตได้ในขณะที่ผู้ป่วยทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ตามปกติและไม่ขึ้นกับสถานที่ แต่ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ อาจจะมีการออกแบบให้อุปกรณ์วัดความดันโลหิต สามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายในการส่งสารสั้นได้ นอกจากนี้การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการติดตามผู้ป่วยความดันโลหิต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยที่ต้องการการติดตามการรักษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาผู้ป่วย นอกจากนี้ข้อมูลตำแหน่งของผู้ป่วย ช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งสามารถลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของพยาบาล เจ้าหน้า และผู้ป่วย โรงพยาบาลบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์วัดความดันโลหิต

7. เอกสารอ้างอิง

[1] พีระ บูรณะกิจเจริญ. “โรคความดันโลหิตสูง.” พบแพทย์ศิริราช. [วารสารออนไลน์] จาก http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/

[2] สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. ตำราการตรวจรักษาโรคทั่วไป หลักการวินิจฉัยและรักษาโรค.กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ หมอชาวบ้าน, 2532-2544.

[3] Rogers, A. M., et al. “Home Monitoring Service Improves Mean Arterial Pressure in Patients with Essential Hypertension”, Annals of Internal Medicine, June 5, 2001.

[4] Alajel, K. M., Yosuf, K. B., Ramli, A. R., Ahmed, E. S.Ahmed, “Remote Electrocardiogram Monitoring Based on the Internet”, KMITL Science Journal, Vol. 5, No. 2, January – June 2005.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

ผศ.ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล
นายกรกช ณ นคร
นายณัฐพงศ์ พันธุนะ
นายณัฐพงศ์ รัตนา
นายศุภกร หนูเกื้อ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Nattapong100@gmail.com
birdepe04@hotmail.com
supakorn_nuu@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการออกแบบและสร้างป้ายสัญญาณจราจรโดยการใช้พลังงานธรรมชาติร่วมกัน 2 ชนิดคือพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าลงได้ ภาคประมวลผลจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่วนภาคการแสดงผลจะใช้หลอดไฟวิ่งแอลอีดีติดตั้งบนป้ายตามมาตรฐานของกรมทางหลวงและสามารถมองเห็นได้ไกลไม่ต่ำกว่า 160 เมตร แผงโซล่าเซลล์ผลิตแรงดันจากแสงอาทิตย์ได้เฉลี่ยสูงสุด 26.374 โวลต์ และได้จากชุดกังหันลมที่มีความเร็วสูงสุด 5.5 m/secผลิตแรงดันได้เฉลี่ย 25.96 โวลต์

Abstract

This paper is presented the artificial traffic signs designation by natural energy combination, the both energies is solar and wind energy that will can be also reduced the consumption energy. Processing unit will be processed by microcontroller MCS-51 and resultant will be shown by light emitting diodes (LEDS) screen that was set up with realizes the department of highway's conditions and can see more than 160m, the maximum generated voltage of 26.374 volts by electro voltaic cells and the average voltage 25.96 volts of wind turbines velocity at 5.5 m/s.

คำสำคัญ

พลังงานทดแทน, ป้ายสัญญาณจราจร, เซลล์แสงอาทิตย์, กังหันลม, พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานลม

1. บทนำ

จากทางเลือกของแหล่งพลังงาน แหล่งพลังงานที่สำคัญของโลกส่วนใหญ่ได้มาจากฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ และถ่านหิน เมื่อมีการเติบโตทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐกิจ จึงทำให้การบริโภคพลังงานเป็นไปอย่างมหาศาล ซึ่งคาดว่าแหล่งพลังงานของโลกที่ได้มาจากฟอสซิลดังกล่าวจะมีสำรองให้ใช้ได้อีกไม่เกิน 50 ปี

ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล และ การแปรรูปจากขยะมูลฝอย ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาสู่ปัจจุบัน นับเป็นกระบวนการที่สะอาดและไร้มลภาวะ เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการลงทุน เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน โดยรวมถึงผลกระทบที่อาจมีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยแล้ว นับเป็นพลังงานที่คุ้มค่า มีความยั่งยืน และไม่มีที่สิ้นสุด

จึงทำให้มีแนวคิดว่าจะใช้พลังงานธรรมชาติที่มีอยู่นั้นนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานไฟฟ้าที่ได้จะนำมาชาร์จเข้าแบตเตอร์รี่ เป็นต้น แต่ว่าพลังงานที่ได้จากธรรมชาติก็มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ในขณะที่ไม่มีแสงแดดหรือในเวลากลางคืนก็จะไม่มีพลังงานมาใช้ได้ พลังงานลม ถ้าลมพัดไม่ค่อยแรงมากนักก็จะได้พลังงานน้อย เป็นต้น ทำให้มีแนวคิดที่ว่าจะนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากลมมาใช้ควบคู่กันแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลที่ดีกว่า คือ สามารถมีการเก็บพลังงานได้ตลอดเวลา สามารถมีการเก็บพลังงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นเวลากลางวันหรือเวลากลางคืนทำให้พลังงานที่ได้มีความต่อเนื่อง

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ในปัจจุบันนี้อุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้คนบาดเจ็บและล้มตายมากที่สุด แม้ว่าจะมีการรณรงค์

"เมาไม่ขับ" รวมทั้งการป่าวประกาศเตือนใจต่างๆ แต่อุบัติเหตุก็เกิดขึ้นแทบไม่เว้นแต่ละวัน และบางครั้งก็อาจเกิดจากความประมาททำให้เป็นบ่อเกิดของอุบัติเหตุตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงรุนแรง แต่ก็ไม่เสมอไปบางครั้งอาจเกิดจากปัจจัยเสี่ยงอย่างอื่นที่ไม่ได้เกิดจากความประมาท ยกตัวอย่างเช่น

1. ความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากป้ายจราจรไม่ชัดเจน
2. ความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากไฟถนน
3. ความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากรูปร่างถนน
4. ความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากทัศนวิสัยและระยะการมองเห็น

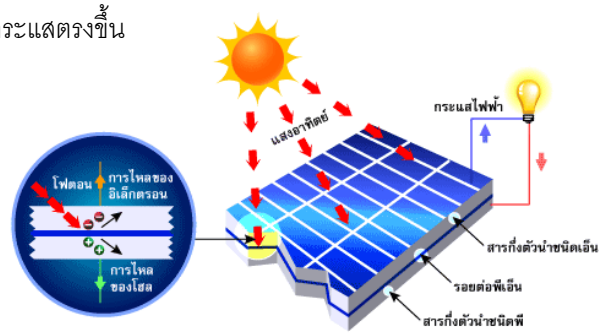
ดังนั้นการที่จะช่วยลดอุบัติเหตุนั้นนอกจาก "เมาไม่ขับ" หรือการไม่ขับรถอย่างประมาทแล้ว ป้ายสัญญาณจราจรหรือป้ายเตือนต่างๆที่อยู่บนท้องถนนก็เป็นส่วนช่วยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะลดอุบัติเหตุลงมาได้ โดยเฉพาะบริเวณทางโค้งจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะอาจจะเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายจากความไม่ชำนาญทางหรือแสงสว่างไม่เพียงพอ

ทำให้ปัญหาของป้ายสัญญาณจราจรที่อยู่บริเวณทางโค้งนั้นเป็นจุดที่เกิดอันตรายได้ง่าย จึงมีแนวคิดที่จะใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติมาเป็นแหล่งกำเนิดแล้วทำเป็นป้ายสัญญาณจราจรที่มีแสงสว่างโดดเด่นขึ้นทำให้เป็นจุดที่สนใจของผู้ขับขี่ สามารถมองเห็นได้ไกลและเห็นได้ในวิสัยทัศน์ที่ไม่ค่อยดี เช่น ฝนตกหนัก มีหมอกลง เป็นต้น อีกทั้งป้ายสัญญาณจราจรที่อยู่บริเวณทางโค้งนี้ยังมีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานอีกด้วยเนื่องจากพลังงานที่นำใช้จะได้มาจากแสงอาทิตย์และลม

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

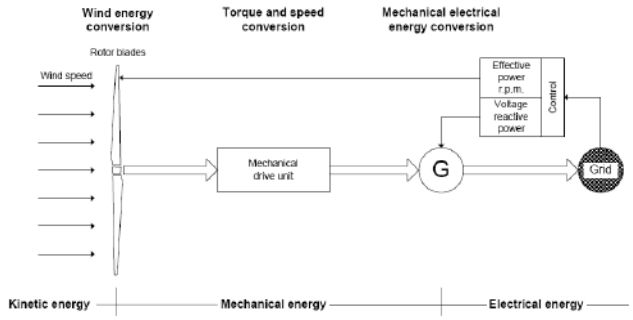
"เซลล์แสงอาทิตย์" เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงาน ไฟฟ้าโดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์และในทันทีที่มีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า Proton จะถ่ายเทพลังงานให้กับ Electron ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของ Atom และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อ Electron มีการเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

3.2 พลังงานลม (Wind Turbine)

เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่ความเร็วค่าหนึ่ง (พลังงานจลน์) เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานทางกลด้วยแรงบิดและความเร็วรอบของแกนหมุนกังหัน (torque and speed conversion) พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม ซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนรูปพลังงานในระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

4. รายละเอียดการออกแบบและพัฒนา

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างป้ายสัญญาณจราจรที่ใช้พลังงานธรรมชาติ ซึ่งแหล่งพลังงานที่ได้จะมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) และพลังงานลม (Wind Turbine) เพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่จะนำไปใช้งานให้กับป้ายสัญญาณจราจร ซึ่งขนาดของป้ายสัญญาณจราจรก็จะอ้างอิงข้อมูลจากมาตรฐานกรมทางหลวง

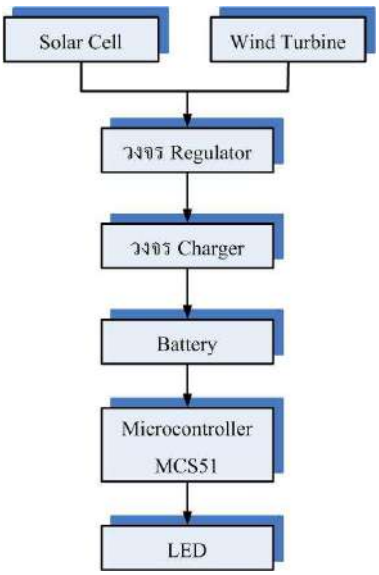
หลักการออกแบบป้ายสัญญาณจราจรจะต้องมีลักษณะสำคัญ คือ ผู้ใช้ทางต้องอ่านออกและเข้าใจสามารถปฏิบัติตามได้ในเวลาอันสั้น โดยมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1. มองเห็นได้ชัดเจนทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

2. อ่านออกได้ดี หมายถึง การที่มีขนาดตัวอักษรและสัญลักษณ์ที่ใหญ่เพียงพอ ข้อความสั้นสามารถเข้าใจได้รวดเร็ว

4.1 หลักการทำงาน

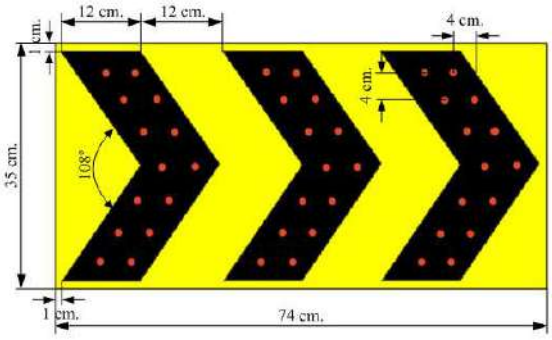
โดยเริ่มจากแหล่งกำเนิดพลังงานธรรมชาติ 2 ชุด คือ ชุดพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) และชุดพลังงานลม (Wind Turbine) ซึ่งแหล่งกำเนิดทั้งสองชุดนี้จะเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยมีวงจรเรกรูเตอร์ (Regulator) เป็นตัวปรับและรักษาระดับแรงดัน จากนั้นจะส่งแรงดันไฟฟ้าไปยังวงจรชาร์จเจอร์ (Charger) เพื่อทำการชาร์จแรงดันไฟฟ้าเข้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ (Battery) แรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ (Battery) นั้นก็จ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 และหลอดแอลอีดี (LED) ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 จะเป็นตัวควบคุมหลอดแอลอีดี (LED)ให้กระพริบและปิด-เปิดในเวลากลางคืนหรือในเวลาที่ไม่มีแสง โดยจะมีตัวต้านทานไวแสง (LDR) เป็นตัวจับแสงเพื่อสั่งให้หลอดแอลอีดี (LED) ปิด-เปิดได้ในเวลากลางคืนหรือในเวลาที่ไม่มีแสง ซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงผังทำงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

4.2 การออกแบบป้ายสัญญาณจราจร

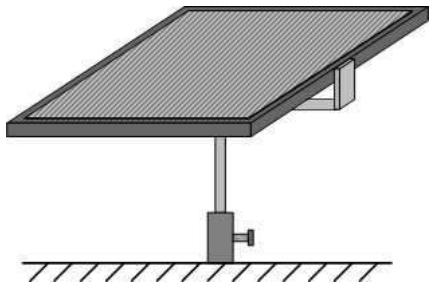
จากป้ายสัญญาณจราจรตามมาตรฐานที่กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคมได้กำหนดไว้ จะทำการติดตั้งจากหลอดแอลอีดี (LED) ให้กับลูกศร โดยจะมีระยะในแนวดิ่งและแนวระนาบจะเท่ากับ 4 เซนติเมตร ทำให้ต้องใช้หลอดแอลอีดี (LED) เป็นจำนวน 14 หลอดต่อหนึ่งลูกศร และใช้หลอดแอลอีดี (LED) เป็นจำนวนทั้งหมด 42 หลอด ซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 4



รูปที่ 4 แบบป้ายสัญญาณจราจรที่ติดตั้งหลอดแอลอีดี (LED)

4.3 การออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์

ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) นั้นจะต้องคำนึกถึงหลักภูมิศาสตร์ของประเทศด้วย ก็คือ ประเทศไทยนั้นตั้งอยู่ทางทิศเหนือ ละติจูดที่ 20 องศา 27 ลิบดาเหนือ ทางทิศใต้ ละติจูดที่ 5 องศา 37 ลิบดาเหนือ ทางทิศตะวันออก ละติจูดที่ 105 องศา 37 ลิบดาตะวันออก ทางทิศตะวันตก ละติจูดที่ 97 องศา 22 ลิบตาตะวันออก ซึ่งมุมองศาที่ประเทศไทยรับแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุด คือ 15° ทางทิศใต้ ดังนั้นแท่นที่รับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) จึงออกแบบให้สามารถหมุนได้เพื่อสามารถปรับให้รับแสงอาทิตย์ในตอนติดตั้ง ดังรูปที่ 5

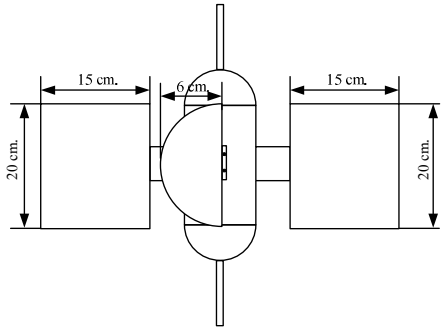


รูปที่ 5 ลักษณะการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4.4 การออกแบบพลังงานลม

ในการติดตั้งชุดพลังงานลม (Wind Turbine) นั้นเพื่อให้ได้รอบที่มากขึ้น จึงได้มีการทดเพื่องทำให้รอบที่ได้จากใบพัดไปหมุนให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่าเดิม ลักษณะใบพัดก็จะเป็นแกน 3 แกน ที่ปลายของแกนทั้ง 3 จะเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมครึ่งทรงกลมกลมติดอยู่ดังรูปที่ 5 เพื่อที่จะรับแรงลมที่จะมาพัดเพียงด้านเดียว เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบกระแสตรง (DC) จึงต้องการทิศทางการหมุนด้านเดียว ซึ่งรูปแบบของสี่เหลี่ยมครึ่งทรงกลมนั้นจะสามารถที่จะรับแรงลมได้ดีแค่ด้านเดียวทำให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน



รูปที่ 5 ลักษณะของใบพัดชุดพลังงานลม

(Wind Turbine)

5. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นด้วยวิธีการนำไปติดตั้งในพื้นที่จริง และจับเวลาจริงซึ่งผลที่ได้รับค่อนข้างจะเป็นไปตามทฤษฎีที่นำมาอ้างอิง

5.1 การทดสอบการเก็บพลังงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

เป็นการทดสอบเพื่อต้องการทราบว่า ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติในตลอด 5 วันที่ได้ทำการทดสอบนั้นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) และชุดพลังงานลม (Wind Turbine) จะสามารถเก็บกำลังไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่ได้เท่าไรบ้าง ซึ่งสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบจะอยู่บริเวณทางโค้ง ณ ถนนพิบูลสงคราม กรุงเทพฯ ใกล้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย

1. ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล 1 เครื่อง
3. อุปกรณ์วัดความเร็วลม 1 เครื่อง
4. นาฬิกา 1 เรือน

รูปที่ 6 การทดสอบการเก็บพลังงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

ตารางที่ 1. แสดงการทดสอบพลังงานที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เวลา	วันที่ทำการทดสอบ				
	26/ 02/ 2552	27/ 02/ 2552	28/ 02/ 2552	01/ 03/ 2552	02/ 03/ 2552
07:00 น.	13.21 V	12.86 V	13.10 V	13.35 V	13.19 V
07:30 น.	17.22 V	15.23 V	16.98 V	17.34 V	17.12 V
08:00 น.	17.58 V	17.14 V	17.67 V	17.96 V	17.56 V
08:30 น.	19.12 V	19.20 V	19.74 V	19.35 V	19.12 V
09:00 น.	21.76 V	19.38 V	21.84 V	21.86 V	21.61 V
09:30 น.	25.77 V	25.41 V	25.62 V	24.88 V	24.56 V
10:00 น.	26.01 V	25.54 V	25.88 V	26.25 V	26.48 V
10:30 น.	26.11 V	25.44 V	25.92 V	26.32 V	26.02 V
11:00 น.	26.30 V	25.56 V	26.21 V	26.36 V	26.26 V
11:30 น.	26.35 V	26.01 V	26.35 V	26.38 V	26.42 V
12:00 น.	26.24 V	26.11 V	26.38 V	26.45 V	26.38 V
12:30 น.	26.40 V	26.24 V	26.39 V	26.42 V	26.42 V
13:00 น.	26.17 V	26.14 V	26.33 V	26.35 V	26.26 V
13:30 น.	26.37 V	26.25 V	26.12 V	26.38 V	26.35 V
14:00 น.	26.29 V	26.27 V	26.25 V	26.31 V	26.22 V
14:30 น.	26.10 V	26.21 V	26.34 V	26.22 V	26.21 V
15:00 น.	25.68 V	25.47 V	25.88 V	25.34 V	25.52 V
15:30 น.	25.42 V	25.33 V	25.49 V	25.46 V	25.41 V
16:00 น.	25.03 V	25.14 V	25.22 V	25.16 V	25.11 V
16:30 น.	23.72 V	23.44 V	24.06 V	23.94 V	23.53 V
17:00 น.	22.65 V	23.06 V	23.21 V	23.11 V	22.56 V
17:30 น.	16.40 V	16.54 V	16.41 V	16.22 V	15.94 V
18:00 น.	5.15 V	4.98 V	5.03 V	5.09 V	5.19 V

สรุปจากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเวลา 12.00 น. ของวันที่ 01/ 03 /2552 จะให้แรงดันสูงที่สุด คือ 26.45 V และได้ค่าแรงดันตลอด 5 วัน โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 23.62 V ซึ่งตลอด 5 วัน ที่ได้ทำการทดสอบนั้นจะมีอุณภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียล

ตารางที่ 2. แสดงการทดสอบพลังงานที่ได้จากชุดพลังงานลม (Wind Turbine)

เวลา	วันที่ทำการทดสอบ				
	26/ 02/ 2552	27/ 02/ 2552	28/ 02/ 2552	01/ 03/ 2552	02/ 03/ 2552
07:00 น.	12.68 V	11.24 V	9.12 V	10.45 V	10.23 V
07:30 น.	13.84 V	13.41 V	10.11 V	11.22 V	11.22 V
08:00 น.	13.26 V	13.76 V	10.23 V	11.36 V	10.45 V
08:30 น.	12.12 V	12.23 V	11.56 V	10.21 V	13.45 V
09:00 น.	11.23 V	10.44 V	10.12 V	10.32 V	9.87 V
09:30 น.	10.24 V	10.75 V	9.21 V	10.15 V	10.14 V
10:00 น.	10.14 V	10.62 V	9.43 V	10.11 V	10.22 V
10:30 น.	10.48 V	10.33 V	9.14 V	9.86 V	10.12 V
11:00 น.	9.12 V	10.21 V	9.23 V	9.54 V	9.65 V
11:30 น.	9.15 V	9.12 V	9.42 V	9.56 V	9.12 V
12:00 น.	9.11 V	9.14 V	9.12 V	9.41 V	9.42 V
12:30 น.	9.75 V	9.56 V	9.23 V	9.45 V	9.65 V
13:00 น.	9.16 V	9.41 V	9.61 V	9.76 V	9.21 V
13:30 น.	9.45 V	9.63 V	9.45 V	9.12 V	9.42 V
14:00 น.	9.46 V	9.14 V	9.51 V	9.35 V	9.23 V
14:30 น.	9.78 V	9.23 V	9.56 V	9.25 V	9.41 V
15:00 น.	9.45 V	10.26 V	9.12 V	9.23 V	9.56 V
15:30 น.	9.41 V	10.12 V	9.86 V	9.45 V	9.65 V
16:00 น.	9.53 V	10.26 V	10.12 V	9.62 V	9.74 V
16:30 น.	9.65 V	9.46 V	10.45 V	9.86 V	10.12 V
17:00 น.	10.24 V	9.62 V	10.32 V	10.26 V	10.22 V
17:30 น.	10.12 V	9.86 V	10.41 V	10.54 V	10.23 V
18:00 น.	11.13 V	9.78 V	10.45 V	10.35 V	10.35 V

สรุปจากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อเวลา 07.30 น. ของวันที่ 26/ 02 /2552 จะให้แรงดันสูงที่สุด คือ 13.84 V และได้ค่าแรงดันตลอด 5 วัน โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 9.64 V ซึ่งตลอด 5 วัน ที่ได้ทำการทดสอบนั้นจะมีความเร็วลม (m/sec) โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3.35 m/sec จะสังเกตเห็นว่า แรงดันที่ได้จากชุดพลังงานลม (Wind Turbine) จะมีปริมาณที่น้อยกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เนื่องจากชุดพลังงานลม (Wind Turbine) นั้นจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเกิดฝนตกซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) นั้นจะไม่สามารถเก็บพลังงานได้เลย

5.2 การทดสอบการทำงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

เป็นการทดสอบเพื่อต้องการทราบว่าการป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติสามารถจะทำงานได้ต่อเนื่องยาวนาน 12 ชั่วโมงหรือก็คือทำงานได้ตลอดทั้งคืนได้หรือไม่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย

1. ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล 2 เครื่อง
3. นาฬิกา 1 เรือน

รูปที่ 7 การทดสอบการทำงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

ตารางที่ 3. การทดสอบการทำงานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาติ

เวลา (ชั่วโมง)	กระแส (A)	แรงดัน (V)
0.00	-	12.76
1.00	1.01	12.69
2.00	1.01	12.61
3.00	1.01	12.53
4.00	1.00	12.46
5.00	1.00	12.38
6.00	1.01	12.30
7.00	1.01	12.22
8.00	1.00	12.14
9.00	1.00	12.07
10.00	1.00	11.99
11.00	0.99	11.91
12.00	0.99	11.83

สรุปจากตารางที่ 3 พบว่ากระแสที่ใช้งานของป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาตินั้นอยู่ประมาณ 1 A โดยเฉลี่ย แรงดันที่ลดลงแต่ละชั่วโมงประมาณ 0.08 V โดยเฉลี่ย ซึ่งป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาตินั้นสามารถที่จะทำงานได้ต่อเนื่องยาวนานมากกว่า 12 ชั่วโมง

6. บทสรุป

ป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาตินี้จะสามารถทำการเปิด-ปิดได้อย่างอัตโนมัติ คือ เมื่อมีแสงสว่างมากหลอดแอลอีดี (LED) จะไม่ทำงาน แต่ถ้าเมื่อใดที่มีแสงสว่างน้อยหรือในเวลากลางคืนหลอดแอลอีดี (LED) ก็จะทำงาน ซึ่งหลอดแอลอีดี (LED) นี้ก็ยังสามารถที่จะเลือกรูปแบบการทำงานได้อีกด้วย รูปแบบการทำงานของหลอดแอลอีดี (LED) นั้นจะมีรูปแบบการทำงานอยู่ทั้งหมด 5 แบบ คือ

1. หลอดติดค้างทั้งหมด
2. หลอดติดกระพริบทั้งหมด
3. ลูกศรชุดที่ 1-2-3 ติดตามลำดับแล้วเริ่มใหม่
4. ลูกศรชุดที่ 1-2-3 ติดแล้ว 3-2-1 ติด จากนั้นก็วนไปเรื่อยๆ
5. ลูกศรชุดที่ 1-2-3 ติดแล้วจะดับจาก 3-2-1 จากนั้นก็วนไปเรื่อยๆ

สรุปจากการที่ได้ทดสอบการใช้งาน คือ ในขณะที่มีแสงอาทิตย์น้อยหรือในเวลากลางคืนหลอดแอลอีดี (LED) ทำงานนั้นจะมีระยะของการมองเห็นจะมากขึ้นกว่าป้ายสัญญาณจราจรเดิมที่อยู่บนท้องถนน ซึ่งป้ายสัญญาณจราจรพลังงานธรรมชาตินี้สามารถมองเห็นได้ระยะประมาณ 160 เมตร ส่วนของแบตเตอร์รี่นั้นก็สามารถที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับหลอดแอลอีดี (LED) ใช้งานได้ตลอดทั้งคืน

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในงานที่นำเสนอนี้ ปัญหาส่วนใหญ่แล้วจะเกิดจากเมื่อทดสอบแล้วไม่ได้ค่าตามที่ได้ตั้งไว้ ณ ตอนที่เริ่มทำวิจัย เช่น ค่าที่ได้จากความต้านทานของตัวต้านทานไวแสง (LDR) คือตอนที่จะเริ่มทำคาดว่าถ้าเกิดแสงสว่างน้อยจะให้มองค่าที่ได้จากตัวต้านทานไวแสง (LDR) เป็น 0 แต่เมื่อทำการทดสอบกลับเป็นว่าเมื่อแสงสว่างมากค่าที่ได้จากตัวต้านทานไวแสง (LDR) จะเป็น 0 แทน จึงส่งผลให้โปรแกรมที่เขียนไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ทำงานไม่ได้ตามที่ต้องการ แต่ก็เปลี่ยนค่าให้ที่รับมาจากตัวต้านทานไวแสง (LDR) ให้สลับกัน โปรแกรมที่เขียนไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ก็ทำงานได้ตามที่ต้องการ เป็นต้น

การประยุกต์หรือพัฒนา โดยที่แผงโซล่าเซลล์อาจจะทำให้แผงโซล่าเซลล์สามารถปรับองศาของมุมได้ตามแสงอาทิตย์ที่ส่องเพื่อให้ได้รับแสงอาทิตย์ดีกว่าเดิม หรือ อาจจะเขียนโปรแกรมให้หลอดแอลอีดี (LED) สามารถทำงานตามแผงโซล่าเซลล์คือเมื่อแผงโซล่าเซลล์ทำการชาร์จหลอดแอลอีดี (LED) ก็จะไม่ทำงาน เป็นต้น

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Henze., **Investigation of planar antennas with photovoltaic solar cells for mobile communications,** Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004. PIMRC 2004. 15th IEEE International Symposium_Volume 1, 5-8 Sept. 2004 Page(s):622 - 626 Vol.1

[2] Sakai, **High efficiency organic solar cells by screen printing method,** Photovoltaic Specialists Conference, 2005. Conference Record of the Thirty-first IEEE,3-7 Jan. 2005 Page(s):125 – 128

[3] Arai, J, Y.,**Power electronics and its applications to renewable energy in Japan,** Circuits and Systems Magazine, IEEE Volume 8, Issue 3, Third Quarter 2008 Page(s):52 - 66

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

IPv6 Embedded Devices for Home Network

นายชีวารักษ์ รอดเนียม และ นายฉัตรชัย จันทร์พริ้ม

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Email: x.cheewarak@gmail.com, cj@coe.psu.ac.th .

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบฝังตัวในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างสะดวก โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว Gumstix ในการพัฒนา ระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ด้วยวิธีการสร้างสัญญาณอินฟราเรดออกไปสั่งงานควบคุม บทความนี้จึงเน้นการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมเพื่อใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สนับสนุนการสั่งงานด้วยอินฟราเรดรีโมท เช่น โทรทัศน์ เครื่องเล่นวีดีโอ เครื่องเสียง เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ทำให้อุปกรณ์ควบคุมมีความสามารถในการควบคุมได้มากกว่าระบบควบคุมทั่วๆ ไปที่สามารถควบคุมได้เฉพาะการเปิด/ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น และประเด็นสำคัญที่ทำให้ระบบนี้แตกต่างจากระบบอื่นๆ ก็คือ การมีความสามารถในการค้นหาเซอร์วิสของอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาในระบบเครือข่ายแบบ Home Network โดยอัตโนมัติ และสามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์แต่ล่ะตัวได้โดยที่ไม่ต้องปรับแก้อุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ โดยใช้ความสามารถในการควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรด (Infrared Remote Control)

Abstract

This paper presents an embedded system that can be used to control the electronics equipments. The system could help elderly person or patients to control the electric or electronics devices in the house more conveniently. The system use Gumstix embedded board to control electronics device by generate Infrared Signal to device. The system supports with the infrared remote control such as Television, Air conditioner, CD/DVD Player etc. It makes the control system can control more than the general control systems that can control only TURN ON/TURN OFF of the electric equipment. At the main point, the system can be automatic search the new devices in network and it can be used to control the electronics equipments without modify those electronics equipments.

คำสำคัญ

Embedded System, Home Network, IPv6,

Service Discovery

1. บทนำ

จากข้อมูลอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศไทย พบว่าประชากรของประเทศไทยกำลังเข้าสู่ระยะที่เรียกว่าภาวะประชากรสูงอายุ[1] การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมไม่ว่านอกบ้านหรือในบ้านเพื่อให้ผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ สามารถใช้ชีวิตได้อย่างสะดวกจะเป็นการลดภาระของสังคมโดยรวม มีระบบอำนวยความสะดวกหลายอย่างซึ่งพัฒนาขึ้นมาให้ผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุใช้งาน ซึ่งช่วยให้บุคคลเหล่านี้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ทำให้มีสุขภาพจิตที่ดีขึ้น เนื่องจากไม่เป็นภาระสำหรับผู้อื่นเสียทั้งหมด

ระบบอำนวยความสะดวกที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ปัจจุบัน จะแยกออกจากกันอย่างเป็นอิสระ นั่นคือเมื่อต้องการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ใด ก็จะต้องไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้นโดยตรง ถึงแม้ว่าการควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นอาจจะทำได้สะดวกขึ้น โดยการใช้อุปกรณ์อย่างเช่น Remote Control แต่ก็ยังต้องใช้อุปกรณ์ Remote Control แต่ละตัวสำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละอย่าง

ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา เมื่อมีการให้บริการระบบอินเตอร์เน็ทความเร็วสูง ราคาไม่สูงนัก และมีผู้ใช้งานระบบอินเตอร์เน็ทจากบ้านเพิ่มมากขึ้น ทำให้จากการใช้งานอินเตอร์เน็ทเพียงเครื่องเดียวภายในบ้าน เริ่มกลายเป็นมีจำนวนของคอมพิวเตอร์ภายในบ้านมากขึ้น และต้องการที่จะสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ทำให้ลักษณะของการใช้งานคอมพิวเตอร์ ภายในบ้าน เริ่มมีลักษณะเป็นเครือข่ายมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะเป็นเครือข่ายแบบไร้สาย และเมื่ออุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อแบบไร้สายมีราคาที่ถูกลงมาก และมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ในบ้านเรือนทั่วไป แบบเดียวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศ มีใช้ในบ้านเรือนทั่วไปในปัจจุบัน

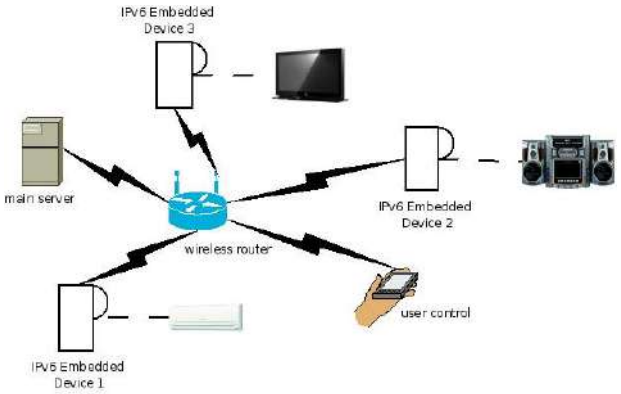
ในบทความนี้ จะใช้ข้อสมมติฐานที่กล่าวมาข้างต้นสำหรับการพัฒนาเครื่องมือสำหรับควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อิเลคทรอนิคส์ภายในบ้าน ซึ่งเป็นที่พักอาศัยของผู้สูงอายุหรือผู้ป่วย ให้สามารถใช้ชีวิตโดยสะดวกมากขึ้น

2. รายละเอียดการพัฒนา

2.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบอุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายไร้สาย โดยใช้ Wireless router เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ซึ่งการนำเครื่องใช้ไฟฟ้ามาเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายนั้นจะใช้อุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ดังนั้นการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงเป็นการใช้งานแบบ 1-1 คือ อุปกรณ์ควบคุม 1 ชิ้น ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า 1 เครื่อง

นอกจากนั้นจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์หลักคอยให้บริการเว็บแอปพลิเคชั่นในการค้นหาและสั่งงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในเครือข่าย ผู้ใช้งานจึงสามารถใช้อุปกรณ์ที่รองรับระบบ Wireless Network เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุค, PDA, iPhone เป็นต้น เป็นเครื่องมือในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชั่นเพื่อค้นหาและสั่งงานไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการได้อย่างสะดวก



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบ

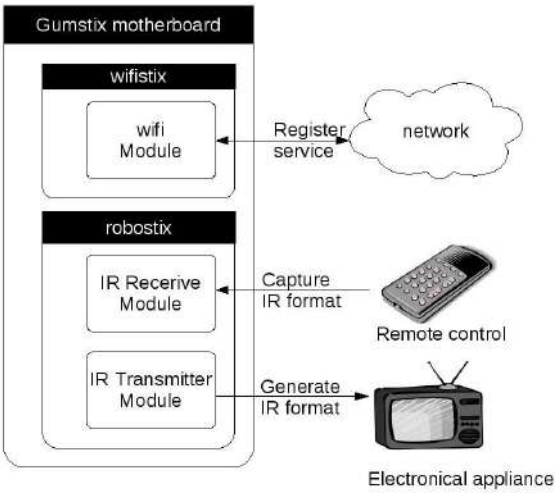
2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

2.2.1 การเลือกใช้งานฮาร์ดแวร์และความต้องการของอุปกรณ์ควบคุม

การออกแบบและพัฒนาของบทความนี้ได้เลือกใช้งานฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์ Gumstix ดังนี้

1. บอร์ด Gumstix connex motherboard
2. บอร์ด wifistix[3]
3. บอร์ด Robostix[4]

และแยกพัฒนาอุปกรณ์ออกเป็นโมดูลต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2 การแยกพัฒนาอุปกรณ์ออกเป็นโมดูลต่างๆ

2.2.1.1 โมดูลเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)

พัฒนาระบบ Service Discovery ให้อุปกรณ์สามารถประกาศการให้บริการไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในเครือข่ายได้ โดยพื้นฐานในการพัฒนาระบบ Service Discovery นั้นจะใช้ Avahi Library[5] ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่น นอกจากพัฒนาระบบประกาศการให้บริการแล้วจะต้องพัฒนาเซอร์วิสมาให้บริการด้านการสั่งงานควบคุมด้วย โดยการพัฒนาแอปพลิเคชั่นแบบ IPv6 Client/Server [6] ซึ่งในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นนั้นได้พัฒนาเพื่อใช้งานบนระคอมพิวเตอร์ Gumstix ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux kernel 2.6 ขึ้นไป และใช้งานบน IPv6 protocol เป็นหลัก

2.2.1.2 โมดูลตรวจจับสัญญาณอินฟราเรด

พัฒนาความสามารถในการเก็บบันทึกสัญญาณอินฟราเรด จากรีโมทคอนโทรลของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ทำให้อุปกรณ์ควบคุมสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สั่งงานด้วยอินฟราเรดได้ทุกรุ่นทุกบริษัทผู้ผลิต โดยทำการเก็บบันทึกรูปแบบสัญญาณอินฟราเรดของปุ่มควบคุมต่างๆ จากรีโมทคอนโทรลของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้นไว้ในอุปกรณ์ควบคุม

2.2.1.3 โมดูลสร้างสัญญาณอินฟราเรด

พัฒนาความสามารถในการสร้างสัญญาณอินฟราเรดไปสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบสัญญาณที่เก็บบันทึกไว้ในอุปกรณ์ควบคุมนำมาสร้างกลับเป็นสัญญาณอินฟราเรดตามรูปแบบเดิมสั่งงานไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์

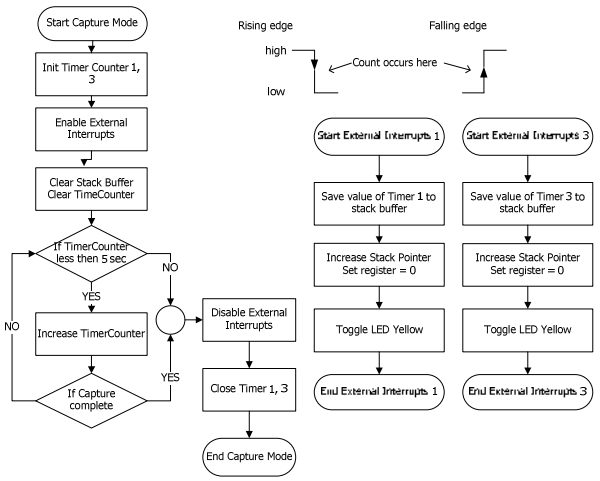
ควบคุมมีความสามารถในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทุกฟังก์ชั่นของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น สามารถเลือกช่องสัญญาณ ปรับความเข้มเสียง ได้เหมือนการใช้งานรีโมทคอนโทรล

2.2.2 การออกแบบและพัฒนาด้านระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยอินฟราเรด

การพัฒนาในส่วนนี้จะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชั่นใช้งานบนบอร์ด Robostix ซึ่งเป็นบอร์ดที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ Atmega128 ในการประมวลผล โดยมีจุดประสงค์หลักในการพัฒนาคือการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยสัญญาณอินฟราเรด[7] มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

2.2.2.1 การพัฒนาระบบบันทึกสัญญาณอินฟราเรด

ใช้การการทำงานในโหมดอินเตอร์รัพต์จากอุปกรณ์ภายนอกในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินฟราเรดร่วมกับการนับเวลาของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์



รูปที่ 3 แผนภาพกระบวนการตรวจจับสัญญาณ

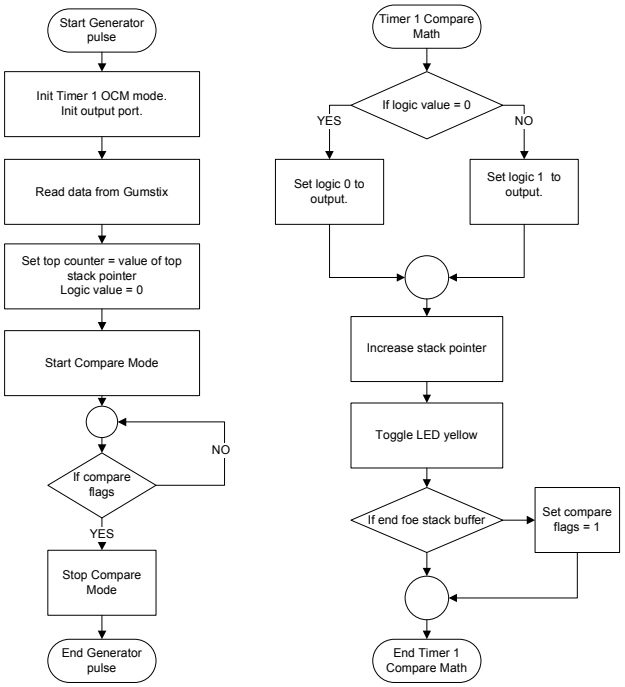
เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขอบขาขึ้นจะเก็บบันทึกค่าเวลาที่ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 และเคลียร์ค่าให้ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 และ 3

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขอบขาลงจะเก็บบันทึกค่าเวลาที่ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 3 และเคลียร์ค่าให้ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 และ 3

วิธีการนี้จะสามารถเก็บบันทึกระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงลอจิกของสัญญาณอินฟราเรด และข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อให้กับบอร์ด Gumstix เพื่อเก็บบันทึก

2.2.2.2 การพัฒนาระบบสร้างสัญญาณอินฟราเรด

จะใช้ความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR Atmega128 โดยใช้การทำงานในโหมด Output Compare Modulator (OCM)[8] เปรียบเทียบชุดข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้บนบอร์ด Gumstix



รูปที่ 4 แผนภาพกระบวนการสร้างสัญญาณ

ชุดข้อมูลนั้นจะต้องโหลดข้อมูลจากบอร์ด Gumstix มาเก็บในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อน จากนั้นก็จะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ เมื่อไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์นับจนถึงค่าที่ตรงกับข้อมูลก็จะเกิดการอินเตอร์รัพต์ เพื่อสร้างสัญญาณตามลอจิกที่ขาเอาต์พุตของอุปกรณ์ควบคุม

2.2.2.3 การพัฒนาโปรโตคอลพูดคุยระหว่างบอร์ด Gumstix กับบอร์ด Robostix ผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232

พัฒนารูปแบบคำสั่งในการสื่อสารกันระหว่างบอร์ด Gumstix กับบอร์ด Robostix ลักษณะชุดคำสั่งจะขึ้นต้นด้วยเครื่องหมายดอลลาร์ '$' และจบด้วยเครื่องหมายอัฒภาค ';' แต่ละคำสั่งสามารถมีการใส่ค่าเพิ่มเติมได้โดยใช้เครื่องหมายทวิภาค ':' คั่น เช่น ค่าชนิดของข้อมูล ระหัสของข้อมูล ชื่อของข้อมูล เป็นต้น จะได้คำสั่งมีลักษณะดังนี้

$<comman>:< value>:...;

ในการพัฒนาได้พัฒนาให้มีคำสั่งสนับสนุนการใช้งานต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงชุดคำสั่งที่จำเป็น ในการสื่อสารกันผ่านพอร์ตอนุกรมของบอร์ด Gumstix และบอร์ด Robostix

$crd;	คำสั่งตรวจจับสัญญาณอินฟราเรด
$grd;	คำสั่งในการสร้างสัญญาณอินฟราเรด
$prd:<value>;	คำสั่งในการดูข้อมูลการบันทึกสัญญาณ
$txd;	คำสั่งในการแจ้งขอรับข้อมูลการบันทึกสัญญาณ
$rxd;	คำสั่งในการแจ้งขอส่งข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำของ Robostix
$cpd:<number>;	คำสั่งในการตรวจสอบค่าลอจิกจากอินพุตพอร์ต

2.2.3 การออกแบบและพัฒนาด้านระบบเครือข่าย

พัฒนาระบบ Service Discovery เป็นหลัก และพัฒนา IPv6 Client/Server Application โดยจุดประสงค์หลักในการพัฒนาคือความสามารถในการค้นหาเซอร์วิสและการใช้งานเซอร์วิสเพื่อควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบเครือข่าย มีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้

2.2.3.1 การพัฒนาเซอร์วิสแอปพลิเคชั่นบนบอร์ด Gumstix

การพัฒนาสามารถแยกออกเป็นสองส่วนคือ

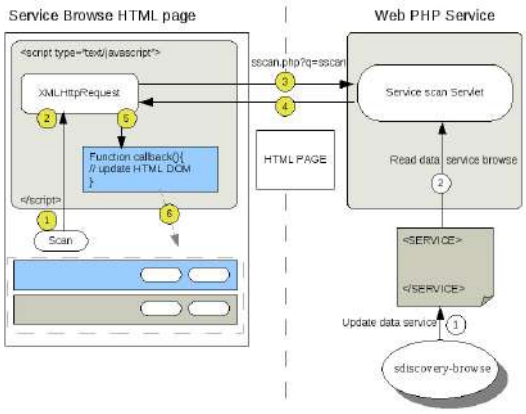
1. การพัฒนาระบบ Service Discovery เพื่อให้อุปกรณ์สามารถประกาศเซอร์วิสของตัวเองให้เครื่องอื่นๆ ในเครือข่ายสามารถค้นหาได้ โดยใช้ Avahi Library ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่น อุปกรณ์ควบคุมจะประกาศเซอร์วิสเป็นชนิด _irremote._tcp ซึ่งเป็นชนิดของเซอร์วิสที่ใช้งานโปรโตคอลที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะ เพื่อใช้สื่อสารกันระหว่างเซอร์วิสและแอปพลิเคชั่น
2. การพัฒนา IPv6 Client/Server Application เพื่อรับการสั่งงานจากผู้ใช้งานผ่านระบบเครือข่าย และประมวลผลคำสั่งเพื่อจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า ข้อมูลการสั่งงาน พร้อมทั้งการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานไปยังบอร์ด Robostix เพื่อให้บอร์ด Robostix ทำงานสอดคล้องกับคำสั่งที่ได้รับมาจากผู้ใช้งาน เซอร์วิสแอปพลิเคชั่นชุดนี้ก็จะมีโปรโตคอลสำหรับการติดต่อสื่อสารโดยเฉพาะ คือ _irremote._tcp

ตารางที่ 2 แสดงชุดคำสั่งต่างๆ ในการสื่อสารกันผ่านโปรโตคอล _irremote._tcp

$crd:<type>:<name>;	สร้างปุ่มควบคุมโดยบันทึกสัญญาณอินฟราเรดใหม่
$gnd:<type>:<nahe>;	การใช้งานเพื่อการสร้างสัญญาณอินฟราเรด
$sen:<type>:<nahe>;	การใช้งานเพื่อโหลดข้อมูลของปุ่มควบคุมลงสู่บอร์ด Robostix
$del:<type>:<name>;	การลบปุ่มควบคุมและข้อมูลสัญญาณ
$prd:<type>:<name>;	ใช้ในการแสดงรายละเอียดของข้อมูลของปุ่ม
$robo:<command>;	ใช้ในการส่งคำสั่งไปยังบอร์ด Robostix โดยตรง

2.2.3.2 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นสำหรับค้นหาเซอร์วิสและใช้งานเซอร์วิส

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นใช้การพัฒนาตามรูปแบบ AJAX และ พัฒนาระบบการค้นหาเซอร์วิสแยกเป็นโปรแกรมเล็กๆ เพื่อการค้นหาและเก็บข้อมูลที่ได้ไว้ในรูปแบบ XML ไฟล์นำไปใช้เป็นข้อมูลให้กับเว็บแอปพลิเคชั่น



รูปที่ 5 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่น

2.3 ข้อจำกัดของระบบ

อุปกรณ์ควบคุมไม่สามารถตรวจสอบสถานะที่ถูกต้องของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เนื่องจากระบบการสั่งงานด้วยอินฟราเรดของเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นการสื่อสารทางเดียว คือรีโมทคอนโทรลจะสั่งงานไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ฝ่ายเดียวเท่านั้น

3. การทดสอบการใช้งาน

3.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

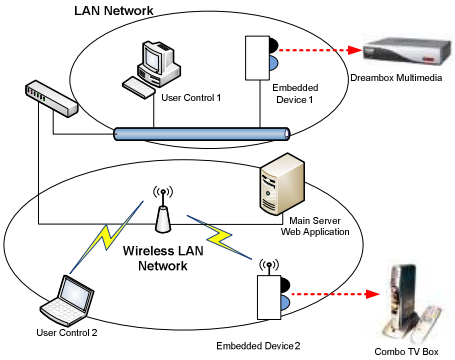
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้น 2 ชุด
2. เครื่องใช้ Combo TV Box 1 เครื่อง
3. เครื่องใช้ Dreambox Multimedia 1 เครื่อง
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 2 เครื่อง

หมายเหตุ : อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้นเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ควบคุมได้ด้วยรีโมทคอนโทรล เช่นเดียวกับโทรทัศน์ เครื่องเล่นวีดีโอ เครื่องเสียง ดังที่ได้กล่าวไว้

3.1.2 ระบบเครือข่ายที่ใช้

1. ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)
2. ระบบเครือข่าย (LAN)



รูปที่ 6 แผนภาพการวางระบบเพื่อทดสอบ

3.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

3.2.1 ผลการค้นหาเซอร์วิสในเครือข่าย LAN และ Wireless LAN

จากการทดลองโดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 เครื่อง เชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สายและทำหน้าที่ให้บริการเว็บเซอร์วิส ใช้คอมพิวเตอร์อีก 1 เครื่องในการเข้ามาใช้งานเว็บแอปพลิเคชั่นด้วยการใช้เว็บบราวเซอร์

กรณีที่ 1 ทดสอบค้นหาอุปกรณ์ที่อยู่ในเครือข่ายไร้สายเดียวกัน

จะสามารถค้นหาการให้บริการของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ Combo TV Box เพราะ เครื่องใช้ Combo TV Box เปิดให้บริการอยู่ในเครือข่ายไร้สายเดียวกัน

ทดลองปิดให้บริการของเครื่องใช้ Combo TV Box ก็จะไม่เจออุปกรณ์ใดๆ เปิดให้บริการอยู่

หมายเหตุ : ในการทดลองมีชุดอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นและใช้การเชื่อมต่อแบบไร้สายเพียงแค่ชุดเดียว จึงทำการทดสอบค้นหาขณะ เปิดให้บริการและขณะปิดให้บริการ

กรณีที่ 2 ทดสอบค้นหาอุปกรณ์ที่อยู่ในเครือข่ายต่างๆ

จะสามารถค้นหาการให้บริการของอุปกรณ์ควบคุมเจอ 1 ชุดคือ อุปกรณ์ที่ควบคุมเครื่องใช้ Combo TV Box ส่วนอุปกรณ์ที่ควบคุมเครื่องใช้ Dreambox multimedia นั้นยังเปิดให้บริการอยู่แต่เนื่องจากอุปกรณ์ตัวนี้เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่าย LAN ซึ่งมีการจัดการระบบเน็ตเวิร์คในเครือข่าย LAN แยกจากกันกับเครือข่าย Wireless LAN ทำให้แอปพลิเคชั่นไม่สามารถค้นหาอุปกรณ์ที่อยู่ต่างเน็ตเวิร์คกันได้

รูปที่ 7 การใช้งานแอปพลิเคชั่นค้นหาเซอร์วิสและควบคุม

3.2.2 ผลการใช้งานแอปพลิเคชั่นในการควบคุม

ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปใช้งานอุปกรณ์ที่ค้นหาเจอได้ด้วยการล็อกอินเข้าสู่ระบบของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น แอปพลิเคชั่นจะแสดงส่วนของการตั้งค่าการใช้งานขึ้นมา ซึ่งเป็นกรณีที่อุปกรณ์ยังไม่ได้มีการบันทึกการใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ ในกรณีที่มีการบันทึกการใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะเข้าสู่หน้าต่างของระบบควบคุมที่มีปุ่มสั่งงานต่างๆ ตรงตามเครื่องใช้ไฟฟ้าที่บันทึกไว้ ผู้ใช้สามารถสั่งงานควบคุม หรือเข้าสู่โหมดการแก้ไขเพื่อปรับปรุงปุ่มควบคุมใหม่ได้ตามต้องการ

3.2.3 ผลการใช้งานอุปกรณ์เพื่อบันทึกสัญญาณ

ในการบันทึกสัญญาณจะต้องสั่งงานจากเว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อทำการสร้างหรือแก้ไขปุ่มควบคุม จะมีไฟสีแดงบอกสถานะพร้อมทำการบันทึก จากนั้นจึงสามารถป้อนสัญญาณอินฟราเรดของปุ่มที่ต้องการไปยังอุปกรณ์ควบคุม จะมีไฟสีเหลืองกระพริบตามสัญญาณอินฟราเรด เมื่อบันทึกข้อมูลครบไฟสีแดงจะดับ แอปพลิเคชั่นก็จะแสดงปุ่มควบคุมที่บันทึกเรียบร้อยแล้วขึ้นมา แต่หากมีข้อมูลผิดพลาดหรือไม่มีข้อมูลในระหว่างการบันทึกนานเกิน 5 วินาที อุปกรณ์จะลบข้อมูลและ รายงานข้อผิดพลาดกลับมาให้ผู้ใช้งานทราบ

3.2.4 ผลการใช้งานอุปกรณ์เพื่อสร้างสัญญาณอินฟราเรด

การสร้างสัญญาณนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่มสั่งงานที่ได้บันทึกไว้เรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์จะแสดงไฟสีเหลืองขณะมีการสร้างสัญญาณ

4. บทสรุป

จากการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมให้สามารถค้นหาเซอร์วิสและรับคำสั่งผ่านระบบเครือข่ายได้ ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน และสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าในขณะนั้นมีอุปกรณ์อะไรบ้างที่สามารถใช้งานได้ และใช้งานได้อย่างไร

4.1 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากระบบฮาร์ดแวร์ของบอร์ด Robostix ในส่วนของ UART ยังคงมีปัญหาในการใช้งาน อุปกรณ์จึงมีการตอบสนองต่อคำสั่งผิดไป ทำอุปกรณ์ไม่ตอบสนองต่อการสั่งงานในบางครั้ง

4.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

จากการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมโดยใช้ระบบฝังตัวที่สามารถรันระบบปฏิบัติการ Linux ได้อย่างบอร์ด Gumstix ทำให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นต่อยอดจากของเดิมได้สะดวกขึ้น แนวทางในการพัฒนาต่อจากบทความนี้ได้แก่

1. การระบุตำแหน่งการติดตั้งของอุปกรณ์
2. การใช้เครือข่าย GPRS/EDGE, Bluetooth ในการสั่งงาน เพื่อให้สั่งงานจากอุปกรณ์แบบพกพาได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำบทความนี้ ใคร่ขอขอบคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์ฉัตรชัย จันทร์พริ้ม อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร.วรรณรัช สันติอมรทัต ซึ่งเป็นผู้ให้แนวความคิด อุปกรณ์ สถานที่ทำโครงงาน ตลอดจนให้คำแนะนำ เป็นผลให้บทความนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ภาวะประชากรสูงอายุในประเทศไทย : สภาพการณ์และนโยบาย กรุงเทพฯ : กองทุนประชากรแห่งสหประชาชาติ, 2549

[2] Gumstix – Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Gumstix, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[3] Wifistix EU , http://Gumstix.com/store/catalog/product_info.php?products_id=172, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[4] Robostix – GumstixDocsWiki, http://docwiki.Gumstix.org/index.php/Robostix, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[5] Avahi - Trac, http://avahi.org/download/doxygen, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[6] IPv6 Linux HOWTO, http://tldp.org/HOWTO/html_single/Linux+IPv6-HOWTO/#CHAPTER-PROGRAMMING, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[7] SB-Project :IR remote control, http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/ir.htm, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

[8] Embedded Systems/Atmel AVR, http://en.wikibooks.org/wiki/Embedded_Systems/Atmel_AVR, available on 16 Jan 2009, at 13:30.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศ

Air-conditioner Management System (AMS)

ธวัชชัย วงศ์กริช วรพล ลีลาเกียรติสกุล
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีมหานคร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศภายในองค์กรแบบรวมศูนย์ โดยผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น เพื่อแก้ปัญหาของการสิ้นเปลืองแรงงาน เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ รวมถึงเสนอแนวคิดในการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

ระบบบริหารจัดการนี้ ทำงานผ่านโครงสร้างของเครือข่ายท้องถิ่นในการสื่อสารข้อมูลระหว่างส่วนควบคุม ทำให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายท้องถิ่นเดิม การบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศ สามารถทำได้โดยกำหนดเวลาการเปิด-ปิด การตรวจสอบสถานะ และการกำหนดค่าอุณหภูมิ โดยแสดงผลในรูปแบบของเว็บ

ผลจากการทดลองสามารถแสดงถึงการบรรลุจุดประสงค์ ในด้านการบริหารจัดการได้ทั้งหมดตามที่กล่าวมา นอกจากนั้นยังแสดงถึงการลดกำลังไฟฟ้าในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ได้ 20-25 % สำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นที่นำมาทดลอง

Abstract

This paper presents the AMS (Air-conditioner Management System). AMS is targeted to reduce human workforces, to improve management efficiency and also to propose energy saving methods for air conditioner operation.

AMS, technically, works on LAN infrastructure that makes it easy to deploy the system on the existing LANs. Management can be efficiently done by various functions such as setting of automatic turn on/turn off, status monitoring and temperature setting. All function can be achieved through web form.

The experimental results show the achievement of management functions. In addition, it shows that the energy consumption can be reduced by 20-25 % for the experimented model of air conditioner.

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศในองค์กรขนาดใหญ่นั้น บ่อยครั้งที่ลักษณะระบบปรับอากาศ ไม่ได้เป็นแบบศูนย์กลาง กล่าวคือ เป็นแบบเครื่องปรับอากาศแยก ดังนั้น การบริหารจัดการที่เกิดขึ้นของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวจะทำในลักษณะเฉพาะสถานที่ และการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพทำได้ยาก โดยพอสรุปลักษณะการบริหารจัดการเป็นรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1การขาดความต่อเนื่องในการทำงานของระบบ

เนื่องจากองค์กรต่างๆหรือสำนักงานที่ทำงานในอาคารใหญ่ๆ ยกตัวอย่างเช่นอาคารภายในมหาวิทยาลัยในแต่ละชั้นจะมีเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมากการที่จะทำการเปิดหรือปิดจำเป็นจะต้องมีบุคลากรที่เกี่ยวข้องทางเทคนิคดูแลหรือควบคุม บางครั้งผู้ดูแลอาจจะลืมปิด เมื่อไม่ต้องการใช้ อีกต่อไป

1.2การขาดความรู้ความสามารถของผู้ควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ

บางครั้งการควบคุมเครื่องปรับอากาศเบื้องต้นอาจจะกระทำโดยผู้ที่ไม่มีความรู้ทางเทคนิคก็ได้แต่ถ้าในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดขึ้นจำเป็นจะต้องมีผู้ที่เชี่ยวชาญทางเทคนิคและคอยจัดการๆใช้พลังงานอย่างเหมาะสมของเครื่องปรับอากาศหรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วยกตัวอย่างกรณีที่เป็นห้องระบบเครือข่ายเครื่องปรับอากาศจะเป็นสิ่งที่สำคัญในระดับต้นๆ รองลงมาจากระบบแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าซึ่งสำคัญมากถ้าการจัดการเรื่องอุณหภูมิไม่ดีพอจะส่งผลเสียต่อเสถียรภาพของระบบเครือข่ายได้

1.3การจัดหาผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคมาควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ

ในการที่จะหาบุคคลที่จะทำหน้าที่ดูแลระบบนั้นจำเป็นจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในด้านเทคนิคและเข้าใจกลไกทางธุรกิจขององค์กร หรือหน่วยงาน ซึ่งถ้าเกิดปัญหาขึ้นจะต้องแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันทีเพื่อให้ระบบทำงานต่อไปได้ ซึ่งราคาค่าจ้างพนักงานในส่วนเทคนิคจะเป็นไปตามในตารางด้านล่าง อ้างอิงมาจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนแสดงดังตารางที่ 1 (http://www.boi.go.th เมื่อเดือนมิถุนายน 2549)

ตารางที่ 1 แสดงอัตราค่าจ้างตามตำแหน่งต่อเดือน

Labor Costs, Regulations		
	per month	
Position	Baht	US$
Researcher (Thai)	20,885	491
Personnel/HRD director	65,263	1,535
Plant manager	69,414	1,633
Engineering	17,500	586
Driver	8,266	194
Housekeeper	7,227	170
Messenger	6,271	147

ซึ่งอัตราในการจ้างนั้นจะอยู่ที่ 17,500 บาท โดยอัตรานี้เป็นอัตราการจ้างงานปกติทั่วไปแต่สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์ก็จะต้องจ้างในอัตราที่สูงกว่านี้รวมกับงานอื่นที่จะได้รับมอบหมายเพิ่มเติมแล้วจะเห็นว่าองค์กรหนึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายพื้นฐานต่อปีเป็นเงิน 210, 000บาท)ยังไม่รวมค่าจ้างทำงานนอกเวล(ซึ่งถ้าคิดดูแล้วเป็นเงินมิใช่น้อยที่องค์กรต้องเสียไป

1.4 ขาดการจัดระบบควบคุมเข้าสู่ส่วนกลาง

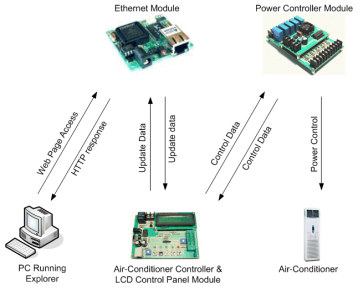
เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีเป็นจำนวนมากควรที่จะกระทำการจัดกลุ่มของโหลดทางไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการทั้งตัวเครื่องปรับอากาศเองและ การจัดสรรพลังงานจากส่วนกลาง ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

จากปัญหาที่กล่าวมา ระบบที่นำเสนอในบทความนี้จะเป็นเครื่องมือที่จะช่วยลดปัญหาที่กล่าวมาลงได้ และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศในองค์กรได้

2.รายละเอียดการพัฒนาระบบ

2.1ภาพรวมของระบบ

จากที่ได้กล่าวมาสามารถเขียนโครงสร้างและองค์ประกอบได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1โครงสร้างและองค์ประกอบของ AMS

2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

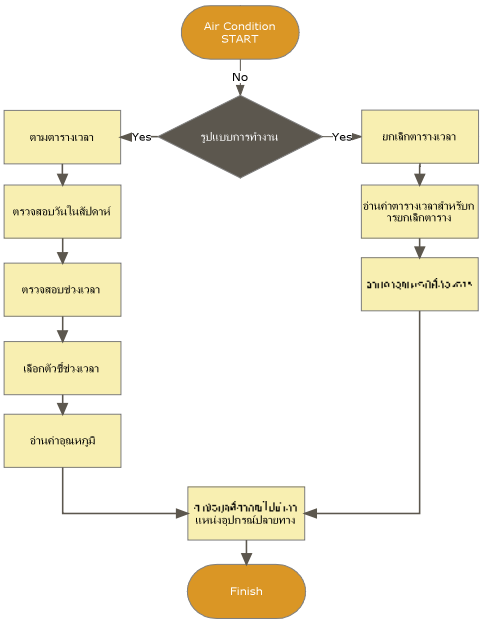
รายละเอียดของโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบจะเป็นส่วนที่จะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อของส่วนต่างๆทั้ง 4 ส่วน โดยอ้างอิงจากรูปที่ 1ซึ่งเป็นโครงสร้างโดยรวมของระบบก็จะประกอบไปด้วย

ระบบจะสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆได้ดังนี้คือ

- ส่วนแรกได้แก่ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการติดต่อกับ User ผ่านทาง Ethernet ทั้งหมด (Ethernet Module) [1][2][3] และ ทำหน้าที่ในการรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆจาก WEB GUI แล้วจัดการเรื่องฟังก์ชันต่างๆของระบบปรับอากาศ (Air-Conditioner Controller Module) โดยจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC ของบริษัท Microchip [4][5][6]
- ส่วนที่สอง ทำหน้าที่แสดงการทำงานของระบบโดยรวมและรับคำสั่งของผู้ใช้กรณีที่ต้องการควบคุมจาก (LCD Control Panel Module)
- ส่วนที่สาม รับคำสั่งการควบคุมจากส่วนที่สองซึ่งจะวิ่งผ่านการติดต่อผ่านระบบ RS422 โดยที่จะเป็นส่วนที่จะติดต่อกับโหลดทางไฟฟ้ากำลัง (Power Controller Module)

2.2.1 การทำงานของระบบปรับอากาศ (Air-Conditioner Controller Module)

ลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็นสองลักษณะคือ การทำงานตามตารางเวลาและการทำงานแบบบายพาส หรือ ยกเลิกตารางเวลา โดยจะอธิบายได้รูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การทำงานในลักษณะตามตารางเวลา

ความสามารถของระบบทำงานตามเวลารายละเอียดดังนี้

- แบ่งวันในสัปดาห์
- แบ่งวันย่อยเป็นคาบเรียน

การแบ่งวันในสัปดาห์

การแบ่งวันในสัปดาห์คือการแทนตัวเลขเพื่อสื่อความหมาย จะสามารถแบ่งได้ดังนี้

- วันจันทร์ = 1
- วันอังคาร = 2
- วันพุธ = 3
- วันพฤหัส = 4
- วันศุกร์ = 5
- วันเสาร์ = 6
- วันอาทิตย์ = 7

แบ่งวันย่อยเป็นคาบเรียน

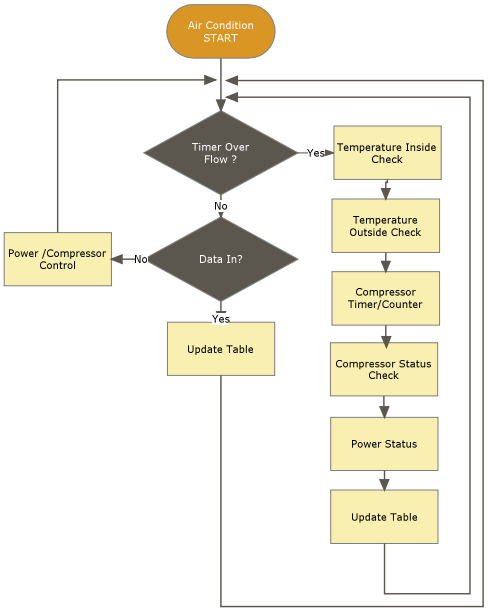
การกำหนดคาบเรียนเป็นช่วงเวลาในหนึ่งวันสามารถสั่งให้เครื่องปรับอากาศเปิดหรือปิดได้ 6 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งสามารถโปรแกรมเวลาได้ตามต้องการ

การทำงานแบบยกเลิกตารางเวลา

เมื่อผู้ใช้งานยกเลิกระบบทำงานตามตารางเวลาจะเข้าสู่โหมดการทำงาน แบบยกเลิกตารางเวลาโดยที่ จะทำการอ่านค่าอุณหภูมิของวันนั้น อ่านค่าเวลาการทำงาน เช่น ระยะเวลา 2 ชั่วโมง แล้วสั่งให้ระบบเครื่องปรับอากาศทำงาน ซึ่งถ้าถึงเวลา 2 ชั่วโมงระบบก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถหยุดและเริ่มการทำงานได้ตลอดเวลา

การออกแบบระบบควบคุมระบบปรับอากาศ

หน้าที่หลักๆของส่วนนี้จะต้องสามารถจัดเก็บข้อมูลที่ผู้ใช้งานกำหนดค่าเข้ามาทางเว็บเพจหรือทางหน้าจอ LCD และนำข้อมูลที่ได้มานั้นประมวลผลเพื่อการทำงานตามตารางเวลาหรือการใช้แบบไม่ใช้ตารางเวลา โดยส่วนนี้ยังคงทำหน้าที่กระจายข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาไปยังส่วนอื่นๆที่จำเป็นอีกด้วย



รูปที่ 3 กระบวนการทำงานของส่วนควบคุมการจ่ายพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

2.3 ข้อกำหนดของระบบ

- การควบคุมทั้งหมดทำงานผ่านระบบ Ethernet ซึ่งจะทำให้สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบ Internet ได้
- สามารถควบคุมอุณหภูมิของห้องได้ตามต้องการ
- ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ในแต่ละวัน ตามตารางในหนึ่งสัปดาห์
- สามารถบายพาส หรือ ยกเลิกตารางการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ได้ เนื่องจากเกิดเหตุการณ์เฉพาะกิจขึ้น

- มี Output สำรองในการควบคุมโหลดเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ เช่นระบบช่วยระบายความร้อนด้วยน้ำ
- มีการแสดงผล อุณหภูมิ ทั้ง อุณหภูมิห้อง และ Condensing Unit เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต่อไป

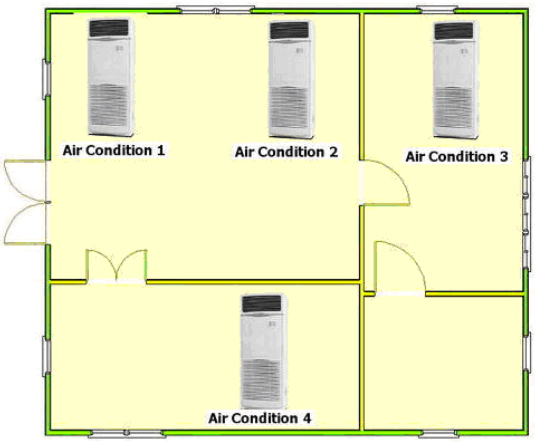
3.การทดสอบการใช้งาน

3.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

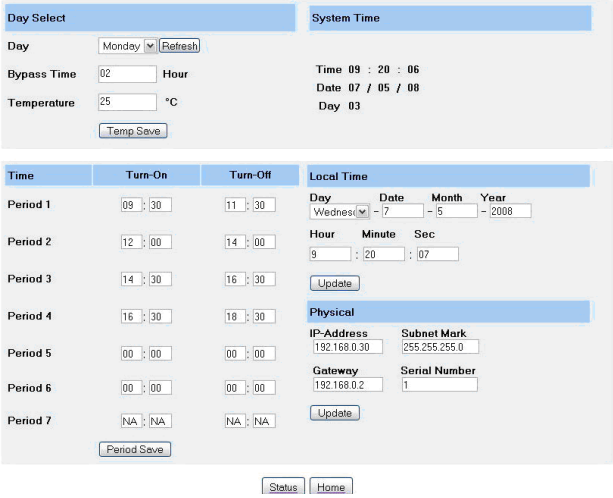
ทำการทดสอบโดยการกำหนดค่าต่างๆผ่านรูปแบบของเว็บ ไปที่เครื่องปรับอากาศขนาด 18000 บีทียูเพื่อควบคุมการเปิดปิด การดูสถานะ และการตั้งค่าอุณหภูมิ

3.1.1 การทดลองในการบริหารจัดการผ่านเว็บ

เป็นการบริหารจัดการที่ศูนย์กลาง โดยใช้เว็บบราวเซอร์ ติดต่อไปยัง โมดูลควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยกล่องควบคุมจะทำหน้าที่เป็นเว็บเซิฟเวอร์ เพื่อแสดงข้อมูลการควบคุม และสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นๆออกมา โดยแสดงดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูป 4 แสดงการวางตำแหน่งเพื่อใช้ในการอ้างอิงเครื่องปรับอากาศ

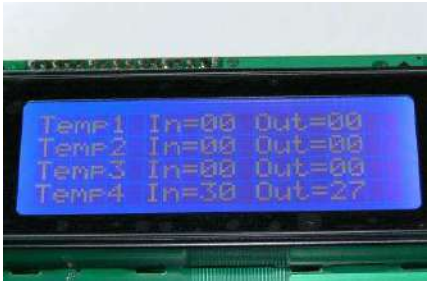


รูปที่ 5 แสดงหน้าเว็บในส่วนของการตั้งค่าทางกายภาพและฐานเวลา

3.1.2 การทดลองใช้งานผ่านทางหน้าจอแสดงผล LCD

บนโมดูลควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จะมีจอภาพ LCD และปุ่มกดเพื่อทำการควบคุม โดยตรง และสามารถแสดงผลการทำงาน จากโมดูลควบคุมได้ ในกรณีที่ต้องการยกเลิก การควบคุมแบบอัตโนมัติ

การทดลองในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการแสดงผลการทำงานในส่วนต่าง ๆ ผ่านทางหน้าจอ LCD ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสะดวกมากขึ้นในการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 แสดงหน้าจออุณหภูมิหลังจากติดต่อเครื่องปรับอากาศได้

รูปที่ 7 แสดงสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ " ปิด"

3.1.3 การทดสอบเรื่องการประหยัดพลังงาน

ทดสอบโดยการพ่นละอองน้ำเพื่อระบายความร้อนจาก Condensing Unit เพื่อชักพาความร้อน [7] ที่อยู่ภายในสารทำความเย็นออก โดยมีสภาพแวดล้อมของการทำการทดลองดังนี้

อุณหภูมิรอบข้างประมาณ 39-40 องศา และอุณหภูมิน้ำอยู่ที่ 29-32 องศา เครื่องพ่นน้ำ ความดัน 3-5 บาร์ โดยใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 18000 บีทียู โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองค่าความดันและกระแสที่ใช้ในการทำงานเครื่องปรับอากาศในสภาวะปกติและหลังจากพ่นละอองน้ำ

ขนาดเครื่องปรับอากาศ 18000 บีทียู	สภาวะปกติ	หลังจากพ่นละอองน้ำ
ความดันทางด้านต่ำ	70 Psi	50 Psi
กระแสไฟฟ้า	9.3 A	7.5 A

4. บทสรุป

4.1 สรุปผล

ระบบบริหารจัดการ AMS สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการออกแบบและทำการทดลองการใช้งานระบบฝังตัวนั้นยังคงมีปัญหาในเรื่องของขนาดของหน่วยความจำที่มีจำกัดไม่ว่าจะเป็นในส่วนของตัวเว็บเพจเองหรือส่วนของหน่วยความจำรอมและแรมภายในตัวอุปกรณ์ก็ตาม ส่งผลให้มีการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนเพื่อการใช้ทรัพยากรดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ส่วนของการประหยัดพลังงาน เมื่อใช้ร่วมกับเทคนิคการพ่นละอองน้ำเข้าไปในส่วนของ Condensing unit จะช่วยลดพลังงานได้ประมาณ 20-25 % แต่จะต้องทำการติดตั้งเครื่องพ่นน้ำ และการปรับแต่งเครื่องปรับอากาศบ้าง

รูปที่ 8 แสดงความดันเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานตามปรกติ

จากรูปที่ 8 เป็นการวัดความดันทางด้านต่ำ (Low Pressure) เมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานตามปรกติ ประมาณ 70 psi

รูปที่ 9 แสดงการวัดกระแสเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานตามปรกติ

จากรูปที่ 9 เป็นการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศขนาด 18000 Btu ทั่ว ๆ ไปใช้พลังงานประมาณ 2,139 W ซึ่งถ้าจ่ายค่าไฟฟ้าจะตกเดือนละ (2.139 x 8) x 31 = 530.472 หน่วย โดยที่คิดจากการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

รูปที่ 10 แสดงลักษณะการพ่นละอองน้ำ

จากรูปที่ 10 การพ่นเป็นแบบวงกระจายรัศมีประมาณ 10 CM. มีการพ่นเป็นบริเวณ 3 ส่วน โดยแบ่งจากส่วนที่ร้อนที่สุด ร้อนปานกลาง และจนใกล้จะเย็นของคอยร้อน เมื่อทางออกของท่อสารความเย็นมีความเย็นที่เพียงพอ จะส่งผลให้สารทำความเย็นที่ถูกอัดความดันเกิดเป็นของเหลวสมบูรณ์ พร้อมฉีดเข้าสู่ Evaporator (Fan coil) การที่สารทำความเย็นมีความร้อนแฝงน้อยลงจะทำให้เกิดของเหลวที่สมบรูณ์ การฉีดก็สมบูรณ์ทำให้ ความเย็นที่สร้างขึ้นเย็นมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อห้องที่เป็นโหลดทางอุณหภูมิเย็นเร็วขึ้นก็จะส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงด้วย

รูปที่ 11 แสดงการวัดความดันหลังจากการพ่นละอองน้ำ

จากรูปที่ 11 เมื่อพ่นละอองน้ำไปบนบริเวณคอยร้อนแล้วส่งผลให้ความดันในระบบลดลงประมาณ 20 psi หรือทำงานที่ 50 psi เท่านั้น

รูปที่ 12 แสดงการวัดกระแสหลังจากการพ่นละอองน้ำ

จากรูปที่ 12 เมื่อพ่นละอองน้ำไปบนบริเวณคอยร้อนแล้วส่งผลให้กระแสที่ใช้ในระบบลดลงประมาณ 1.8 Amp หรือ 1,725 W ซึ่งถ้านำมาคิดต่อเดือนจะได้ (1.725 x 8) x 31 = 427.8 หน่วยเมื่อนำมาคิดส่วนต่างกันพลังงานส่วนที่ใช้ในการพ่นน้ำ 15W จะได้ (1.740 x 8) x 31 = 431.52 หน่วย เราจะได้การลดการใช้พลังงาน 530.472 – 431.52 = 98.95 หน่วย หรือลดลง 18.65% จากการทดลองอุณหภูมิรอบข้าง และตำแหน่งการวางหัวฉีดมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก

4.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในส่วนของการติดต่อสื่อสารสามารถพัฒนาให้เป็นระบบ Wireless เพื่อฝังไว้ในเครื่องปรับอากาศโดยที่ราคาจะไม่เพิ่มจากระบบเก่ามากเท่าไรนักและจะไปลดค่าใช้จ่ายในส่วนการเดินสายควบคุมต่างๆอีกด้วย

5.กิตติกรรมประกาศ

นวัตกรรมนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยการให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีจาก ดร.วรพล ลีลาเกียรติสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของท่านอาจารย์เป็นอย่างมาก และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้นวัตกรรมนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากบทความฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

6.เอกสารอ้างอิง

[1] Jan Axelson, Embedded Ethernet and Internet Complete. Lakeview Research LLC Madison. WI 53704, *2003*

[2] บอร์ดพัฒนาระบบฝังตัวเพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต, http://lanta.giti.nectec.or.th/drupal/, เข้าถึงข้อมูลครั้งล่าสุดเมื่อ เดือนธันวาคม พ.ศ .2550

[3] Embedded System Development. http://www.tidi.nectec.or.th

[4] Modicon Modbus Protocol. Reference Guide. PI–MBUS–300 Rev. J

[5] เอกสารประกอบคำบรรยาย, *Microchip TCP/IP Stack*, 2002 Microchip Technology Incorporated.

[6] เอกสารประกอบคำบรรยาย, *Microchip TCP/IP Stack*, 2002 Microchip Technology Inc., The Microchip TCP/IP Stack (AN833)

[7] Energy Star, http://www.energystar.gov

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวอัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงาน

สมจิน เปียโคกสูง ปิยรัตน์ งามสนิท พิชญสินี กิจวัฒนาถาวร ธรา อั่งสกุล จิติมนต์ อั่งสกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Email: {somjin, piyarat, pichak, angskun, jitimon}@sut.ac.th

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวออนไลน์นับว่าเป็นเรื่องที่ผู้ใช้ระบบสืบค้นบนอินเทอร์เน็ตทั่วโลกกว่า 70% ต่างให้ความสนใจเป็นอย่างมาก และจากสภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่เกิดภาวะราคาน้ำมันไม่คงที่ นักท่องเที่ยวจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนก่อนการเดินทางเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด บทความนี้จึงนำเสนอระบบวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะซึ่งคำนึงถึงเส้นทางที่มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำที่สุด แทนที่การคำนึงถึงเส้นทางที่มีระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุด โดยได้ออกแบบขั้นตอนวิธีใหม่ในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน และพัฒนาระบบแสดงผลโดยใช้ Google API สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองพบว่าการใช้ระบบวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถประหยัดพลังงานในการเดินทางได้มากถึง 5.55% เมื่อเทียบกับการวางแผนโดยคำนึงถึงเส้นทางที่ใช้เวลาที่สั้นที่สุด และ 12.53% เมื่อเทียบกับเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด

Abstract

The online tourism is a popular topic which attracts more than 70% people using the search engine worldwide. Due to the fact that the economy problem causes unstable gas price, tourists need to plan prior their travelling for the optimal cost saving. This paper proposes an intelligent travel planning system based on the route with the lowest energy consumption rate, instead of traditional system which based on the route with the shortest distance or the shortest time. This paper designs a novel algorithm in calculating the energy consumption rate and interacts with user via the Google API. The experimental results indicate that the proposed travel planning system could save up to 5.55% on energy consumption when compared with the planning system based on the route with the shortest time and up to 12.53% when compared with the system based on the route with the shortest distance.

คำสำคัญ

Travel Planning, Energy Saving, Travelling Tourist Problem

1. บทนำ

ในปัจจุบัน อินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างยิ่ง ทั่วโลกมีผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตสูงถึงประมาณ 1,300 ล้านคน (คิดเป็น 20% ของประชากรทั้งโลก) [8] ในขณะที่เมืองไทยก็มีผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตถึงประมาณ 13.4 ล้านคน จากจำนวนการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่สูงมากดังกล่าวได้ส่งผลต่อธุรกิจในรูปแบบของตลาดออนไลน์มากขึ้นซึ่งรวมทั้งธุรกิจการท่องเที่ยว ปัจจุบันนักท่องเที่ยวจะใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลด้านการท่องเที่ยว รวมถึงการจองโรงแรมที่พัก และบริการอื่นๆ ผ่านระบบ อีคอมเมิร์ซ และอีมาร์เก็ตติ้ง แนวโน้มดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการศึกษาขององค์การส่งเสริมการท่องเที่ยวโลก (WTO) ที่พบว่าปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลให้การท่องเที่ยวโลกเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ ระบบข้อมูลข่าวสารทันสมัยและก้าวหน้ามากขึ้น และนักท่องเที่ยวมีโอกาสรับทราบข้อมูลข่าวสารการท่องเที่ยวมากขึ้นจึงหันมาสนใจเดินทางมากขึ้น [10]

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ถึงแม้ว่าตลาดการท่องเที่ยวออนไลน์จะเป็นเรื่องที่สำคัญมากในปัจจุบัน และกว่า 70% ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลทั่วโลกและคนไทย 5.5 ล้านคนต่อวัน จะใช้สำหรับการค้นข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว [3] แต่เว็บไซต์สำหรับการท่องเที่ยวที่มีอยู่ ยังมีข้อมูลไม่ละเอียดเพียงพอสำหรับความต้องการของนักท่องเที่ยว และเว็บไซต์เป็นแบบตายตัว ไม่สามารถตอบคำถามใดๆ ของนักท่องเที่ยวได้ [6] นอกจากนี้จากสภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่เกิดภาวะราคาน้ำมันไม่คงที่ การเดินทางไปในสถานที่ต่างๆ นักท่องเที่ยวจำเป็นต้องมีการวางแผนก่อนการเดินทางเป็นอย่างดีเพื่อประหยัดน้ำมันให้ได้มากที่สุด ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้

นักท่องเที่ยวสามารถใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อวางแผนการเดินทางได้โดยสะดวกรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าหากมีการพัฒนาระบบที่ช่วยวางแผนและคำนวณระยะทางที่ประหยัดพลังงานจะเป็นประโยชน์แก่นักท่องเที่ยวในสภาวะเศรษฐกิจที่ไม่แน่นอนเช่นนี้ได้

บทความนี้จึงได้พัฒนาระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อการประหยัดพลังงานขึ้นมา โดยคำนึงถึงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเป็นหลัก ซึ่งระบบนี้สามารถระบุเส้นทางที่ประหยัดน้ำมันที่สุด พร้อมทั้งจำนวนน้ำมันที่ต้องใช้ในการเดินทาง และจำนวนเงินที่เป็นค่าใช้จ่าย ณ ปัจจุบัน จากการใช้บริการเว็บ (Web Service) เพื่อปรับปรุงราคาน้ำมันให้เป็นปัจจุบันเสมอเพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายนั้น และระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้จะให้บริการผ่านเว็บ ซึ่งเป็นการนำระบบแผนที่ที่มีอยู่แล้วมาพัฒนาต่อยอดให้มีความสามารถที่แตกต่างออกไปและตรงกับความต้องการมากขึ้น โดยระบบแผนที่ในปัจจุบันได้มีการนำมาผ่านเว็บมากขึ้น [7] โดยในงานวิจัยนี้ระบบแผนที่ออนไลน์ที่นำมาเป็นตัวแบบในการพัฒนาเว็บไซต์คือ Google Maps

Google Maps เป็นบริการแผนที่ออนไลน์ของ Google ที่ให้บริการเทคโนโลยีด้านแผนที่ประสิทธิภาพสูง ใช้งานได้ง่ายและให้ข้อมูลของธุรกิจในท้องถิ่น ได้แก่ ที่ตั้งของธุรกิจ รายละเอียดการติดต่อ และเส้นทางการขับขี่ คุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของ Google Maps คือ สามารถแสดงเส้นทางได้โดยละเอียด เพียงผู้ใช้ป้อนจุดหมาย Google Maps จะวาดแผนผังที่ตั้งและ/หรือเส้นทางการขับขี่ให้ ซึ่งในการวางแผนการเดินทางผู้ใช้สามารถเพิ่มปลายทางหลายแห่งลงในเส้นทางได้ สามารถดูภาพขยายแผนที่ได้ และยังสามารถเลือกที่จะหลีกเลี่ยงเส้นทางสายใหญ่ได้ด้วย แม้ว่า Google Maps จะมีคุณสมบัติหลายประการ แต่ผู้วิจัยยังเล็งเห็นถึงข้อจำกัดในการวางแผนการเดินทาง นั่นคือ เมื่อผู้ใช้ต้องการวางแผนการเดินทางหลายจุดหมาย Google Maps จะวางแผนเส้นทางการเดินทางตามลำดับ จากจุดแรกไปยังจุดสุดท้ายตามที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ แล้วระบุเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดและเวลาที่ใช้ในการเดินทางของเส้นทางนั้น แม้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนด้วยวิธีนี้จะเป็นเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด แต่อาจไม่ทำให้ผู้ใช้เดินทางด้วยความประหยัดที่สุด เนื่องจากในความเป็นจริง การเดินทางที่ประหยัดที่สุดอาจไม่ได้เรียงลำดับจากจุดแรกไปยังจุดสุดท้ายตามที่ผู้ใช้กำหนดเสมอ แต่อาจเป็นเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งที่เป็นไปได้จากจุดหมายทั้งหมดที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ [5]

นอกจากนี้เว็บไซต์วางแผนการเดินทางที่มีอยู่ในปัจจุบันจะพัฒนาระบบวางแผนการท่องเที่ยวบนพื้นฐานของสิ่งต่างๆ อาทิเช่น การวางแผนเส้นทางการเดินทางตามลำดับสถานที่ที่ผู้ใช้ได้ป้อนเข้าไปในระบบ โดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมของเส้นทางว่าควรไปสถานที่ใดก่อนหลัง หรือการวางแผนการเดินทางตามเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด หรือระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเดินทาง แต่ในความเป็นจริงเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด หรือเวลาที่ใช้น้อยที่สุดนั้น อาจไม่ประหยัดพลังงานที่สุดเสมอไป เช่น การเดินทางโดยคำนึงถึงเส้นทางที่ระยะทางน้อยที่สุดนั้น เป็นไปได้ว่าเส้นทางการเดินทางอาจจะเป็นภูเขาที่ลาดชัน ซึ่งทำให้เสียเวลามากกว่าเส้นทางบางเส้นทางที่มีระยะทางมากกว่าก็เป็นได้ ดังนั้นการใช้พลังงานจึงมากกว่าตามไปด้วย ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอระบบวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะ ซึ่งคำนึงถึงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน แทนที่การคำนึงถึงระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุด โดยได้ออกแบบขั้นตอนวิธีใหม่ในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน และพัฒนาระบบแผนที่เพื่อแสดงผลโดยใช้ Google API

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน ระบบวางแผนเส้นทางการเดินทางผ่านอินเทอร์เน็ต อาทิเช่น เว็บไซต์วางแผนการเดินทางของวอชิงตัน ดีซี (www.wmata.com) เว็บไซต์วางแผนการเดินทางของซิดนีย์ (www.131500.info) และเว็บไซต์วางแผนของกูเกิ้ล (www.google.com/transit) จะเน้นไปที่การวางแผนการเดินทางตามสารสนเทศที่นักท่องเที่ยวระบุ โดยทั่วไปนักท่องเที่ยวจะให้ข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวกับที่อยู่ จุดหมายปลายทาง รวมถึงสิ่งที่พวกเขาชอบเป็นพิเศษ (เช่นเดียวกับการขนส่ง การเข้าถึงที่ง่าย การเดินทางด้วยจักรยาน) เว็บไซต์วางแผนการเดินทางจะใช้ข้อมูลข่าวสารที่ได้มาคำนวณเส้นทางการเดินทาง เวลาการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

โดยใช้ระบบขนส่งมวลชน เช่น รถเมล์ รถไฟ หรือรถไฟฟ้า เป็นต้น เว็บไซต์วางแผนการเดินทางอาจให้ข้อมูลแบบ point-to-point และข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม รวมถึงการให้บริการ Wi–Fi และร้านอาหารตลอดเส้นทาง การคำนวณการจัดเส้นทางของเว็บไซต์วางแผนการเดินทางเหล่านี้คำนวณอยู่บนพื้นฐานของอัลกอริทึ่มของผู้ใช้ที่มีความเฉพาะเจาะจง เช่น เส้นทางที่เร็วที่สุด การขนส่งที่น้อยที่สุด หรือค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดของการใช้ระบบขนส่งมวลชน [1] ซึ่งยังไม่มีการพัฒนาระบบซึ่งคำนึงถึงการประหยัดพลังงานหรือค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในการใช้รถยนต์เป็นพาหนะ สำหรับกุญแจของความสำเร็จของระบบวางแผนการเดินทางผ่านอินเทอร์เน็ต คือ ความแม่นยำของเส้นทาง ซึ่งความแม่นยำดังกล่าวขึ้นอยู่กับความสอดคล้องและความถูกต้องของข้อมูลสารสนเทศเป็นหลัก

4. รายละเอียดการพัฒนา

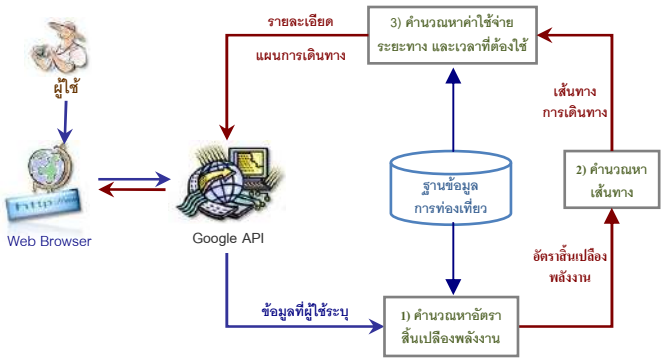
4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบวางแผนการท่องเที่ยวโดยรถยนต์เพื่อประหยัดพลังงานในการเดินทางที่พัฒนาขึ้นในบทความนี้ สามารถระบุเส้นทางที่ประหยัดน้ำมันที่สุด พร้อมทั้งระบุจำนวนเงินที่เป็นค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมัน ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยผู้ใช้จะต้องระบุจุดหมายต่างๆ ในการเดินทาง ชนิดของรถยนต์ที่ใช้ ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนาดของเครื่องยนต์ และชนิดของน้ำมันที่เติม เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้า ซึ่งระบบให้บริการในการวางแผนการเดินทางดังกล่าว จะช่วยนักท่องเที่ยวในการวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวได้อย่างประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

ระบบการวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะนี้ จะเลือกเส้นทางการท่องเที่ยวที่ประหยัดพลังงานมากที่สุด จากจุดหมายทั้งหมดที่ผู้ใช้เลือกเข้ามาในระบบ โดยการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองพลังงานจากเส้นทางที่เป็นไปได้ทุกเส้นทาง ตามการเรียงลำดับของจุดหมายที่ต่างกัน หลังจากนั้นเลือกเส้นทางที่มีการใช้น้ำมันน้อยที่สุด โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำมันจากขั้นตอนวิธีการหาอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่งานวิจัยได้นำเสนอ โดยมีการสังเคราะห์ความรู้จากข้อมูลในฐานข้อมูลและตัวแปรต่างๆ ที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบวางแผนการท่องเที่ยวเพื่อการประหยัดพลังงานที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ นักท่องเที่ยวหรือผู้ใช้สามารถระบุสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการ เลือกชนิดของรถยนต์ที่ใช้ รุ่นที่ใช้ น้ำมันที่ใช้เติม เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อให้ระบบนำข้อมูลเหล่านั้นทำการประมวลผลใหม่ เพื่อวางแผนเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมมากที่สุด โดยมีแนวความคิดจากการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ต่างกันของการขับขี่รถยนต์ในเมืองเทียบกับการขับขี่นอกเมือง นั่นคือ ในเมืองจะมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่านอกเมือง โดยกรอบแนวคิดการทำงานของระบบทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการทำงานของระบบวางแผนการท่องเที่ยวเพื่อการประหยัดพลังงาน

จากรูปที่ 1 ส่วนของการวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวที่เหมาะสมที่สุด แบ่งกระบวนการในการทำงานเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) คำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน

1.1) ผู้ใช้ระบุสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการ เลือกชนิดของรถยนต์ที่ใช้ รุ่นที่ใช้ น้ำมันที่ใช้เติม (โดยใช้ข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล)

1.2) คำนวณหาระยะทาง (กิโลเมตร) และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง) ระหว่าง 2 จุดที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1.3) คำนวณหาความเร็วโดยเฉลี่ยระหว่างสองจุด (กิโลเมตร/ชั่วโมง) เพื่อนำมาหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

1.4) เปรียบเทียบ (จากความเร็ว) ว่าเป็นถนนนอกเมืองหรือถนนในเมือง ซึ่งจากการเปรียบเทียบนี้จะทราบถึงการใช้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันที่แตกต่างกัน (ยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์มีผลต่อการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเช่นกัน)

1.5) คำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใช้ระหว่างสองจุดที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล

2) คำนวณหาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่สุด จากการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในข้อที่ 1. ระบบจะทำการสร้างรูปแบบเพื่อเปรียบเทียบหาเส้นทางที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยที่สุดและเลือกเส้นทางนั้น

3) คำนวณหาค่าใช้จ่าย ระยะทางและเวลาที่ต้องใช้หลังจากที่ระบบเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละครั้ง ระบบจะทำการคำนวณค่าใช้จ่าย ระยะทางและเวลาทั้งหมดที่ต้องใช้ในการเดินทาง เพื่อนำเสนอต่อผู้ใช้ด้วย

โดยระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อการประหยัดพลังงานที่พัฒนาขึ้น จะนำไปเปรียบเทียบเทียบกับระบบการวางแผนที่คำนึงถึงเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด และเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด เพื่อวัดความคุ้มค่าของการใช้พลังงานของระบบวางแผนอัจฉริยะนี้

ในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานถ้าไม่มีการนำปัจจัยที่เป็นความแตกต่างของถนนในเมืองและถนนนอกเมืองเข้ามาคำนวณร่วมกัน จะทำให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเท่ากันในทุกๆ เส้นทาง กล่าวคือ เส้นทางที่ใช้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด จะเท่ากับเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและเท่ากับเส้นทางที่ใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดนั่นเอง แต่ในลักษณะการเดินทางที่มีการนำปัจจัยที่เป็นถนนนอกเมืองและถนนในเมืองมาคำนวณร่วมด้วย จะมีผลกระทบต่อแนวความคิดนี้ ซึ่งผลการทดสอบจะแสดงไว้ในหัวข้อที่ 5

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ในการคำนวณหาเส้นทางการท่องเที่ยวที่ประหยัดพลังงานมากที่สุดเพื่อการวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวที่เหมาะสมที่สุดนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอีกหลายส่วนนำมาประกอบการพัฒนาระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยว อาทิเช่น

1) รถยนต์ชนิดเดียวกันที่เลือกเติมน้ำมันต่างชนิดกัน (น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันแก๊สโซฮอล์) ส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่างกันด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำชนิดของน้ำมันมาคำนวณในส่วนของค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียเท่านั้น

2) รถยนต์ต่างชนิดกันมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานทั้งในเมืองและนอกเมืองที่ต่างกัน ในงานวิจัยนี้จึงจัดเก็บข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้เท่านั้น แต่สามารถให้ผู้ใช้ปรับเปลี่ยน หรือเพิ่มเติมค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถของผู้ใช้ระบบได้

3) สถานที่ที่ผู้ใช้เลือกอาจต้องไปมากกว่าหนึ่งครั้ง เช่น ผู้ใช้เลือกที่พัก และต้องการท่องเที่ยว 2 คืน โดยกลับมาพักที่พักเดิม เป็นต้น เหตุการณ์นี้จะส่งผลต่อการคำนวณรูปแบบการเดินทางที่ซับซ้อนอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีขอบเขตของการวางแผนท่องเที่ยวแบบไป-กลับ ณ จุดเดิม และแต่จะจุดยกเว้นจุดเริ่มต้น จะไปได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

นอกจากนี้การวางแผนการท่องเที่ยวให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวให้ได้มากที่สุด จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวอีกมาก เพื่อนำมาประกอบการพัฒนาระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเช่นเดียวกัน ซึ่งไม่ได้นำมาพิจารณาในบทความนี้

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะนี้จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 การทดสอบรูปแบบในการเดินทางที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคการหาเส้นทางต่างๆ; และแบบที่ 2 การทดสอบการใช้เทคนิคการหาเส้นทางที่ต่างกันในชุดข้อมูลต่างๆ ที่มีรูปแบบการเดินทางที่เหมือนกัน ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละการทดสอบดังนี้

แบบที่ 1 จะสุ่มตัวอย่างข้อมูล 3 ชุด และแต่ละชุดจะเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการ 5 สถานที่ โดยชุดแรกสถานที่เหล่านั้นต้องอยู่ภายในเมืองทั้งหมด ชุดที่สองอยู่ภายนอกเมืองทั้งหมด และชุดที่สามอยู่ทั้งภายในเมืองและภายนอกเมืองคละกัน โดยชนิดของรถยนต์ที่ใช้จะมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของภายในเมือง 24 กม./ลิตร และภายนอกเมือง 30 กม./ลิตร และใช้เกณฑ์แบ่งประเภทเส้นทางว่าเป็นภายในเมืองหรือภายนอกเมืองที่ความเร็ว 70 กม./ชม.

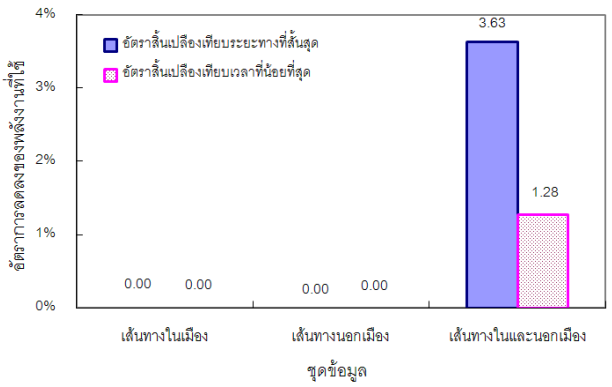
แบบที่ 2 จะสุ่มตัวอย่างข้อมูลที่แตกต่างกันจำนวน 10 ชุด โดยแต่ละชุดจะเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการ 5 สถานที่ และสถานที่เหล่านั้นต้องอยู่ทั้งภายในเมืองและภายนอกเมือง

คละกัน โดยชนิดของรถยนต์เกณฑ์แบ่งประเภทเส้นทางจะเหมือนกับการทดสอบแบบที่ 1

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

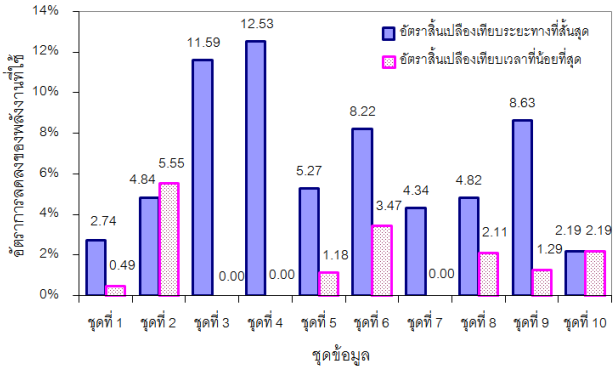
จากการจำลองสภาพแวดล้อมเพื่อทดสอบระบบที่นำเสนอในบทความนี้ ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล ในการทดสอบแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

แบบที่ 1 การทดสอบรูปแบบในการเดินทางที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคการหาเส้นทางต่างๆ ปรากฏผลการทดสอบดังรูปที่ 2 ซึ่งจากภาพพบว่า เส้นทางภายในเมือง และเส้นทางภายนอกเมือง ที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำสุด เทคนิคการหาระยะทางที่สั้นที่สุด และเทคนิคการหาเวลาที่น้อยที่สุด จะใช้อัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่เท่ากันหรือได้เส้นทางเดียวกันนั่นเอง ในขณะที่การทดสอบเส้นทางที่มีภายในและภายนอกเมืองคละกัน เทคนิคการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำสุดจะได้เส้นทางที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเส้นทางที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาระยะทางที่สั้นที่สุด และเวลาที่น้อยที่สุด โดยสามารถลดการสิ้นเปลืองพลังงานได้ 3.63% และ 1.28% ตามลำดับ



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการหาเส้นทางเมื่อใช้กับเส้นทางภายในเมือง เส้นทางภายนอกเมือง และเส้นทางภายในและภายนอกเมืองคละกัน

แบบที่ 2 การทดสอบการใช้เทคนิคการหาเส้นทางที่ต่างกันในชุดข้อมูล 10 ชุด เพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดจากสถานที่ท่องเที่ยวทั้งหมดที่ผู้ใช้เลือก ปรากฏผลการทดสอบดังรูปที่ 3 ซึ่งจากภาพพบว่า เส้นทางที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำสุด จะได้เส้นทางที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเส้นทางที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาระยะทางที่สั้นที่สุด และเวลาที่น้อยที่สุด โดยสามารถลดการสิ้นเปลืองพลังงานได้มากถึง 12.53% และ 5.55% ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับชุดข้อมูล แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการเลือกเส้นทางโดยพิจารณาจากอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำสุดสามารถช่วยลดต้นทุนทางการเดินทางได้จริง โดยเส้นทางที่ได้มานั้นอาจไม่ใช่เส้นทางที่สั้นที่สุดเสมอไป แต่อย่างไรก็ตามในชุดข้อมูลบางชุดนั้น การเลือกเส้นทางโดยใช้เวลาที่น้อยที่สุดมีแนวโน้มที่จะเลือกเส้นทางที่ให้ผลด้านอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่ใกล้เคียงกับการหาเส้นทางโดยใช้เทคนิคการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำที่สุด



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการหาเส้นทางเมื่อใช้เทคนิคการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำที่สุด ระยะทางที่สั้นที่สุด และเวลาที่น้อยที่สุด

ทั้งนี้ระบบวางแผนการเดินทางที่นำเสนอนี้ จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง หากนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการวางแผนการเดินทางของนักท่องเที่ยว การจัดรถท่องเที่ยวของบริษัททัวร์ หรือการบริการขนส่งสินค้า ที่ต้องมีการเดินทางอยู่เป็นประจำ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่างๆ ได้อย่างมาก

6. บทสรุป

โดยทั่วไป เว็บไซต์วางแผนการเดินทางที่มีอยู่ในปัจจุบันจะสร้างแผนการท่องเที่ยวตามลำดับสถานที่ที่ผู้ใช้ได้ป้อนเข้าไปในระบบ โดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมของเส้นทางว่าควรไปสถานที่ใดก่อนหลัง หรือสร้างแผนการเดินทางตามเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด หรือระยะเวลาที่น้อยที่สุดเป็นหลัก โดยแผนเหล่านั้นอาจไม่ประหยัดพลังงานที่สุดเสมอไป บทความนี้จึง

นำเสนอระบบวางแผนการท่องเที่ยวอัจฉริยะ ซึ่งคำนึงถึงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน แทนที่การคำนึงถึงระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุด โดยได้ออกแบบขั้นตอนการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน และพัฒนาระบบแผนที่เพื่อแสดงผลโดยใช้ Google API ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองพบว่าเทคนิคการเลือกเส้นทางโดยพิจารณาจากอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำสุด สามารถช่วยลดต้นทุนทางการเดินทางได้จริง และหากองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางอยู่เป็นประจำ นำไปประยุกต์ใช้ ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กรนั้นเป็นอย่างมาก

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในการวางแผนการท่องเที่ยวที่เหมาะสมที่สุดนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอีกในหลายๆ ส่วนนำมาประกอบการพัฒนาระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยว อาทิเช่น ในแง่มุมของสภาพภูมิอากาศสำหรับแต่ละสถานที่ ที่ย่อมมีผลต่อการตัดสินใจในการวางแผนเดินทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยว รวมถึงอุณหภูมิ เมฆที่ปกคลุม ลม ความชื้นสัมพัทธ์และทัศนวิสัยต่างๆ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับความสอดคล้องและความถูกต้องของด้านสถิติเกี่ยวกับความเร็วและความเชื่อถือได้ของแบบจำลองการพยากรณ์อากาศ แง่มุมของเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานที่ท่องเที่ยวและเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทาง เพราะบางเส้นทางอาจมีเหตุการณ์ที่ทำให้การเดินทางบนเส้นทางนั้นต้องใช้เวลานานหรือใช้พลังงานเกินกว่าที่คำนวณไว้ เช่น การจราจรติดขัด สภาพแวดล้อมของถนน เป็นต้น โดยแง่มุมเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคำนวณหาเส้นทางและส่งผลต่อการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวที่ควรนำมาประกอบการพัฒนาระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวทั้งสิ้น

อย่างไรก็ตาม ถ้าระบบมีข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนทั้งหมดแล้ว ปัญหาที่น่าท้าทายถัดไปคือ การคำนวณหาแผนการท่องเที่ยวที่ดีที่สุด ซึ่งคล้ายกับปัญหาของการเดินทางของพนักงานขาย (TSP - Travelling Salesman Problem) [4] ที่ถูกจัดอยู่ในปัญหาประเภท NP-hard หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก [2] แต่อย่างไรก็ตาม TSP คำนึงถึงเส้นทางและต้นทุนระหว่างเส้นทางเท่านั้น ขณะที่ปัญหาของนักท่องเที่ยวในการเดินทาง (TTP – Travelling Tourist Problem) จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ อีกมาก เช่น สถานที่ที่น่าสนใจ เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานที่นั้น ที่พักในแต่ละวัน และสภาพอากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากกว่ามาก [9] ดังนั้นคณะผู้วิจัยจะดำเนินการทำวิจัยต่อไปในอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Angskun, J. and Angskun, T. (2008). Online Trip Planners for the Tourism Industry', Suranaree Journal of Social Science, Volume 2, No. 1, pp. 33-45.

[2] Baase, S. and Gelder, A. V. (2000). Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis. 3. New York: Addison-Wesley.

[3] Comscore. (2005). Comscore Media Metrix. [On-line]. Available: http://www.comscore.com

[4] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L. and Stein, C. (2001). Introduction to Algorithms. 2. Cambridge, MA: MIT Press.

[5] Google. (2007). ความช่วยเหลือสำหรับ Google Maps [On-line]. Available: http://maps.google.com

[6] Pease, W. R., Rowe, M. and Cooper, M. (2007). Information and Communication Technologies in Support of the Tourism Industry. Hershey, PA: IGI Global.

[7] Peterson, M. P. (2003). MAPS AND THE INTERNET. Burlington, MA: Elsevier.

[8] Miniwatts, M. G. (2008). World Internet Usage and Population Statistics. [On-line]. Available: http://www.internetworldstats.com

[9] Stanley, H. E. and Buldyrev, S. V. (2001). Statistical physics: The salesman and the tourist. Nature 413, 373-374.

[10] World Tourism Organization. (2007). Yearbook of Tourism Statistics. 59th Edition: WTO Pubns.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว

ฤเชาว์ ภู่ประดับศิลป์ ปกาศิต สมศิริ ประพนธ์ จิตรกรียาน กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์
หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาการควบคุมและระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
E-mail: ruchao.pupadubsin@nectec.or.th,pakasit.somsiri@nectec.or.th,prapon.jitkreeyarn@nectec.or.th
kanokvate.tungpimolrut@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบการควบคุมการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวโดยเสนอวิธีที่ง่ายไม่มีการคำนวณที่ยุ่งยากและระบบสามารถติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดี ผลการทดสอบระบบแสดงให้เห็นผลการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดตลอดทั้งวันตามการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงและประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบในการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้คือ 97.5%

Abstract

This paper proposes a maximum power point tracking (MPPT) control system for a stand-alone solar pump system. The proposed MPPT method is based on simple algorithm to obtain good performance. The experimental results show that the proposed MPPT method can track the maximum power point effectively for different solar radiation throughout the day with 97.5% averaged efficiency.

คำสำคัญ

การติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุด, ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1. บทนำ

แหล่งพลังงานในปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลงอันเนื่องมาจากปริมาณความต้องการในการบริโภคไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรมหรือภาคครัวเรือนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาวิกฤตขาดแคลนพลังงานจึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อรับกับวิกฤตที่จะเกิดขึ้น พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหนึ่งซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานอาศัยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นตัวแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ถึงแม้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพดีจะมีราคาสูง แต่ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นในการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานจึงจำเป็นต้องใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สร้างขึ้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความเข้มของแสงและอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ขณะนั้น ดังนั้นในระบบการควบคุมพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงต้องการ การควบคุมที่สามารถดึงเอาพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น ไม่ว่าสภาพอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

การควบคุมด้วยวิธีการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุด เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายในการควบคุมระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีเทคนิคต่างๆ เช่น วิธีเทียบสัดส่วนแรงดันขณะเปิดวงจร (A fixed percentage of the open-circuit voltage) [1] วิธีนี้ใช้สมมุติฐานที่ว่าแรงดันที่จุดจ่ายกำลังสูงสุดจะมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับแรงดันขณะเปิดวงจร โดยกำหนดให้แรงดันที่จุดจ่ายกำลังสูงสุดมีค่าประมาณ 73-80 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันขณะเปิดวงจร ข้อเสียของวิธีนี้คือจะทำให้การทำงานของโหลดไม่ต่อเนื่อง วิธีการรบกวนและการสังเกต(Perturbation and Observation: P&O)[1],[2],[3] วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนทำงานเป็นคาบเวลาโดยใช้การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในคาบเวลาปัจจุบันกับคาบเวลาก่อนหน้า ข้อเสียคือเมื่อเกิดการ

เปลี่ยนแปลงปริมาณแสงอย่างรวดเร็วจะทำให้การติดตามจุดจ่ายกำลังสูงสุดผิดพลาด วิธีเพิ่มค่าความนำ(Incremental conductance) [4] วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีสามารถแก้ข้อเสียของวิธีการรบกวนและการสังเกตในกรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงอย่างรวดเร็วได้ดี แต่ก็จะมีวิธีการคำนวณเพิ่มเข้าไป งานวิจัยชิ้นนี้จะนำเสนอการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว(Stand-Alone System) [5] โดยนำเทคนิคในการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้กล่าวข้างต้น มาใช้เพื่อให้ระบบสามารถใช้งาน พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. วิธีเพิ่มค่าความนำ

จากกราฟความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้ากับแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ในรูปที่ 1 จะได้ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันคือ

- ถ้า $\frac{dP}{dV} > 0$ แสดงว่าจุดทำงานอยู่ทางด้านซ้ายของจุดจ่ายกำลังสูงสุด

- ถ้า $\frac{dP}{dV} = 0$ แสดงว่าจุดทำงานอยู่ที่จุดจ่ายกำลังสูงสุด

- ถ้า $\frac{dP}{dV} < 0$ แสดงว่าจุดทำงานอยู่ทางด้านขวาของจุดจ่ายกำลังสูงสุด

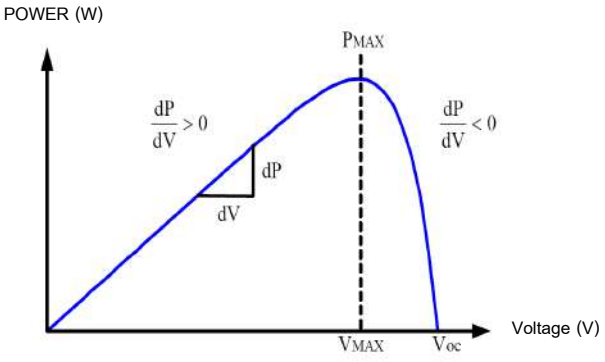
ดังนั้นถ้าเราจัด $\frac{dP}{dV}$ ใหม่ให้อยู่ในรูปของกระแส และแรงดันจะได้สมการเป็น

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d\left(VI\right)}{dV} = I + V\left(\frac{dI}{dV}\right) \qquad (1)$$

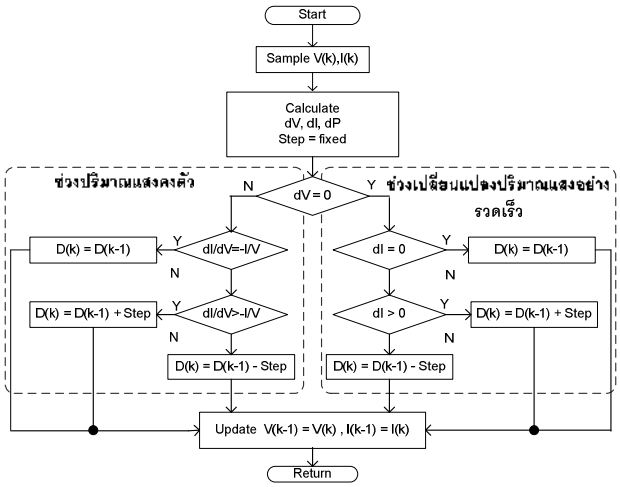
ดังนั้นที่จุดจ่ายกำลังสูงสุดจะได้ค่าเป็น

$$\frac{I}{V} + \frac{dI}{dV} = 0 \qquad (2)$$

โดย $\frac{I}{V}$ คือค่าความนำของเซลล์แสงอาทิตย์ และ $\frac{dI}{dV}$ คือค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความนำ ซึ่งถ้าผลรวมของสมการมีค่าเป็นบวกแสดงว่าระบบกำลังทำงานทางด้านซ้ายของจุดจ่ายกำลังสูงสุด ตัวระบบก็จะปรับค่า Duty Cycle (D) เพิ่มขึ้น



รูปที่ 1. ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้ากับแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์

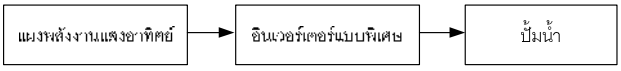


รูปที่ 2. ขั้นตอนการทำงานของวิธีเพิ่มค่าความนำ

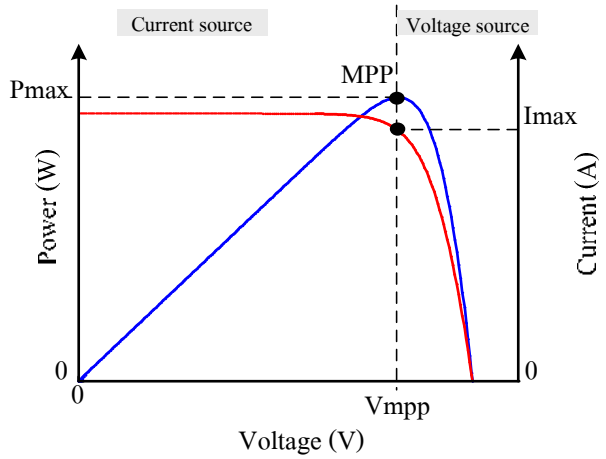
แต่ถ้าผลรวมมีค่าเป็นลบแสดงว่าระบบทำงานอยู่ทางด้านขวาของจุดจ่ายกำลังสูงสุดระบบก็จะปรับลดค่า D ลง และถ้าผลรวมมีค่าเท่ากับศูนย์แสดงว่าระบบทำงานที่จุดจ่ายกำลังสูงสุดระบบก็จะคงค่า D เดิมนั้นไว้ วิธีนี้จะสามารถหาจุดจ่ายกำลังสูงสุดได้แม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงอย่างรวดเร็วขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 2

3. ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวเป็นระบบสูบน้ำที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ปั๊มน้ำโดยไม่มีการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอร์รี่ดังนั้นระบบสูบน้ำแบบนี้จะใช้งานได้เฉพาะในเวลาที่มีแสงอาทิตย์เท่านั้น ข้อดีของระบบนี้ก็คือทนทานและไม่จำเป็นต้องดูแลซ่อมบำรุงเอาใจใส่มากเหมาะสำหรับใช้ในระบบชลประทานที่ห่างไกลและทุรกันดาน

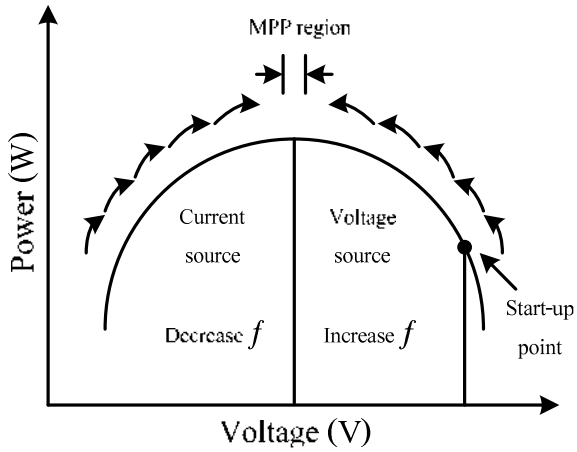


รูปที่ 3. บล็อกการทำงานของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว



รูปที่ 4. คุณลักษณะกำลังไฟฟ้าและกระแสต่อแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 3 แสดงบล็อกการทำงานของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวซึ่งประกอบไปด้วย แผงพลังงานแสงอาทิตย์, อินเวอร์เตอร์แบบพิเศษที่มีฟังก์ชั่นควบคุมการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดและปั๊มน้ำมีมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสเป็นตัวขับเคลื่อน รูปที่ 4 เป็นกราฟคุณลักษณะกำลังไฟฟ้าและกระแสต่อแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ความเข้มแสงค่าหนึ่ง จุด MPP เป็นจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์จากกราฟคุณลักษณะกระแสต่อแรงดัน สามารถแบ่งส่วนการทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 2 ส่วน ทางซ้ายจะทำงานเป็นแหล่งจ่ายกระแส (กระแสคงที่) และทางขวาจะทำงานเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน (แรงดันคงที่) ในระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวจะได้รับกำลังไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงโดยไม่มีการต่อคอนเวอร์เตอร์ช่วยในการรักษาระดับแรงดันหรือกำลังไฟฟ้า เมื่อความเร็วของปั๊มน้ำเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความถี่เอาต์พุทของอินเวอร์เตอร์ แรงดันที่แผงพลังงานแสงอาทิตย์ก็จะลดลง ซึ่งนั่นทำให้สามารถควบคุมจุดทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยการปรับความถี่เอาต์พุทของอินเวอร์เตอร์ ดังนั้นเพื่อให้ระบบทำงานที่จุด MPP เมื่อ



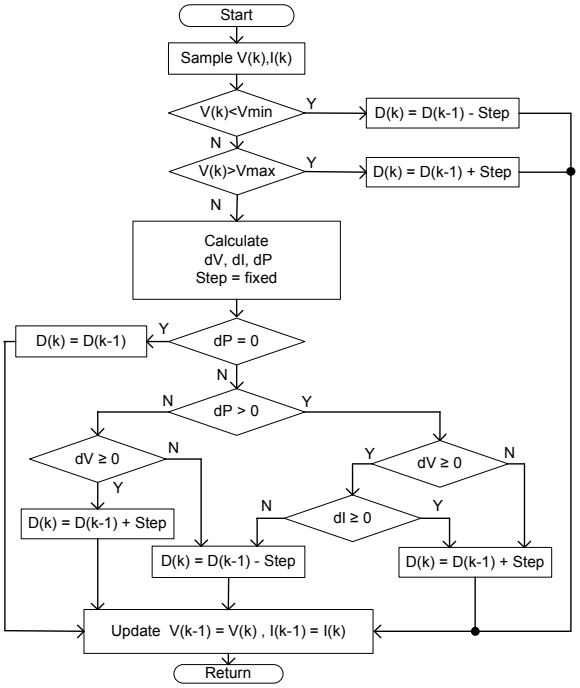
รูปที่ 5. การติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานเป็นแหล่งจ่ายกระแส(Current source) ก็จะต้องลดความถี่ลงและเมื่อแผงพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage source) ก็จะต้องเพิ่มความถี่ขึ้น โดยจุดเริ่มต้นการทำงานของระบบจะอยู่ในส่วนของการทำงานเป็นแหล่งจ่ายแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 5

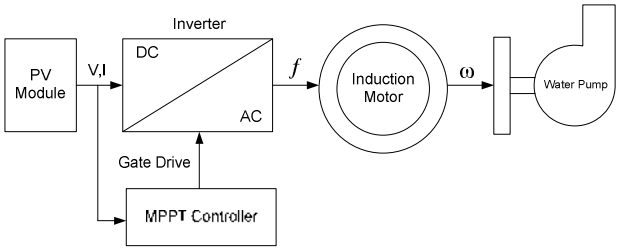
4. วิธีที่นำเสนอ

จากหลักการวิธีการหาจุดจ่ายกำลังสูงสุดและคุณลักษณะของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวตามที่กล่าวไปข้างต้นนั้น วิธีเพิ่มค่าความนำ ให้ประสิทธิภาพดีทั้งช่วงแสงคงที่และเมื่อแสงเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วแต่มีขั้นตอนการคำนวณที่เพิ่มมากขึ้น วิธีที่นำเสนอนี้จะลดขั้นตอนการคำนวณของวิธีเพิ่มค่าความนำนำมาปรับใช้ให้เข้ากันกับคุณลักษณะของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว จากสมการของวิธีเพิ่มค่าความนำ ที่ (1) นำมาพิจารณาได้เป็น

- $\frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V}$ เท่ากับ $\left(\frac{dP}{dV} = 0\right)$ โดยที่ $dP = 0$ จุด MPP
- $\frac{dI}{dV} > -\frac{I}{V}$ เท่ากับ $\left(\frac{dP}{dV} > 0\right)$ โดยที่ $dP < 0$ และ $dV < 0$ หรือ $dP > 0$ และ $dV > 0$ อยู่ในส่วนทำงานเป็นแหล่งจ่ายกระแส



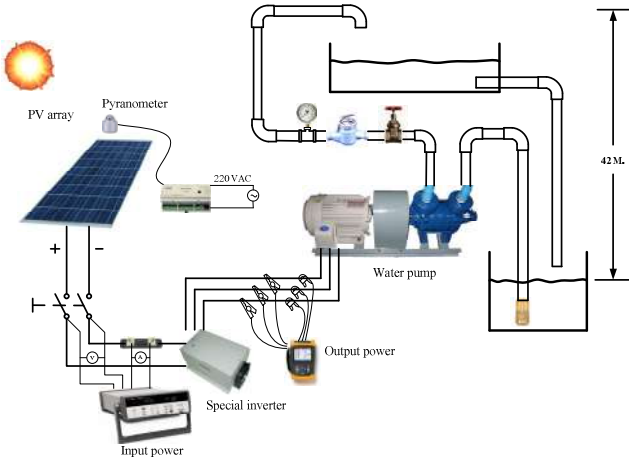
รูปที่ 6. ขั้นตอนการทำงานของวิธีที่นำเสนอ



รูปที่ 7. ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยว

- $\frac{dI}{dV} < -\frac{I}{V}$ เท่ากับ $\left(\frac{dP}{dV} < 0\right)$ โดยที่ $dP < 0$ และ $dV > 0$ หรือ $dP > 0$ และ $dV < 0$ อยู่ในส่วนทำงานเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน

โดยเพิ่มในส่วนของ $dI > 0$ เข้ามาช่วยในกรณีที่แสงมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การพิจารณาจะสังเกตดูค่าการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้า(dP),แรงดัน(dV)และกระแส(dI) เพียงอย่างเดียว ขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 6 ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวแสดงดังรูปที่ 7 โดยนำพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอินเวอร์เตอร์เป็นตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อใช้กับมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส โดยมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมให้ระบบทำงานที่จุดจ่าย



รูปที่ 8. ระบบที่ใช้ทดสอบ

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดเวลา ซึ่งจะมีการตรวจจับค่าของกระแสและแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาคำนวณหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ โดยใช้เทคนิคการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่นำเสนอคำนวณและส่งค่า D ออกมาไปควบคุมความเร็วรอบ ของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับปั๊มสูบน้ำโดยวิธีที่ใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์เป็นแบบแรงดันต่อความถี่ (v/f) ใช้ได้กับแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาด 300-380 โวลต์ พิกัดแรงดันขาเข้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส เท่ากับ 220 โวลต์

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 3705 วัตต์

แรงดันที่จุดทำงานสูงสุด = 304 โวลต์

กระแสที่จุดทำงานสูงสุด = 12.17 แอมป์

มอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 3700 วัตต์

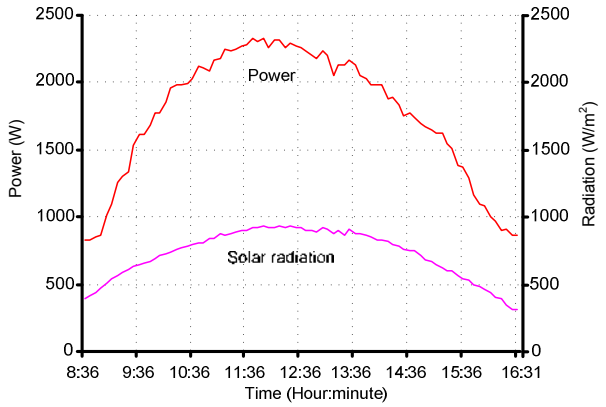
แรงดัน 220 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิตร์ซ

โหลดของปั๊มน้ำขนาด 2500 วัตต์

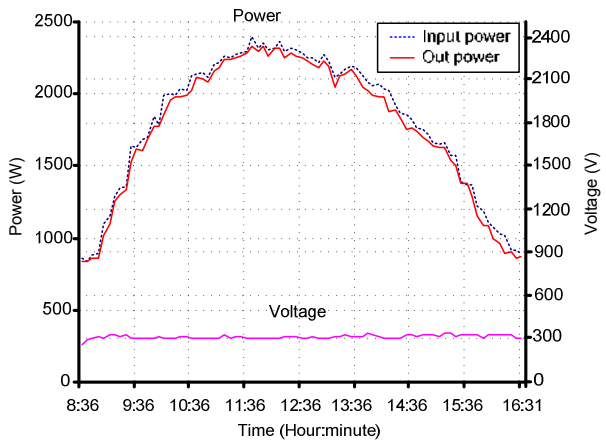
ความสูงของท่อที่ใช้สูบน้ำ 42 เมตร

5. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบใช้งานระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวระบบที่ใช้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 8 มีการวัดค่ากำลังไฟฟ้าทั้งทางขาเข้าและขาออกหาประสิทธิภาพของระบบพร้อมกันนี้ยังวัดระดับความเข้มของแสงเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้โดยใช้ตัววัดความเข้มแสง(Pyranometer) เป็นตัววัดค่าโดยทำการทดสอบและวัดค่าต่างๆมาสังเกตผลตลอดทั้งวัน



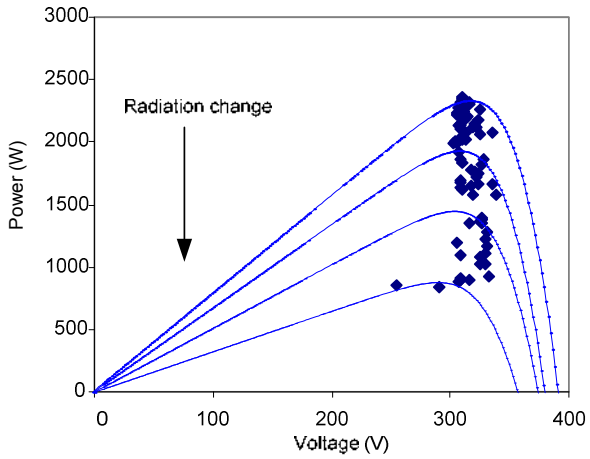
รูปที่ 9. แสดงกำลังไฟฟ้าขาออกเทียบกับความเข้มแสง



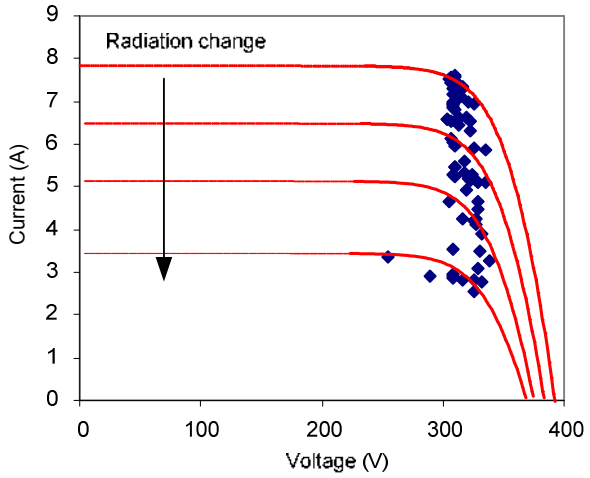
รูปที่ 10. แสดงกำลังไฟฟ้าขาเข้ากำลังไฟฟ้าขาออกและแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกัน

5.1 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระบบตลอดทั้งวัน วันที่ 12 มกราคม 2552 รูปที่ 9 แสดงกำลังไฟฟ้าขาออกที่ระบบทำงานได้เปรียบเทียบกับความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน ซึ่งผลการทดสอบระบบสามารถติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดตามความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงได้ดีตลอดทั้งวัน ที่จุดความเข้มแสงสูงสุดระบบสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 2328 วัตต์ รูปที่ 10 แสดงกำลังไฟฟ้าขาเข้ากำลังไฟฟ้าขาออกและแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกันคำนวณค่าประสิทธิภาพของระบบได้เท่ากับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ รูปที่ 11 แสดงจุดทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของระบบเปรียบเทียบกับกราฟคุณลักษณะกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์และรูปที่ 12 แสดงจุดทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของระบบเปรียบเทียบกับกราฟคุณลักษณะกระแสและแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถทำให้



รูปที่ 11. แสดงจุดทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของระบบเปรียบเทียบกับกราฟคุณลักษณะกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 12. แสดงจุดทำงานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของระบบเปรียบเทียบกับกราฟคุณลักษณะกระแสและแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานที่จุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ดีทุกความเข้มแสง

6. บทสรุป

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเดี่ยวด้วยวิธีการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่นำเสนอ ได้นำมาประยุกต์ใช้กับระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสโดยการควบคุมแบบแรงดันต่อความถี่ ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพดีสามารถติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ดีทุกช่วงความเข้มแสงตลอดวัน ระบบสามารถดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายได้ พร้อมกันนั้นยังเป็นวิธีที่ง่ายมีการคำนวณที่ไม่ยุ่งยากเหมาะ

สำหรับงานที่ต้องการต้นทุนต่ำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานที่ใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ผลการทดสอบและพัฒนาระบบ ของงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับความร่วมมือจากศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] D. P. Hohm and M. E. Ropp, “Comparative study of maximum power point tracking algorithms,” *Progress in Photovoltaic: Research and Application*, vol. 11, no. 1, pp. 47-62, 2003.

[2] Y. Kim, H. Jo and D. Kim, “A new peak power tracker for cost-effective photovoltaic power systems,” *Proceedings of the IEEE Energy Conversion Engineering Conference*, Washington DC, USA, vol. 3, pp. 1673-1678, August 1996.

[3] T. Kawamura, “Analysis of MPPT characteristics in photovoltaic power systems,” *Proceedings of the Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 47, no. 1-4, pp. 155-165, October 1997.

[4] K. H. Hussein, I. Muta, T. Hoshino and M. Osakada, “Maximum photovoltaic power tracking an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions,” *IEE Proceeding on Generation, Transmission, and Distribution*, vol. 142, no. 1, pp. 59-64, January 1995.

[5] R. E. Katan, V. G. Agelidis and C. V. Nayar, “Performance analysis of a solar water pumping system,” *Proceeding of Power Electronics, Drives and Energy Systems for Industrial,* New Delhi, India, vol. 1, pp. 81-87, January 1996.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายด้วยวิธี Simulated Annealing

วรศักดิ์ ปัญญาสาระคุณ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
toeymairad@hotmail.com

ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
narata_ch@hotmail.com

พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
bporr@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการ Simulated annealing (SA) เพื่อหาตำแหน่งเหมาะสมสำหรับการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเข้ากับระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อให้กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Power loss) และค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบ (System contingency) มีค่าต่ำที่สุด โดยพิจารณาตำแหน่งและจำนวนโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย ในการจำลองผลการทดลองบนระบบ IEEE 30 บัสแสดงให้เห็นว่าวิธีการค้นหาแบบ Simulated Annealing สามารถหาตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายด้วยเวลาการประมวลผลที่เร็วกว่าวิธีการค้นหาแบบ Genetic Algorithm(GA) 67.85% นอกจากนั้นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายจำนวน 2 เครื่องยังสามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบจาก 4.77 MW เป็น 3.74 MW หรือคิดเป็น 21.59 %

Abstract

This paper proposes simulated annealing (SA) to find optimal placement of Distributed Generation (DG) to simultaneously minimize power loss and system contingency, which considers placement and number of DG. Simulation results on IEEE 30 bus show that SA can find the optimal solution with less computing time than genetic algorithm(GA) about 67.85 %. Furthermore, 2 DG can reduce the power loss from 4.77 MW to 3.74 MW or 21.59 %

คำสำคัญ

Simulated annealing, Genetic algorithm, Distributed generation, System contingency

1. บทนำ

โรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย (Distributed generation) [1-2] เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เมื่อต่อเข้ากับระบบไฟฟ้ากำลังแล้วมีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพและเสถียรภาพให้กับระบบไฟฟ้ากำลัง อีกทั้งยังมีการลงทุนที่ต่ำกอปรกับการพัฒนาด้านวิศวกรรมทำให้ประสิทธิภาพไม่ต่างจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่มากนัก

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP) ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 10 MW. รวมถึงการใช้พลังงานหมุนเวียนมีปริมาณเพิ่มขึ้น ดังแสดงรายละเอียดสถานภาพของผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสถานภาพของผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ณ เดือนมิถุนายน 2551

สถานะ	จำนวน (ราย)	กำลังผลิตติดตั้ง (MW)	ปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขาย (MW)
ยื่นข้อเสนอขายไฟฟ้า	442	2,611.746	1,858.434
ได้รับการตอบรับซื้อไฟฟ้า	296	1,622.631	1,054.312
ขายไฟฟ้าเข้าระบบ	98	539.233	213.592

ที่มา : สำนักนโยบายและแผนพลังงาน

จากข้อมูลสถานภาพผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ณ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 นั้นมีผู้ยื่นข้อเสนอขายไฟฟ้าถึง 442 ราย ซึ่งได้รับการตอบรับแล้ว 296 รายและทำการขายไฟฟ้าเข้าระบบแล้ว 98 ราย แสดงให้เห็นว่าในอนาคตยังมีผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่กำลังจะขายไฟฟ้าเข้าระบบอีกถึง 198 ราย ซึ่ง

เป็นอัตราการเพิ่มขึ้นที่สูงมาก ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่กำลังจะยื่นข้อเสนอขาย

การติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายของผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่เพิ่มขึ้นมากในระบบนั้น ย่อมส่งผลต่อค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียและประสิทธิภาพของระบบแตกต่างกันไปในแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้ง ยิ่งมีจำนวนและตำแหน่งติดตั้งของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเพิ่มมากขึ้น ย่อมส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบไฟฟ้ากำลังที่อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลง รวมทั้งค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบซึ่งอาจมีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลงได้เช่นกัน ฉะนั้นการค้นหาตำแหน่งการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่ส่งผลให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้นและเหมาะสมที่สุดจึงจำเป็นต่อระบบไฟฟ้ากำลังอย่างยิ่ง

สำหรับบทความนี้นำเสนอถึงแนวทางการวิเคราะห์หาตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายขนาดไม่เกิน 10 MW. ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อรองรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายมากที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งได้กำหนดฟังก์ชันเป้าหมายไว้ 2 ข้อ คือกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำสุดและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบมีค่าน้อยสุด โดยพิจารณาสองฟังก์ชันเป้าหมายพร้อมกัน (Multi-objective)

ในการจำลองผลนั้น ทำได้โดยติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายจำนวน 1 และ 2 โรง ขนาด 10 MW เข้าสู่ระบบทดสอบ IEEE 30 บัส ซึ่งทำให้เกิดความเป็นไปได้ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายได้หลากหลายเหตุการณ์ ฉะนั้นการเลือกตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่เหมาะสมที่สุดจึงต้องมีวิธีการค้นหาที่มีประสิทธิภาพ ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการค้นหาแบบ Simulated annealing (SA) [3-4] เปรียบเทียบกับวิธีการค้นหาแบบ Genetic algorithm (GA) [5]

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องจากการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเข้าในระบบไฟฟ้ากำลังนั้น มีผลให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นกับตำแหน่งและจำนวนที่ติดตั้ง ดังนั้นเพื่อให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีประสิทธิภาพโดยรวมเหมาะสมที่สุด กล่าวคือระบบไฟฟ้ากำลังต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบที่ต่ำที่สุด จึงเขียนเป็นสมการฟังก์ชันเป้าหมายได้ดังนี้

$$\text{Minimize} \quad \omega_1 P_L(S) + \omega_2 Vf_{comtin}(S) \tag{1}$$

โดยมีสมการเงื่อนไขเป็นสมการที่ (2) – (5)

$$P_i = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}|V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \tag{2}$$

$$Q_i = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}|V_i||V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \tag{3}$$

$$P_{Gi,min} \le P_{Gi} \le P_{Gi,max}, \ \forall i \in NG \tag{4}$$

$$Q_{Gi,min} \le Q_{Gi} \le Q_{Gi,max}, \ \forall i \in NG \tag{5}$$

เมื่อ:

$$Vf_{contin}(S) = Vvf_{contin}(S) + Olf_{contin}(S) \tag{6}$$

โดยที่

P_i	:	คือกำลังไฟฟ้าจริงที่บัส i ,
Q_i	:	คือกำลังไฟฟ้าเสมือนที่บัส i ,
P_{Gi}	:	คือกำลังไฟฟ้าจริงที่ผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ i ,
Q_{Gi}	:	คือกำลังไฟฟ้าเสมือนที่ผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ i ,
$\|V_i\|$	:	คือขนาดแรงดันที่บัส i ,
$\|V_j\|$	:	คือขนาดแรงดันที่บัส j ,
δ_{ij}	:	คือมุมที่แตกต่างของแรงดันระหว่างบัส i กับบัส j,
θ_{ij}	:	คือมุมขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,
Y_{ij}	:	คือองค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,
Sl_i	:	คือกำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งที่ i ,
NG	:	คือเซตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า,
N	:	คือเซตของบัส
$P_L(S)$	:	คือกำลังไฟฟ้าสูญเสียของคำตอบ S
$Vf_{contin}(S)$	:	คือฟังก์ชันการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบของคำตอบ S,

S : คือค่าของจำนวนและตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย,

ω_1 : ค่าดัชนีถ่วงน้ำหนักของกำลังไฟฟ้าสูญเสีย,

ω_2 : ค่าดัชนีถ่วงน้ำหนักของฟังก์ชันการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบ,

$Vvf_{contin}(S)$: คือค่าฟังก์ชันแรงดันที่เกินข้อกำหนดของการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบของคำตอบ S,

$Olf_{contin}(S)$: คือค่าฟังก์ชันของกำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งที่เกินข้อกำหนดของการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบของคำตอบ S

3. Simulated Annealing (SA)

SA ถูกพัฒนาขึ้นโดย Kirkpatrick, Gelatt and Vecchi (1983) ขั้นตอนวิธีนี้มี พื้นฐานการทำงานมาจากการอุปมาอุปไมยระหว่างการแอนเนลลิ่ง (Annealing) โลหะกับการแก้ปัญหาแบบการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization problem)

แอนเนลลิ่ง คือกระบวนการอบเหนียวซึ่งเป็นการลดอุณหภูมิระหว่างการหลอมโดยจะให้ความร้อนและมีการลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งโลหะอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ ได้โลหะที่เหนียวไม่เปราะ อะตอมจะมีพลังงานสูงเมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่สูงและจะมีอิสระในการจัดเรียงตัวมาก เมื่อมีการลดอุณหภูมิพลังงานก็จะลดลงตามไปด้วย โครงสร้างของโลหะจะจัดเข้าอย่างเป็นระเบียบเมื่อระบบมีพลังงานต่ำที่สุด ถ้ามีการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว ก็จะทำให้โครงสร้างของโลหะไม่สม่ำเสมอและเกิดรอยร้าวขึ้นได้

ในการวิเคราะห์การหาตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการค้นหาแบบ SA สามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้น (T_k) , สุ่มผลเฉลยปัจจุบัน และกำหนด k เป็น 1

ขั้นตอนที่ 2. ตั้งค่า k_T เป็น 1 และคำนวณ T_k จากสมการ $T_k = r^k T_1$

ขั้นตอนที่ 3. สุ่มหาค่าผลเฉลยใกล้เคียง ที่มีค่าใกล้เคียงกับผลเฉลยปัจจุบัน แล้วคำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย เพื่อเปรียบเทียบกับผลเฉลยปัจจุบัน ถ้าผลเฉลยใกล้เคียงดีกว่าให้แทนที่ลงในผลเฉลยปัจจุบัน แล้วข้ามไปขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 4. กรณีผลเฉลยใกล้เคียงไม่ดีกว่าผลเฉลยปัจจุบัน ต้องคำนวณค่าความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ (Boltzman's probability) คือจะมีการสุ่มตัวเลข δ ในช่วง 0-1 ขึ้นมา

4.1 ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta C/T)}$ จะยอมรับผลเฉลยใกล้เคียงและแทนที่ลงในผลเฉลยปัจจุบัน

4.2 ถ้า $\delta > e^{(-\Delta C/T)}$ จะไม่ยอมรับผลเฉลยใหม่ และผลเฉลยปัจจุบันยังคงเดิม

เมื่อ ΔC คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชั่นเป้าหมายของ ผลเฉลยทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

ขั้นตอนที่ 5. ตรวจสอบ k_T ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 6 ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k_T ขึ้น 1 แล้วกลับไปขั้นตอนที่ 3

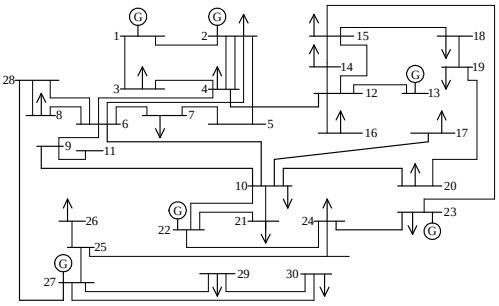
ขั้นตอนที่ 6. ตรวจสอบค่า k ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงาน ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k ขึ้น 1 และกลับไปที่ขั้นตอนที่ 2

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

ในการจำลองการทำงานนั้นใช้ระบบ IEEE 30 บัส ซึ่งในระบบ IEEE 30 บัสที่ใช้นั้นมีโหลดทั้งหมด 232.3 MW และ 77.3 MVar ตามลำดับ มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียจริง และกำลังไฟฟ้าสูญเสียเสมือนขณะไม่ติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย มีค่า 4.77 MW และ 0.60 MVar ตามลำดับ ดังรูป

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 1 ระบบไฟฟ้า IEEE 30 บัส

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบไฟฟ้ากำลังวิเคราะห์โดยทดลองติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายหนึ่งและสองเครื่องขนาด 10 MW เพิ่มเข้าสู่ระบบไฟฟ้า IEEE 30 บัส ในตำแหน่งบัสต่างๆ เพื่อศึกษาผลของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบรวมของระบบ แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์แบบ Multi-objective โดยการทดลองถ่วงค่าน้ำหนักด้วย ω_1 , ω_2 โดยที่ $\omega_1 + \omega_2 = 1$ แล้วนำผลจากการถ่วงน้ำหนักมาค้นหาตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่มีค่าเหมาะสมที่สุด ซึ่งอาศัยการค้นหาวิธี SA

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

4.3.1 โรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายที่ติดตั้งเพิ่มในระบบไฟฟ้ามีขนาด 10 MW.

4.3.2 จำนวนโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายสูงสุดเท่ากับ 2

4.3.3 ω_1 , ω_2 *มีค่าระหว่าง 0.3 – 0.7*

5. จำลองการใช้งาน

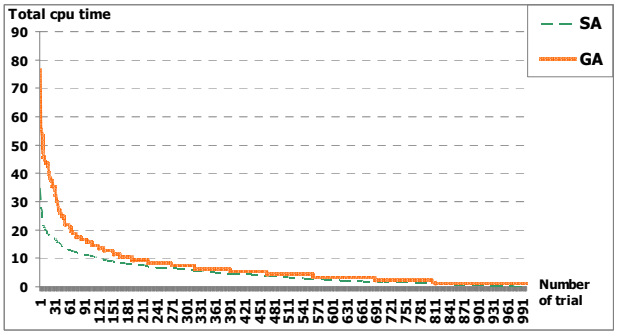
ในตารางที่ 2 จะแสดงวิธีการจำลองการทำงานหาค่า ω_1 , ω_2 ที่ใช้ถ่วงน้ำหนักกำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบซึ่งได้ผ่านการ Normalization

จากผลการจำลองการทำงานพบว่าค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ ω_1 = 0.3 และ ω_2 = 0.7 ซึ่งทำให้ฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าต่ำที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าถ่วงน้ำหนักและการ Normalization เพื่อหาค่าเหมาะสมของ Multi-objective

ω_1	ω_2	min Loss	min Cont	$P_L(S)$	$Vf_{contin}(S)$	Optimize Eq.(1)	Bus
0.3	0.7	**3.74**	**4.14**	0.78	0.56	**0.63**	**19,21**
0.4	0.6	3.74	4.14	0.78	0.56	0.65	19,21
0.5	0.5	3.74	4.14	0.78	0.56	0.67	19,21
0.6	0.4	3.48	4.68	0.73	0.64	0.69	19,20
0.7	0.3	3.48	4.68	0.73	0.64	0.70	19,20

รูปที่ 2 เป็นกราฟแสดงระยะเวลาการประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี SA และ GA และจากผลการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นว่าวิธีการค้นหาแบบ SA ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ย 4.77 วินาที และวิธีการค้นหาแบบ GA ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ย 7.03 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งวิธีการค้นหาแบบ SA ใช้เวลาประมวลผลเร็วกว่าคิดเป็น 32.15% ของวิธีการค้นหาแบบ GA

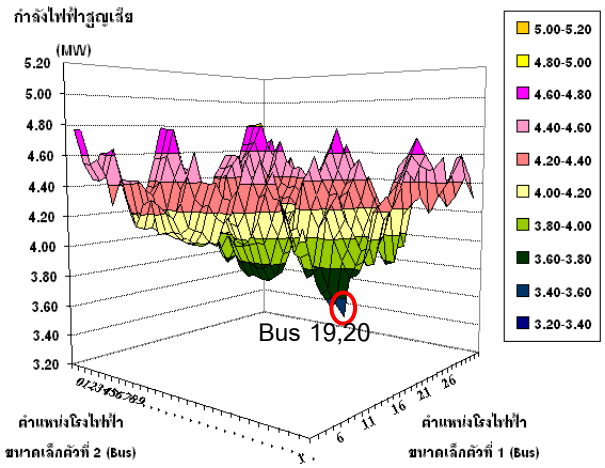


รูปที่ 2 กราฟแสดงเวลาประมวลผลวิธี SA และ GA

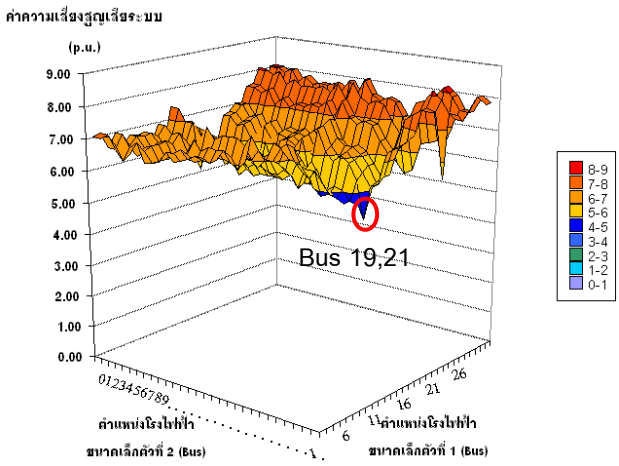
ตารางที่ 3 แสดงเวลาประมวลผลเฉลี่ยวิธี SA และ GA

วิธีการค้นหา	เวลาประมวลผลเฉลี่ย (วินาที)
SA	4.77
GA	7.03

จากนั้นได้ทำการจำลองการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายจำนวนหนึ่งและสองโรง ซึ่งผลของกำลังไฟฟ้าสูญเสียและค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย ณ ตำแหน่งต่างๆ แสดงในรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ



รูปที่ 3 กราฟกำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อติดตั้ง DG 1 และ 2 เครื่องในบัสต่าง ๆ



รูปที่ 4 กราฟ System contingency เมื่อติดตั้ง DG 1 และ 2 เครื่องในบัสต่าง ๆ

จากผลการจำลองการทำงานโดยติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายหนึ่งและสองโรงในตำแหน่งบัสต่างๆ และได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำสุดมีค่า 3.48 MW ที่ตำแหน่งบัส 19 และ 21 และค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบต่ำสุดมีค่า 4.14 p.u. ตำแหน่งบัส 19 และ 20 ทั้งนี้เมื่อทำการวิเคราะห์แบบการพิจารณาทั้งสองฟังก์ชันเป้าหมายพร้อมกัน (Multi-objective) แล้วตำแหน่งบัส 19 และ 21 จะทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสีย และค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบเหมาะสมที่สุดสำหรับระบบ IEEE 30 บัส ดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ลดลงจากขณะไม่ติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายซึ่งมีค่า 4.77 MW เหลือ 3.74 MW หรือคิดเป็น 21.59% เมื่อทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเข้าระบบ

ตารางที่ 4 แสดงผลของการติดตั้ง DG ในตำแหน่งเหมาะสม

จำนวนโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย	2 DG
ขนาดโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย (MW)	2 x 10
1. ขณะไม่ติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายในระบบ	
- กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (MW)	4.77
- ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบ (p.u.)	7.36
2. ขณะติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายในระบบ	
- ตำแหน่งติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย (Bus No.)	19 และ 21
- กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (MW)	3.74
- ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบ (p.u.)	4.14

6. บทสรุป

วิธีการค้นหาแบบ SA เหมาะสมในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่าย โดยมีเวลาการประมวลผลที่เร็วกว่าวิธีการค้นหาแบบ GA อีกทั้งการติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายจำนวนสองเครื่องบนระบบ IEEE 30 บัส ยังสามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียจาก 4.77 KW เมื่อไม่ติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาดเล็กในระบบจำหน่ายเป็น 3.74 KW หรือลดลงคิดเป็น 21.59% และทำให้ค่าความเสี่ยงสูญเสียระบบดีขึ้นด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S.Sakuldee, C. Chokpanyasuwan, S. Ananatasate and P. Bhasaputra, “Optimal Placement of Biomass Power Plant,” Chemical, Environment and Energy Engineering Conference, 2008.

[2] H.L.Willis and W.G.Scott, “Distributed power generation,” New York, Marcel Dekker, 2000.

[3] M. Jovan and M. Dragoslav, “Optimal planning of radial distribution networks by simulated annealing technique,” IEEE Transections on Power Systems, May 2008.

[4] C.A. Roa-Sepulveda*, B.T. Pavez-Lazo “A solution to the optimal power flow using simulated annealing”. Electrical Power and Energy Systems, 2003.

[5] F.J. Marin and F. Garcia-Lagos, “Genetic algorithm for opimal placement of phasor measurement units in electrical networks,” IEEE, 2003

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์

สุวารี อนุรักษ์ธนากร
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
tklpu@hotmail.com

ชุตินันท์ สิทธิเกียรติสกุล
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
oom_3681@hotmail.com

สุขุมาล กิติสิน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fscismi@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยได้มีการนำเข้ามาใช้งานร่วมกับระบบการจัดเก็บเอกสาร ซึ่งทำให้การจัดเก็บเอกสารเป็นระบบ ง่ายต่อการค้นหา ทั้งยังเพิ่มความปลอดภัยให้กับข้อมูลมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงได้เกิดโครงการการพัฒนาระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ โดยเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลจากในรูปแบบเอกสารเป็นการจัดเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูล ส่วนประกอบหลักประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนการจัดการข้อสอบ ส่วนจัดชุดแบบทดสอบ ส่วนรายงานประวัติการใช้งานข้อสอบ ส่วนกำหนดข้อมูลพื้นฐาน และส่วนการจัดการดูแลระบบ

ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูลใช้ระบบปฏิบัติการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2000 และใช้ภาษาจาวา พัฒนาระบบเว็บแอพพลิเคชันโดยมี Spring Framework เป็นกรอบการทำงาน

Abstract

At present computer technology has encompassed in our daily-life activities. It has been deployed for Document Management Process in order to provide systematic way of storing and arranging documents. Search of any document in the system can be done easily and efficiently. Moreover, it can keep information secured. We have developed an Online Examination Silo (OES) system to replace the traditional examination creation process which handles every step manually on papers. The main components of OES consist of Question/Answer and Exam Management, Examination Paper Management, Report Management, Basic Information Configuration Management, and Administration.

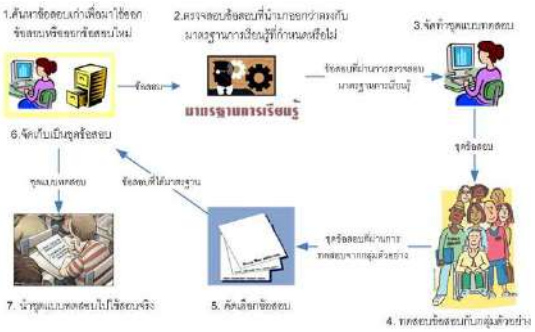
Our OES system has been developed as a Web-based application using J2EE technology based on Spring framework on Microsoft SQL Server 2000.

คำสำคัญ

คลังข้อสอบ, การสอบ, ข้อสอบ, สารสนเทศการสอบ, ชุดแบบทดสอบ

1. บทนำ

กระบวนการเรียนการสอนสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง คือการวัดผลการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าการเรียนการสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ กระบวนการออกข้อสอบแบบเดิมสามารถสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 กระบวนการทำงานการออกข้อสอบแบบเดิม

จากรูปที่ 1.1 ขั้นตอนแรกในการออกข้อสอบคือ การค้นหาข้อสอบเก่าเพื่อนำมาใช้ในออกข้อสอบหรือออกข้อสอบใหม่ นำข้อสอบที่ได้มาตรวจสอบว่าตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ จากนั้นจัดทำชุดแบบทดสอบโดยทดสอบแบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ข้อสอบที่ผ่านการทดสอบจะถูกนำมาคัดเลือกเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีมาตรฐาน และจึงนำชุดแบบทดสอบมาใช้ในการสอบจริง

กระบวนการออกข้อสอบแบบเดิมใช้ตู้เอกสารทำให้ไม่มีความปลอดภัยของข้อมูล การจัดเก็บยังไม่มีประสิทธิภาพและเป็นระบบมากพอ และมีโอกาสเกิดความเสียหายกับตัวข้อสอบได้ รวมไปถึงความยุ่งยากในการดูแลรักษาตัวข้อสอบ เมื่อผู้ออกข้อสอบต้องการปรับปรุงข้อสอบจากข้อสอบเก่า ต้อง

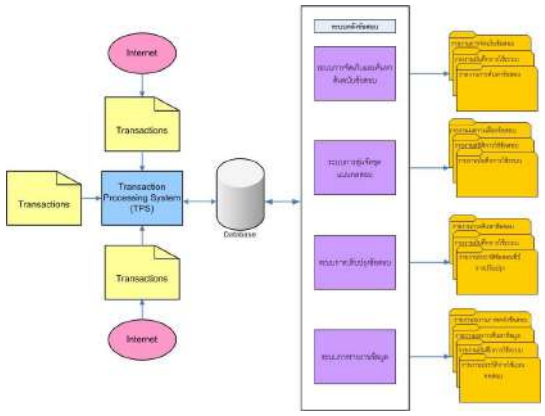
เสียเวลาในการค้นหา และเป็นอาจผลให้เกิดความผิดพลาดในการออกข้อสอบได้

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ ทำให้การจัดเก็บข้อมูลมีความปลอดภัย ความถูกต้อง และลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อนและความผิดพลาดของข้อสอบ เนื่องจากมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผล

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

จากกระบวนการการออกข้อสอบแบบเดิมเห็นได้ว่า การออกข้อสอบนั้นมีความยุ่งยากและเสียเวลาในการออกข้อสอบมาก รวมถึงระบบการรักษาความปลอดภัยที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้บุคคลอื่นสามารถเข้าถึงข้อมูลข้อสอบได้ จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการนำระบบสารสนเทศ (Information System, IS) เข้ามาใช้

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์เป็นระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เนื่องจากมีการประมวลผลข้อสอบ การเก็บสถิติการใช้ข้อสอบ และนำผลที่ได้มาจัดทำเป็นรายงานในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการค้นหาและจัดทำข้อสอบในครั้งต่อไป



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำงานระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ประกอบด้วยระบบย่อย 4 ส่วน ได้แก่

ระบบจัดเก็บและค้นหาต้นฉบับข้อสอบ สามารถบันทึก แก้ไข ลบข้อมูลข้อสอบซึ่งประกอบด้วย ประเภทข้อสอบหรือชื่อแบบทดสอบ ชื่อวิชาหรือกลุ่มสาระ สาระที่ มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้ชั้นปี ระดับชั้นปี เลขที่ข้อสอบ ชนิดข้อสอบ โจทย์ย่อย โจทย์รวม ตัวเลือก คำตอบ เกณฑ์การประเมิน ประวัติและค่าสถิติของข้อสอบ สมรรถภาพหรือองค์ประกอบที่จะวัด ได้แก่ ความรู้ และทักษะกระบวนการ โดยสามารถจัดเก็บในรูปแบบข้อความ สัญลักษณ์พิเศษ รูปภาพ เสียง และวีดิทัศน์ได้ เมื่อมีการบันทึกข้อสอบเข้าระบบ ข้อสอบจะต้องผ่านการอนุมัติก่อนนำไปใช้งานจริง โดยประเภทข้อสอบที่ระบบรองรับได้แก่ ตัวเลือก ทุกตัวเลือกมีคะแนน เรียงลำดับ ถูกผิด เติมข้อความสั้น เขียนตอบ จับคู่ และตรวจสอบรายการ

ระบบจัดชุดแบบทดสอบ สามารถจัดชุดข้อสอบโดยการเลือกกำหนดเงื่อนไขได้เช่น มาตรฐานการเรียนรู้ ชนิดข้อสอบ ระยะห่างจากการใช้ข้อสอบครั้งล่าสุด เป็นต้น ระบบจะแสดงข้อสอบที่ตรงตามเงื่อนไขเพื่อให้เลือกเข้าชุดแบบทดสอบ จากนั้นสรุปข้อมูลชุดแบบทดสอบ โดยผู้ใช้สามารถเลือกจัดลำดับข้อก่อนหลัง และเมื่อต้องการนำชุดแบบทดสอบไปใช้สามารถส่งออกชุดแบบทดสอบในรูปแบบ Microsoft Word (.doc) ได้ทันทีหลังจากผู้ใช้จัดชุดแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อย

ระบบการปรับปรุงข้อสอบ ระบบสามารถบันทึก แก้ไข เก็บประวัติข้อสอบที่มีการปรับปรุง รวมทั้งสามารถทำสำเนา (Copy) ข้อสอบได้ และมีระบบรายงานการค้นหาตามรายละเอียดโจทย์ ตัวเลือก เฉลย และค่าสถิติ

ระบบรายงานข้อมูล สามารถรายงานสถานภาพคลังข้อสอบ โดยใช้เงื่อนไขได้แก่ ประเภทข้อสอบหรือชื่อแบบทดสอบ ชื่อวิชาหรือกลุ่มสาระ สาระที่ มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้ชั้นปี ระดับชั้นปี สมรรถภาพหรือองค์ประกอบที่จะวัด ชนิดข้อสอบ และระบบสามารถรายงานผลการค้นหาต่างๆได้

ระบบสามารถค้นหาข้อมูลและจัดทำประวัติการใช้แบบทดสอบทั้งรายข้อและรายฉบับ และรายงานผลการค้นหาด้วยเงื่อนไขต่างๆ ระบบรายงานข้อมูลนี้สามารถพิมพ์รายงานลงกระดาษหรือบันทึกลงแฟ้มข้อมูลในรูปแบบ PDF File ได้

นอกจากนี้ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ยังมี ระบบบันทึกการใช้งานในแต่ละระบบย่อยเพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้งาน และมีระบบรักษาความปลอดภัยโดยการ

ควบคุมการเข้าถึงระบบ (System Access) การเข้าถึงโปรแกรมระบบ (Application Access) การเข้าถึงฟังก์ชั่นหรือ use case ของการทำงาน โดยกำหนดให้มีรหัสผู้ใช้เฉพาะบุคคลหรือกลุ่มบุคคล

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์พัฒนาขึ้นโดยได้รวมเอาเทคโนโลยีต่างเข้าไว้ด้วยกันซึ่งอยู่บนพื้นฐานของเว็บแอบพลิเคชั่น สามารถแบ่งโครงสร้างการทำงานหลักออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนฐานข้อมูล (Database), ส่วนประมวลผล (Business logic) และส่วนแสดงผล (Presentation)

ส่วนฐานข้อมูลใช้ระบบปฏิบัติการฐานข้อมูล Microsoft SQL server 2000 และ Hibernate tools สำหรับจัดการข้อมูลเชื่อมวัตถุทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลในรูปของวัตถุ ในส่วนของการประมวลผลและการแสดงผล จะอยู่ภายใต้กรอบการทำงานของ Spring (Spring Framework)

โครงสร้างการทำงานของเว็บแอบพลิเคชั่น[12] นั้นประกอบเครื่องไคล์เอนต์และเซิร์ฟเวอร์ โดย โปรแกรมจะอยู่ในเซิร์ฟเวอร์ ที่คอยให้บริการสิ่งที่ร้องขอ (request) จากทางไคล์เอนต์ผ่านทาง HTTP โปรโตคอล ซึ่งจะแสดงผลในรูปของ HTML Page ผ่านทางบราว์เซอร์

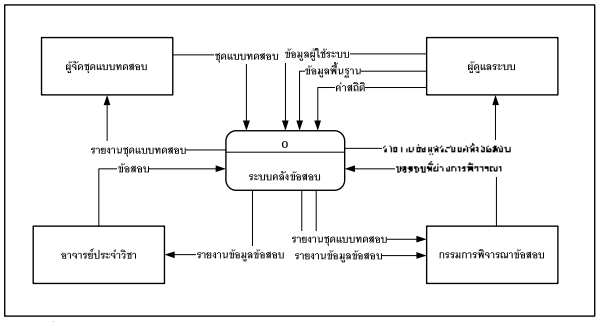
ในส่วนของทฤษฎีพื้นฐานนั้นทฤษฎีหลักที่นำมาใช้งานร่วมกันในกรอบการทำงาน Spring ได้แก่ Dependency Injection ซึ่งเป็นแนวคิดที่เอื้อประโยชน์ในการทำงานในสถานการณ์ที่มีผู้ทำงานเป็นจำนวนมาก และการเข้าถึงข้อมูล Data Access Object (DAO) ซึ่งเป็นการเขียนโค้ดโดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการติดต่อกับข้อมูลจริง และส่วนของการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ ทำให้ระบบไม่ยึดติดกับส่วนข้อมูล มีความยืดหยุ่นมากขึ้น นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงเรื่องของ Façade pattern ซึ่งเป็นรูปแบบของการเขียนโค้ดที่ทำให้ผู้ใช้งานที่ต้องการเรียกใช้งานฟังก์ชันผู้อื่น ทำได้โดยง่ายโดยที่ผู้ใช้งานคนนั้นไม่จำเป็นต้องทราบว่าโค้ดภายในฟังก์ชันที่เรียกใช้นั้นเป็นเช่นไร และทฤษฎีสุดท้าย คือ Model-View-Controller (MVC) เป็นโครงสร้างการทำงานที่แบ่งการทำงานออกเป็นส่วนๆ ทำให้รูปแบบการทำงานมีโครงสร้าง แบ่งส่วนการทำงานชัดเจนและง่ายต่อการพัฒนา

4. รายละเอียดการพัฒนาsoftware

- Apache Tomcat Version 5.5.17 เป็นตัวบริการเว็บ (Web Server) ซึ่งสนับสนุน Servlets และ JavaServer Pages ใช้แปลโปรแกรม (Compile) จาก JavaServer Pages ไปเป็น Servlets
- Spring Framework กรอบการทำงานที่ทำให้โครงสร้างการทำงานเป็นแบบ MVC
- Hibernate Tools เป็นระบบจัดการข้อมูลเชื่อมวัตถุที่ทำให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าถึงข้อมูลในรูปวัตถุได้โดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับภาษา Structured Query Language (SQL)
- Eclipse เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
- ระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2000 (MSSQL 2000)
- ระบบจัดเก็บแฟ้มต้นฉบับ Subversion
- ระบบ Graphical User Interface (GUI) Tortoise SVN

4.1 ภาพรวมของระบบ

เป็นการออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูลระบบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงขอบเขตการพัฒนาระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์



รูปที่ 4.1 แผนภาพบริบทของระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์

จาก รูปที่ 4.1 ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์แบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็น ผู้ดูแลระบบ อาจารย์ประจำวิชา กรรมการพิจารณาข้อสอบ ผู้บันทึกข้อมูล ผู้จัดชุดแบบทดสอบ โดยอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ออกข้อสอบ คือนำข้อสอบเข้าสู่

ระบบ รายงานข้อมูลข้อสอบแก่กรรมการพิจารณาข้อสอบ เพื่อนำข้อสอบนั้นไปใช้ จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านการอนุมัติมาจัดเป็นชุดแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการสอบต่อไป ส่วนผู้ดูแลระบบนั้นสามารถเข้าถึงการทำงานทุกส่วนของระบบได้ รวมทั้งบันทึกข้อมูลผู้ใช้ระบบ ค่าสถิติ และข้อมูลพื้นฐาน

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ เป็นระบบเก็บข้อมูลข้อสอบ จัดชุดข้อสอบ การวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้งาน จำเป็นต้องมีการออกแบบอย่างดีและมีความปลอดภัยสูง มีการกำหนดการเข้าถึงการทำงานของผู้ใช้ โดยผู้ใช้งานระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- ผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าถึงทุกอย่างภายในระบบได้ รวมถึงการสร้างบัญชีผู้ใช้ให้แก่ผู้ใช้งานอื่นๆ
- อาจารย์ประจำวิชา ทำหน้าที่จัดการข้อมูลข้อสอบ โดยการนำข้อมูลข้อสอบนั้นเข้าฐานข้อมูล
- กรรมการพิจารณาข้อสอบ ทำหน้าที่อนุมัติข้อสอบที่มีการนำเข้าระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์
- ผู้บันทึกข้อมูล ทำหน้าที่บันทึกข้อสอบลงระบบคลัง
- ผู้จัดชุดแบบทดสอบ ทำหน้าที่ นำข้อสอบขึ้นมาจากคลังข้อสอบ เพื่อคัดเลือกและจัดชุดข้อสอบ

นอกจากนี้ผู้ใช้แต่ละกลุ่มสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ได้เฉพาะวิชาที่ได้ลงทะเบียนไว้เท่านั้น

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์แบ่งเป็นระบบย่อยๆ 5 ระบบดังนี้

- ระบบบริหาร ประกอบด้วย ระบบผู้ใช้ และระบบองค์กร
- ระบบจัดการข้อสอบ ประกอบด้วย ระบบข้อสอบ ระบบอนุมัติข้อสอบ และระบบจัดการค่าสถิติ
- ระบบจัดชุดแบบทดสอบ
- ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน
- ระบบรายงานข้อมูล

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

การทำงานของระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ประกอบด้วยระบบการจัดเก็บและค้นหาต้นฉบับข้อสอบ การสุ่มจัดชุดแบบทดสอบ การปรับปรุงข้อสอบ และการรายงานข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

- ระบบการจัดเก็บและการค้นหาต้นฉบับข้อสอบ
  - ระบบการบันทึก แก้ไข ลบ ข้อมูลข้อสอบ
  - ระบบค้นหาข้อมูลข้อสอบ โดยการป้อนคำที่ต้องการค้น
  - ระบบตรวจสอบความถูกต้องของการป้อนข้อมูล
  - ระบบบันทึกข้อมูลข้อสอบเพื่อพิจารณาก่อนลงฐานข้อมูล
  - ระบบรักษาความปลอดภัย โดยกำหนดระดับการเข้าถึงข้อมูล
  - ระบบบันทึกการใช้งานระบบการจัดเก็บและการค้นหาต้นฉบับข้อสอบ
- ระบบสุ่มจัดชุดแบบทดสอบ
  - ระบบรายงานผลการเลือกข้อสอบแต่ละชุด พร้อมทั้งพิมพ์หรือบันทึกลงแฟ้มข้อมูล
  - ระบบรายงานจำนวนข้อทั้งหมด
  - ระบบบันทึกการใช้งานระบบจัดชุดแบบทดสอบ
  - ระบบค้นหาข้อมูลข้อสอบโดยกำหนดคำสำคัญ
  - ระบบแสดงผลจำนวนครั้งที่ใช้ข้อสอบ ระบุวันที่ ค่าสถิติ และค่าผลวิเคราะห์
- ระบบปรับปรุงข้อสอบ
  - ระบบค้นหาต้นฉบับข้อสอบโดยกำหนดคำสำคัญ
  - ระบบบันทึก แก้ไข และเก็บประวัติของข้อสอบที่มีการปรับปรุง
  - ระบบยืนยันการปรับปรุง
  - ระบบรักษาความปลอดภัย โดยการกำหนดระดับการเข้าถึงข้อมูล
  - ระบบบันทึกการใช้งานระบบปรับปรุงข้อสอบ
- ระบบรายงานข้อมูล
  - ระบบจัดทำรายงานสถานภาพคลังข้อสอบ พร้อมทั้งพิมพ์หรือบันทึกลงแฟ้มข้อมูล
  - ระบบจัดทำรายงานประวัติการใช้แบบทดสอบทั้งรายข้อและรายฉบับ พร้อมทั้งพิมพ์หรือบันทึกลงแฟ้มข้อมูล

- ระบบรักษาความปลอดภัย โดยการกำหนดระดับการเข้าถึงข้อมูล
- ระบบบันทึกการใช้งานระบบรายงานข้อมูล

5. การทดสอบการใช้งาน

ในการทดสอบโปรแกรมแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามประเภทของผู้ใช้งานได้แก่

- ส่วนผู้ดูแลระบบ
- ส่วนกรรมการพิจารณาข้อสอบ
- ส่วนของอาจารย์ประจำวิชา
- ส่วนของผู้จัดชุดแบบทดสอบ

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

เมื่อพัฒนาระบบไปจนถึงจุดหนึ่งก็ได้มีการนำไปติดตั้งและเริ่มลงข้อมูลจริง ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับข้อบกพร่องต่างๆ ของระบบโดยต้องมีการแก้ไขระบบต่อไป และในการพัฒนาผู้พัฒนาระบบพบกับปัญหาต่างๆดังนี้

ปัญหาเกี่ยวกับฐานข้อมูลซึ่งยังไม่คงที่ เพราะความต้องการของผู้ใช้งานระบบเปลี่ยนแปลง ทำให้ผู้พัฒนาระบบต้องทำการปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูลให้เหมาะสมที่สุด และในการปรับเปลี่ยนแต่ละครั้งจะส่งผลต่อระบบที่ได้พัฒนา เนื่องจากระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ใช้ Hibernate ซึ่งทำให้โปรแกรมในส่วน Domain และ DAO ผูกติดกับฐานข้อมูล

ปัญหาการใช้สัญลักษณ์พิเศษเช่น สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ได้ใช้โปรแกรม Latex ช่วยในการสร้างรูปแบบสมการ นั่นคือผู้ใช้สร้างสมการผ่านโปรแกรม Latex จากนั้นนำไวยกรณ์ที่โปรแกรม Latex สร้างขึ้นมาใส่ในระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ ซึ่งระบบจะนำไวยกรณ์นั้นมาสร้างเป็นรูปภาพเก็บไว้ในระบบเพื่อแสดงผลต่อไป ซึ่งขั้นตอนการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์นั้นค่อนข้างยากต่อการใช้งานของผู้ใช้

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้ระบบซึ่งมีผลให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบอยู่บ่อยครั้ง

6. บทสรุป

สรุปการทำงานโดยภาพรวมพบว่าสามารถทำงานได้ตามกำหนด ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลักนั่นคือ ฟังก์ชันการทำงานในส่วนการเพิ่มข้อสอบ การจัดชุดข้อสอบ การกำหนดข้อมูลพื้นฐานต่างๆ และการเพิ่มรายงานการวิเคราะห์ข้อสอบ แต่ยังคงมีช่องโหว่ของระบบอยู่บ้างซึ่งได้ทำการแก้ไขในจุดที่พบแล้ว และจะทำการตรวจสอบในส่วนที่คาดว่าจะมีปัญหาต่อไป

แนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต จะมุ่งเน้นด้านการพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติมให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยมีการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลเข้าได้อย่างถูกต้อง และในเรื่องของความสวยงาม โดยปรับปรุงให้สวยงามและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์ในส่วนของการเก็บข้อมูลข้อสอบนั้น ยังแสดงผลรายละเอียดข้อสอบได้ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร จึงมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการแสดงรายละเอียดข้อสอบที่มีความชัดเจน และสวยงามเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการนำไปจัดชุดข้อสอบ และแสดงผลตรงตามความต้องการของผู้ใช้

ระบบคลังและจัดชุดข้อสอบออนไลน์สามารถพัฒนาต่อโดยเพิ่มส่วนจัดเก็บข้อมูลองค์กรสถานศึกษา เพื่อจำแนกกลุ่มข้อสอบสำหรับแต่ละสถานการศึกษา ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้แก่ผู้ออกข้อสอบได้เห็นแนวทางการออกข้อสอบที่หลากหลายและทำให้ข้อสอบมีการพัฒนามากยิ่งขึ้น

แนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต จะมุ่งเน้นด้านการพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติมให้ระบบมีความสมบูรณ์และในเรื่องของความสวยงาม โดยปรับปรุงให้สวยงามและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อและอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] http://cc.swu.ac.th/ccnews/content/e1624/e1625/e2390/index_th.html

[2] http://www.sirikitdam.egat.com/WEB_MIS/108/mis3.html

[3] http://www.bu.ac.th/elearning/course/week12.ppt

[4] http://www.narisa.com/forums/lofiversion/index.php?t8124.html

[5] DAO pattern; [สืบค้น 16 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://java.sun.com/blueprints/patterns/DAO.html

[6] Design pattern; [สืบค้น 16 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Design_pattern

[7] Façade pattern; [สืบค้น 16 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Facade_pattern

[8] hibernate; [สืบค้น 14 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://hibernate.bluemars.net

[9] Martin Fowler. Dependency Injection; [สืบค้น 14 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://www.martinfowler.com/articles/injection.html

[10] Model-view-controller; [สืบค้น 16 ก.ค. 2549]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: http://en.wikipedia.org/wiki/MVC

[11] Rod John. Spring java/j2ee Application Framework; [สืบค้น 14 ก.ค. 2549]; เข้าถึงได้ที่ URL: http://www.springframework.org

[12] http://www.hpcc.nectec.or.th/wiki/index.php/Web_Services_for_Bussiness

[13] http://www.oracle.com/technology/sample_code/tech/java/servlets/samples/surveyapp/surveypaper/images/servletFlow.gif

[14] JDBC (Java Database Connectivity);[สืบค้น 3 ก.ค. 2549]; เข้าถึงได้ที่ URL:http://www.widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=JDBC

[15] Springframework.org

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ โดยใช้กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป

A Forecasting Model to Evaluate a Freshman's Ability to Succeed by Using Particular Full-Scaled Class Association Rules (PFSCARs)

จามรกุล เหล่าเกียรติกุล
ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
jamornkul@chandra.ac.th

ณัฐวี อุตกฤษฏ์
ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
หาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
nattaveeu@kmutnb.ac.th

พยุง มีสัจ
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
หาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
pym@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมต่อการเข้าศึกษาของนักศึกษาใหม่ ด้วยเทคนิคกฎการจำแนกเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์คุณลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษา โดยใช้ข้อมูลนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมเป็นกรณีศึกษา และใช้ข้อมูลระดับผลการเรียนปัจจุบัน เป็นปัจจัยสำหรับกำหนดกลุ่มระดับความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มนักศึกษาระดับดี ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ผลการทดลองพบว่า กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป สามารถจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษาได้ในระดับดี (ร้อยละ 78) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสม ของนักศึกษาใหม่ในสาขาวิชาต่างๆ ได้ ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน รวมถึงการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนอื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ

ความเหมาะสมของนักศึกษา, กฎการจำแนกเชิงความสัมพันธ์, การประเมิน

Abstract

This study was to create a forecasting model for evaluate freshmen's ability to succeed with using the longest rules from CARs technique as called a particular full-scaled class association rules (PFSCARs). The purposed of this study was to create a classifier tool to evaluate freshmen's ability. This study used demographic data of students in Information Technology program Chandrakasem Rajabhat University and current grade levels of students as equalized levels. The equalized levels consist of 3 classes: good, fair and poor. The result of this study that proposed that the forecasting model to evaluate freshmen quality with PFSCARs performed at a good level of performance with an accuracy rate of 79% of the students equalized model. Finally, the research discovered that the forecasting model to evaluate freshmen quality can be a guideline for academic advisors or other relevant persons to help new students, to manage an appropriated study plan and could help them to improve course or curriculum in the future as well.

Keyword

Freshmen's Quality, Class Association Rules, Evaluation

1. บทนำ

ในขั้นตอนการคัดเลือกนักศึกษาใหม่ ของสถานศึกษาระดับ อุดมศึกษาเพื่อรับเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่างๆ อาจใช้วิธีคัดเลือกรับผู้สมัครเพื่อเข้าศึกษาด้วยการทดสอบความสามารถทางวิชาการ หรือการสอบสัมภาษณ์ ซึ่งเมื่อมีผู้ผ่านการคัดเลือกเข้ามาเป็นนักศึกษาแล้ว พบว่ามีส่วนหนึ่งพ้นสภาพการเป็นนักศึกษาในเวลาต่อมา ดังนั้นหากมีการนำเอาข้อมูลส่วนบุคคลที่นักศึกษาให้ไว้ก่อนเข้าเป็นนักศึกษาของนักศึกษาปัจจุบันและอดีต นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อสาขาวิชา จะทำให้สามารถใช้ในคาดการณ์เพื่อจัดจำแนกกลุ่มนักศึกษาใหม่เพื่อปรับ หรือจัดการเรียนการสอนให้ เหมาะสมกับนักศึกษาต่อไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างตัวแบบในการประเมินและจำแนกลักษณะความเหมาะสมต่อการเข้าศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้างกฎการจำแนกเชิงความสัมพันธ์ เพื่อการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาที่ส่งผลต่อระดับผลการเรียน นำมาสร้างเป็นกฎเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์เฉพาะกฎที่ยาวที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้

เรียกว่า "กฎแบบเต็มรูป" (Particular Full-scaled CARs) โดยเลือกศึกษาข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคลของนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เป็นกรณีศึกษา และใช้กฎแบบเต็มรูปดังกล่าว เพื่อการคาดการณ์ลักษณะความเหมาะสม โดยกำหนดเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มนักศึกษาระดับดี กลุ่มนักศึกษาระดับปานกลาง และกลุ่มนักศึกษาระดับต่ำ ซึ่งรูปแบบที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับแผนการเรียน หรือจัดกลุ่มเรียน รวมถึงการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับนักศึกษาในลักษณะต่างๆ ต่อไป รวมไปถึงพัฒนาระบบสนับสนุนงานด้านการเรียนการสอน ถือเป็นการสร้างโอกาสให้แก่ผู้สนใจเข้าศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้มีโอกาสในการศึกษาได้อย่างเหมาะสม และเพิ่มโอกาสสำเร็จการศึกษายิ่งขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัย ในลักษณะของการค้นหาปัจจัยจากข้อมูลคุณลักษณะของบุคคล ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา พบงานวิจัยที่ศึกษาในระดับการศึกษาหลากหลายระดับด้วยกัน เช่น งานวิจัยในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกเข้าศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย ที่ค้นพบว่า ระดับผลการเรียนเดิม อาชีพของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของครอบครัว ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา [1-5] งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัย ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา หรือสาขาวิชาต่างๆ ที่ค้นพบปัจจัยเกี่ยวกับความสนใจ การเข้าห้องเรียน และคะแนนเก็บ [2] งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียน [6] ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ มาใช้ในการทำวิจัย และงานวิจัยที่ใช้เทคนิคต่างๆ ของกรรมวิธีเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษา [7-9] รวมไปถึงการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคัดเลือกบุคคลเข้ารับตำแหน่งในสาขาวิชาชีพ[2]

ผลจากงานวิจัยเกี่ยวกับคุณลักษณะของบุคคลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลส่งผลต่อความสามารถในการศึกษาในระดับต่างๆ แตกต่างกันไป

ในขณะที่มีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ เทคนิคการสร้างกฎการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ รวมถึงเทคนิคกฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ มากมายหลายด้านด้วยกัน เช่น งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้กฎการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ข้อมูลอาการหัวใจล้มเหลว [10] การประยุกต์ใช้กับการจัดการข้อมูลภายในห้องสมุด [11] การประยุกต์ใช้เทคนิคจำแนกเชิงความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์การติดเชื้อ HIV-1 [12] เป็นต้น

จากงานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคกฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ สามารถนำมาใช้ในงานด้านต่างๆ มากมาย เนื่องจากใช้หน่วยความจำ รวมถึงประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลไม่สูง อีกทั้งยังง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้งาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคนิคดังกล่าว มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา เพื่อค้นหาความเชื่อมโยงของข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล และนำเอาปัจจัยดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ในการจำแนกระดับความเหมาะสมของผู้เรียน โดยเชื่อมั่นว่าเทคนิคดังกล่าวจะสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเหมาะสมของนักศึกษา และสามารถนำมาใช้คาดการณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

3. กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ (CARs)

กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ (CARs) เป็นเทคนิคของกรรมวิธีเหมืองข้อมูล ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อสร้างกฎเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association -Rules Discovery) เข้ากับวิธีการจำแนกกลุ่มข้อมูล (Data Classification) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ กฎการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่ถูกสร้างขึ้นในการจำแนกข้อมูล โดยกฎที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาใช้ในจำแนกข้อมูลนี้จะถูกเรียกว่า Class Association Rules (CARs) [8]

3.1 เทคนิควิเคราะห์เพื่อสร้างกฎเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association Rules Discovery)

เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อสร้างกฎเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้ เป็นเทคนิคหนึ่งในกรรมวิธีเหมืองข้อมูล ที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการวิจัยเชิงประยุกต์ใช้เหมืองข้อมูล กับข้อมูลด้านต่างๆ กฎของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนั้นจะถูกสร้างขึ้นโดยการค้นหาความถี่เกิดขึ้น (Frequency items set) ที่อยู่ภายใต้ค่าสนับสนุนหรือค่าที่ยอมรับได้ (Support) และค่าความเป็นไปได้ของแต่ละปัจจัยที่นำมาพิจารณา (Confidence) [13]

การประยุกต์ กฎเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อใช้เป็นกฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ จะเลือกใช้เฉพาะกฎที่ส่งผลต่อประเภทของข้อมูลที่ต้องการ

3.2 การหาและสร้างกฎจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์

กฎจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ เป็นกฎที่แตกต่างจากการสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (Association rules) ที่บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด โดยไม่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลที่กำหนด ในขณะที่กฎจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ นั้นจะบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลต่อประเภทของข้อมูลนั้นๆ (Class) ซึ่งเป็นการค้นหาเฉพาะความสัมพันธ์ที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทของข้อมูล โดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นๆ [14] โดยมีลักษณะ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\{item_i,...,item_j\} \rightarrow Class:(Supp.),(Conf.) \quad (1)$$

เมื่อ item i-j คือ ข้อมูลที่สัมพันธ์กัน และ Class คือประเภทของข้อมูลนั้นๆ โดยที่ต้องคำนวณหาค่าสนับสนุน (Supp.) จากจำนวนสมาชิกที่สอดคล้องตามกฎต่อจำนวนข้อมูลทั้งหมด และค่าความเชื่อมั่น (Conf.) จากจำนวนข้อมูลที่สอดคล้องตามกฎต่อจำนวนสมาชิกในกฎนั้น ดังแสดงในสมการที่ 2

$$Conf. = \frac{Supp.(X \cap Y)}{Supp.(X)} \quad \text{----------} \quad (2)$$

กฎที่ได้จากกระบวนการดังกล่าว จะมีเป็นจำนวนขึ้นอยู่กับปัจจัยและข้อมูลที่นำมาผ่านกระบวนการ ซึ่งจะต้องนำมาผ่านกระบวนการในการคัดสรร กฎที่ยอมรับได้ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้ใช้เทคนิคเป็นผู้กำหนดได้แก่ ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำจัดลำดับค่าความสำคัญ (Precedence) ของกฎเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้จำแนกข้อมูล โดยพิจารณาให้ค่าความสำคัญจากกฎที่มีค่าความเชื่อมั่นที่มากกว่า และ/หรือ กฎที่มีค่าสนับสนุนที่มากกว่า ให้มีค่าความสำคัญมากกว่า

4. ตัวแบบพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่

4.1 จัดเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ จัดเตรียมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เป็นกรณีศึกษา โดยเตรียมข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลจากฐานข้อมูล ที่ถูกจัดเก็บไว้ตามข้อกำหนดของสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2547 - 2550 โดยตัดปัจจัยเช่น ชื่อ - สกุล เลขประจำตัวประชาชน และใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 18 ปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบ 1,003 ระเบียนที่มีข้อมูลสมบูรณ์เพียงพอที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบฯ

นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดเตรียมเป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training data set) จำนวน 699 ระเบียน และข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบ (Testing data set) 335 ระเบียน โดยการปรับข้อมูลบางประเภทให้เป็นช่วงข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอายุ ข้อมูลจังหวัดภูมิลำเนา และข้อมูลระดับผลการเรียน ดังแสดงในตารางที่ 1- 2

ตารางที่ 1. แสดงรายละเอียดของแอททริบิวต์ที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
1	GENDER_ID	NUMBER	รหัสเพศ
2	CURR_AGE	TEXT	ช่วงอายุปัจจุบัน คำนวณจากปีปัจจุบัน – ปีเกิด
3	ADMIT_AGE	TEXT	ช่วงอายุเมื่อเข้าศึกษา (ปีที่เข้าศึกษา – ปีเกิด)
4	PROVINCE_AREA	NUMBER	พื้นที่จังหวัดภูมิลำเนา
5	1st_GPA*	TEXT	ระดับผลการเรียน) ช่วงเกรดเฉลี่ยสะสม (
6	FUND_STATUS_ID	NUMBER	รหัสสถานภาพการรับทุน (ทุนทุกประเภท(
7	TALENT	TEXT	ความถนัด/ความสนใจพิเศษ
8	SON_NUM	NUMBER	จำนวนพี่น้องทั้งหมด
9	SON_STDNUM	NUMBER	จำนวนพี่น้องที่กำลังศึกษาอยู่
10	FAT_STATUS_ID	NUMBER	รหัสสถานภาพของบิดา
11	FAT_REVENUE_ID	NUMBER	รหัสรายได้บิดา
12	FAT_OCCUP_ID	NUMBER	รหัสอาชีพบิดา
13	MOT_STATUS_ID	NUMBER	รหัสสถานภาพมารดา
14	MOT_REVENUE_ID	NUMBER	รหัสรายได้มารดา
15	MOT_OCCUP_ID	NUMBER	รหัสอาชีพมารดา
16	PAR_STATUS_ID	NUMBER	รหัสสถานภาพบิดา-มารดา
17	PAR_REVENUE_ID	NUMBER	รหัสรายได้ผู้ปกครอง
18	PAR_OCCUP_ID	NUMBER	รหัสอาชีพผู้ปกครอง

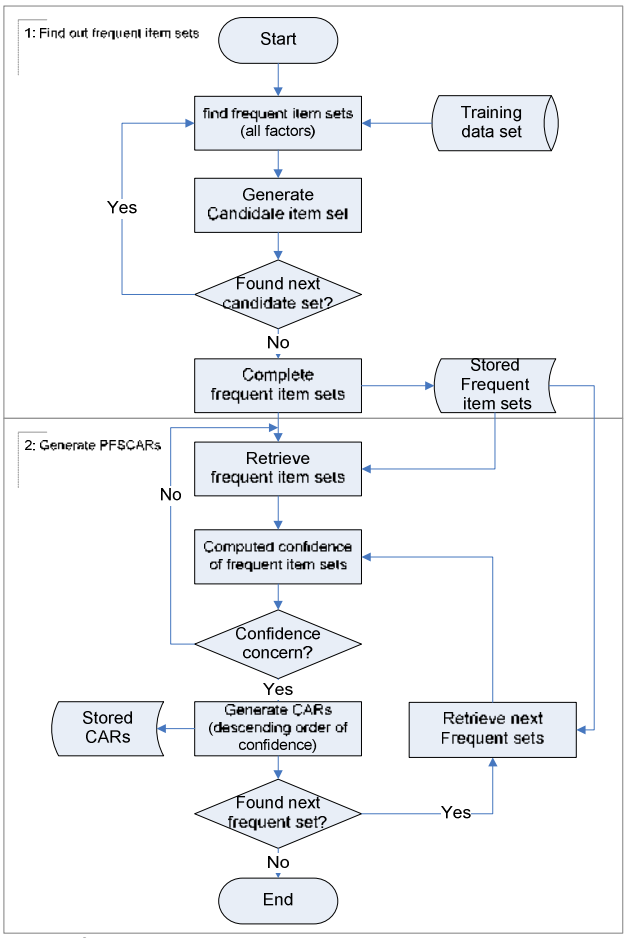
*1st _GPA ใช้เป็น CLASS ในการจัดระดับความเหมาะสมของผู้เรียน

ตารางที่ 2. ชุดข้อมูลที่เตรียมเพื่อการเรียนรู้ของระบบ

GENDER _ID	CURR_ AGE	ADMIT_ AGE	PROVINCE _AREA	PAR_ OCCUP_ID	…	1st_GPA
2	25-30	20-25	3	07	…	Good
1	20-25	<20	1	04	…	Poor
1	>35	>35	1	07	…	Fairt
1	20-25	<20	2	01	…	Good
1	20-25	<20	1	03	…	Good
…	…	…	…	…	…	…

4.2 การสร้าง PFSCARs

ในงานวิจัยนี้ ได้มุ่งให้ความสำคัญและสร้างเฉพาะกฎเต็มรูป กล่าวคือ กฎที่มีคุณลักษณะเต็มรูปแบบ หรือกฎที่ยาวที่สุดที่พบ ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องมีการวนซ้ำไปทีละปัจจัยจนกระทั่งครบโดยเริ่มจาก นำข้อมูลที่ได้จัดเตรียมสำหรับกระบวนการเรียนรู้ นำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อค้นหาความเชื่อมโยงของข้อมูลในทุกปัจจัย กับประเภทของข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งในกระบวนการจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ตามจำนวนประเภทที่ต้องการคือระดับผลการเรียน 3 ระดับ ดังนั้นจึงพิจารณาและสร้างเฉพาะกฎที่มีปัจจัยต่างๆ ส่งผลต่อระดับผลการเรียน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. กระบวนการหาและกฎจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป (PFSCARs)

ขั้นตอนในการสร้างกฎจำแนกประเภทเชิงสัมพันธ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

1) นำเข้าข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ และค้นหากลุ่มข้อมูลในทุกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูล สำหรับจำแนกประเภท ทำการนับค่าความถี่ของชุดข้อมูลที่พบ (Frequent Itemsets) และนำเข้าข้อมูลรอบถัดไปสำหรับการจำแนกประเภท แล้วนับความถี่ของชุดข้อมูลจนกระทั่งครบ

2) สร้างกฎแบบเต็มรูปจาก Frequent Itemsets ที่ได้จากขั้นตอนข้างต้น โดยคำนวณค่าสนับสนุน (Supp) และค่าความเชื่อมั่น (Conf) ที่ได้จากการนับ (Frequent Itemsets) และคัดเลือกกฎโดยพิจารณาค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (MinSupp) และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (MinConf) ที่ยอมรับได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 45 ตามลำดับ

จากเทคนิคกฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ ทำให้ได้กฎสำหรับใช้จำแนก ทำการบันทึกกฎทั้งหมดไว้ในรูปแบบตารางในฐานข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ตัวอย่าง PFSCARs

PFSCARs	Supp	Conf
m_id='43', GENDER_ID = '2' , CURR_AGE = '20 - 24' , ADMIT_AGE = '< 20' , PROVINCE_ID = '1' , FUND_STATUS_ID = '0' , TALENT = 'No' , SON_NUM = 'None' , SON_STDNUM = 'None' , FAT_STATUS_ID = '1' , FAT_REVENUE_ID = '2' , FAT_OCCUP_ID = '2' , MOT_STATUS_ID = '1' , MOT_REVENUE_ID = '2' , MOT_OCCUP_ID = '2' , PAR_STATUS_ID = '1' , PAR_REVENUE_ID = '2' , PAR_OCCUP_ID = '2' ➔ 1st_GPA = 'Fair'	65.5%	8.7%
m_id='43', GENDER_ID = '1' , CURR_AGE = '20 - 24' , ADMIT_AGE = '20 - 24' , PROVINCE_ID = '1' , FUND_STATUS_ID = '0' , TALENT = 'No' , SON_NUM = 'None' , SON_STDNUM = 'None' , FAT_STATUS_ID = '1' , FAT_REVENUE_ID = '2' , FAT_OCCUP_ID = '2' , MOT_STATUS_ID = '1' , MOT_REVENUE_ID = '2' , MOT_OCCUP_ID = '2' , PAR_STATUS_ID = '1' , PAR_REVENUE_ID = '2' , PAR_OCCUP_ID = '2' ➔ 1st_GPA = 'Fair'	78.4%	11%
m_id='43', GENDER_ID = '1' , CURR_AGE = '25 - 30' , ADMIT_AGE = '20 - 24' , PROVINCE_ID = '8' , FUND_STATUS_ID = '0' , TALENT = 'No' , SON_NUM = 'None' , SON_STDNUM = 'None' , FAT_STATUS_ID = '1' , FAT_REVENUE_ID = '2' , FAT_OCCUP_ID = '2' , MOT_STATUS_ID = '1' , MOT_REVENUE_ID = '2' , MOT_OCCUP_ID = '2' , PAR_STATUS_ID = '1' , PAR_REVENUE_ID = '2' , PAR_OCCUP_ID = '2' , 1st_GPA = 'Poor' , Conf='33.3', Supp='0.4', frequency='1', D_status = 'Y'	33.3%	0.4%
…	…	…

4.3 การใช้ PFSCARs

การนำ PFSCARs ที่ได้ มาประยุกต์ใช้ เพื่อพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียน ทำได้โดยการนำ PFSCARs ที่ได้ มาคัดเลือกตามระดับค่าความสำคัญ (Precedence) จากมากไปน้อย โดยจะพิจารณาค่าความเชื่อมั่นที่ได้และค่าสนับสนุนที่ทำการคำนวณไว้ของกฎที่พบก่อนหน้าเปรียบเทียบกับกฎถัดไป ดังแสดงกระบวนการพิจารณาในรูปที่ 2

```
For (i=0; i< TotalRules; i++)
{
        Prec[i] = 0;
        If (Conf[i-1] < Conf[i]){  Prec[i]++; }
        Else{
        If Conf[i-1] = Conf[i])
        {
            If(Supp[i-1] < Supp[i]){  Prec[i]++; }
            Else{  Prec[i-1]++; }
        }
        Else{
             Prec[i-1]++;
        }
}
Return Max (Prec);
```

รูปที่ 2. กระบวนการพิจารณาและกำหนดค่าความสำคัญของกฎจำแนกประเภทเชิงสัมพันธ์แบบเต็มรูป

จากภาพ ถ้าค่าความเชื่อมั่นที่พบในกฎก่อนหน้า มากกว่าค่าความเชื่อมั่นที่พบในกฎถัดไปให้กฎที่พบก่อนหน้า มีความสำคัญมากกว่ากฎถัดไป ถ้าค่าความเชื่อมั่นที่พบในกฎก่อนหน้า เท่ากับค่าความเชื่อมั่นที่พบในกฎลำดับถัดไป ให้พิจารณาค่าสนับสนุนของกฎทั้งสอง ถ้าค่าสนับสนุนของกฎที่พบก่อนหน้า มากกว่าค่าสนับสนุนของกฎถัดไป ให้กฎที่พบก่อนหน้า มีค่าความสำคัญมากกว่ากฎถัดไป และถ้าค่าความเชื่อมั่นและค่าสนับสนุนของกฎที่พบก่อนหน้า และกฎถัดไปมีค่าเท่ากันให้กฎที่มาก่อนมีค่าความสำคัญมากกว่า

5. ผลการดำเนินงาน

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์คุณลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยเทคนิคกฎการจำแนกเชิงความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ผลการดำเนินการพบว่ามีจำนวนกฎที่ถูกสร้างขึ้นทั้งสิ้น266 กฎ ซึ่งจำแนกเป็นกฎสำหรับจำแนกระดับความเหมาะสมระดับดี 52 กฎ ระดับปานกลาง 110 กฎ และระดับอ่อน 104 กฎ โดยมีกฎที่เป็นไปตามค่าความเชื่อมั่น ขั้นต่ำที่กำหนด (45%) 157 กฎ ซึ่งจำแนกเป็นกฎสำหรับจำแนกระดับความเหมาะสมจากระดับผลการเรียน ในระดับดี ระดับปานกลาง และระดับอ่อน จำนวน 43, 61 และ 40 กฎ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. กฎแบบเต็มรูปที่ได้ (จำแนกตามผลการเรียน)

Equalized level (1st_GPA)	Training data set	PFSCARs	PFSCARs within MinConf (45%)
Poor (< 2.20)	146	52	43
Fair (2.20 -2.75)	416	110	61
Good (> 2.75)	106	104	40
Overalls	698	266	157

5.1 การทดสอบกฎจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์

ในส่วนของการทดสอบข้อมูล ใช้ชุดข้อมูลซึ่งเตรียมไว้สำหรับการทดสอบ (Testing data set) จำนวน 335 ระเบียนนำมาผ่านกระบวนการของตัวแบบฯที่ถูกสร้างขึ้น โดยที่สมมติระเบียนข้อมูลทดสอบเป็นข้อมูลนักศึกษาเข้าใหม่ ที่ต้องการคาดการณ์ว่าจะมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับใด ทำการทดสอบตามกระบวนการของตัวแบบฯ ที่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1) นำเข้าข้อมูลนักศึกษาเข้าใหม่ โดยจัดรูปแบบข้อมูลให้พร้อมสำหรับการเปรียบเทียบกับกฎฯ

2) คัดเลือกกฎที่สร้างขึ้น โดยเรียงลำดับตามค่าความสำคัญ และเนื่องจากได้มีการจัดเก็บกฎไว้ในฐานข้อมูล จึงทำให้การเรียงลำดับค่าความสำคัญของกฎสามารถทำได้ด้วยภาษา SQL

กฎที่ถูกคัดเลือกด้วยการเรียงลำดับค่าความสำคัญแล้ว คือผลการคาดการณ์ระดับความเหมาะสมของข้อมูลที่ได้ ทำการทดสอบจนครบทุกระเบียนข้อมูล เปรียบเทียบผลการคาดการณ์กับ ระดับผลการเรียนจริง จากนั้นจึงคำนวณหาความถูกต้องของการคาดการณ์ (ร้อยละ) ของระดับผลการเรียนที่แท้จริง ดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5. ผลการทดสอบกฎจำแนกตามประเภท

Equalized level (1st_GPA)	Training data set	Testing data set	Accuracy	
			Record	%
Good (> 2.75)	146	54	34	63
Fair (2.20 -2.75)	416	207	184	89
Poor (< 2.20)	106	74	46	62
Overalls	698	335	264	79

เมื่อทำการทดสอบกฎจำแนกประเภทเชิงสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ด้วยชุดข้อมูลสำหรับทดสอบพบว่า กฎสำหรับจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษาในระดับปานกลาง เป็นกฎที่มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลได้ดีที่สุด (ร้อยละ 89) ในขณะที่กฎจำแนกระดับความเหมาะสมระดับดี และระดับต่ำ มีความสามารถในการจำแนกได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลสำหรับเรียนรู้ของระดับดังกล่าวมีน้อย ทำให้การจำแนกกลุ่มไม่ดีเท่าที่ควร โดยเมื่อคำนวณประสิทธิภาพในการพยากรณ์โดยรวมแล้ว กฎที่ได้มีความสามารถจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษาอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 79)

6. บทสรุป ข้อเสนอแนะ และแนวทางพัฒนาต่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบ เพื่อพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมต่อการเข้าศึกษา ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยเทคนิคกฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ ใช้ข้อมูลนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เป็นกรณีศึกษา โดยกำหนดกลุ่มจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับผลการเรียนอันได้แก่ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ผลการทดลองพบว่า สามารถจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษาได้ในระดับดี (ร้อยละ 79) แม้ว่าจะพบข้อจำกัดในเรื่องของการนำเข้าข้อมูลสำหรับเรียนรู้ ที่ระดับดีและระดับต่ำ น้อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ความเหมาะสม ของนักศึกษาในประเภทดังกล่าวไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งหากมีการนำเข้าข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ ได้มากใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ตัวแบบเพื่อพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่ จะสามารถใช้พยากรณ์คุณลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้กฎการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยที่ค้นพบรวมถึงลักษณะความเหมาะสมที่ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลนักศึกษาในสาขาอื่นๆ ได้ และเป็นแนวทางสำหรับการจัดแผนการเรียนกลุ่มเรียน รวมถึงรายวิชาในแผนการเรียนในหลักสูตรให้เหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] E. Tovar, J. Carrillo, and R. Colomo, "Proposal of an educational model for technical courses in the context of the European Convergence in Higher Education," presented at Frontiers in education conference - global engineering: knowledge without borders, opportunities without passports, 2007. FIE '07. 37th annual, 2007.

[2] W. Green, "Demographic and phychological factors influencing academic success in a college level human anatomy course," in *The school of Human Resource Education and Workforce Development*: Louisiana State University., 2007.

[3] J. C. S. Wise, D.; Colledge, T., "Student assessment of faculty performance: an alternate approach," *Frontiers in Education,* 2002. *FIE* 2002. 32*nd Annual*, vol. 1, pp. T3B-1 - T3B-4, 2002.

[4] J. M. Brown, "Key factors that influence students' success in postsecondary vocational education programs " *Journal of Career Development*, vol. 13, 2005.

[5] P. Jongmesuk, "Factors that influenced graduates of srinakharinwirot university, Bangsaen campus to choose self-employment."

[6] R. Anthony, "The demographics of candidates for faculty positions in computer science," *Commun. ACM*, vol. 39, pp. 78-84, 1996.

[7] จิราพร ยิ่งกว่าชาติ, รศ.ดร.ประสงค์ ปราณีตพลกรัง, "การทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยการเรียนรู้แบบเบย์และเหมืองข้อมูล," 2549.

[8] W. H. Bing Liu., Yiming Ma., "Integrating Classification and Association Rule Mining," presented at Fourth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining(Kdd-98). , 1998.

[9] ชิดชนก ส่งศิริ, กฤษณะ ไวยมัย และ ธนาวินท์ รักธรรมานนท์, "การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิงเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์," *NECTEC Technical Journal*, vol. 3, pp. 134-142, 2001.

[10] C. Ordonez and C. Ordonez, "Association rule discovery with the train and test approach for heart disease prediction" *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, vol. 10, pp. 334-343, 2006.

[11] A. Michail and A. Michail, "Data mining library reuse patterns using generalized association rules" presented at Software Engineering, 2000. Proceedings of the 2000 International Conference on, 2000.

[12] A. Srisawat and B. Kijsirikul, "Using associative classification for predicting HIV-1 drug resistance," presented at Hybrid Intelligent Systems, 2004. HIS '04. Fourth International Conference on, 2004.

[13] M. J. A. B. a. G. Linoff, *Data Mining Techniques*: John Wiley & Sons., 1997.

[14] K. H. Shimada, K. Jinglu Hu, "Class Association Rule Mining with Chi-Squared Test Using Genetic Network Programming," presented at International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2006. ICSMC '06., 2006.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบปฏิบัติการจริง สำหรับรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 1 โดยผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้

Actual Laboratory for Course : Electrical Engineering Laboratory 1 via Learning Management System (LMS) Network

นฤดล ดามพ์สุกรี
สาขาวิทยาการสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
E-mail: narudol@sut.ac.th

รังสรรค์ วงศ์สรรค์
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
E-mail: rangsan@sut.ac.th

ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
E-mail: thipwan@sut.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการเรียนการสอนปฏิบัติการผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์ม(SCORM) เป็นระบบปฏิบัติการจริง ที่พัฒนาขึ้นโดยบูรณาการข้อเด่นของปฏิบัติการทดลองจริง ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง และปฏิบัติการทดลองทางไกล ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจริงนอกห้องปฏิบัติการปกติ และเชื่อมต่อการทดลองเข้ากับระบบเครือข่ายเพื่อเก็บผลการทดลองไปยังระบบจัดการการเรียนรู้ ตามมาตรฐานสกอร์ม 2004 ได้ทุกระบบ บทความนี้ได้อธิบายถึงการสร้างสถาปัตยกรรมทั้งระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อเชื่อมต่อการทดลอง รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ทำให้การส่งข้อมูลไปยังระบบจัดการการเรียนรู้เป็นไปตามมาตรฐานสกอร์ม 2004 ซึ่งผลการทดลองระบบในขั้นต้น ก่อนนำไปใช้จริงมีความผิดพลาดต่ำในระดับที่สามารถนำไปใช้ทดแทนการปฏิบัติการในห้องทดลองจริงได้

Abstract

A learning-teaching operational system passing through a network of learning management system under SCORM standard is an actual laboratory that was developed by integration among a real laboratory, virtual laboratory and remote laboratory, and this integration allows learners to be able to operate actual laboratory by themselves when they are being outside the normal laboratory room. Additionally, this integration also facilitates learners connect an experiment with the network system in order to keep experimental results to the learning management system as SCORM 2004 standard for every system.

This article explains a building of the architecture in system both hardware and software to connect the laboratory plus a software which makes sending information to the learning management system be in line with SCORM 2004 standard, and the experimental result at the first step before real using will have low mistakes which are the level that can be brought to replace the laboratory in the real experimental room.

คำสำคัญ

e-experiment, LMS, SCORM, remote lab, virtual lab

1.บทนำ

การปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่ผู้เรียนต้องมีความรู้ทางทฤษฎีและทักษะในการทดลองจริง ผู้เรียนจะเรียนรู้จากความสำเร็จและความผิดพลาดในการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงต้องการประสบการณ์ที่ได้จากการฝึกฝนทั้งในช่วงการปฏิบัติการตามตารางเรียน และการทดลองนอกห้องปฏิบัติการนอกเวลา ตามความสะดวกของผู้เรียน แต่บางรายวิชานั้นมีผู้เรียนจำนวน

มาก สถานศึกษาจะต้องลงทุนในการจัดการเรียนการสอนสูง ทำให้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการไม่เพียงพอ การแบ่งปันทรัพยากรทางการเรียน ด้วยการทดลองทางไกลจึงเป็นหนทางแก้ปัญหาที่ดี [1] แต่จะต้องคำนึงถึงประสบการณ์จริงที่ผู้เรียนจะได้รับจากการทดลองด้วยตนเอง รวมทั้งในด้านระบบการจัดการสอนปฏิบัติการที่จะต้องเก็บข้อมูลการทดลองผ่านระบบเครือข่าย สามารถติดตามพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมาตรฐานที่นำมาใช้เพื่อให้สามารถแบ่งปันทรัพยากรการเรียนได้ง่าย

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปฏิบัติการทดลองในปัจจุบันแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะของการปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน Tuttas J.และ Wagner B. [2] ได้แบ่งรูปแบบการปฏิบัติการทดลองไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การทดลองในห้องทดลอง (Local Labs) ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติการทดลองในห้องทดลองของสถานศึกษา ใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่มโดยมีพนักงานห้องทดลองและอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ดูแล 2) การปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Virtual Labs) เป็นการใช้ซอฟต์แวร์จำลองเลียนแบบอุปกรณ์การทดลองจริง เช่น เครื่องมือวัดต่าง ๆ หรือจำลองสถานการณ์การทดลอง สร้างการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Animation) จะสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียนได้ดีในการเรียนด้วยตนเองที่บ้าน หรือสถานที่ที่ผู้เรียนต้องการ 3) การปฏิบัติการทดลองออนไลน์ (Online Labs) เป็นการนำเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่าย เช่น อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต มาใช้ร่วมกับเครื่องมือปฏิบัติการทดลองจริง ผู้เรียนจะควบคุมเครื่องมือทดลองทางคอมพิวเตอร์ผ่านเครือ ข่าย การปฏิบัติการทดลองแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างความรู้สึกในการปฏิบัติการทดลองจริงและความยืดหยุ่นเรื่องสถานที่เรียนของการปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

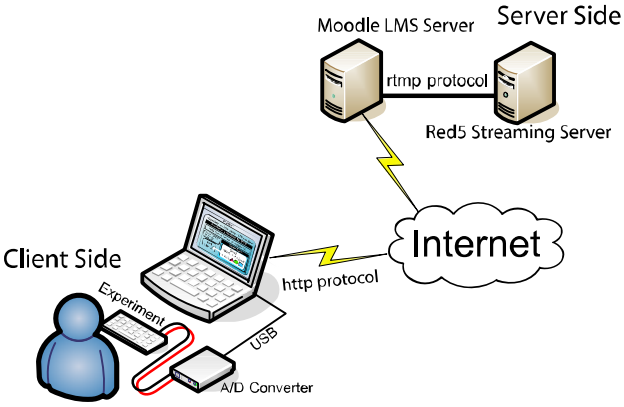
Ko, C. C., et al. [3] ได้สร้างห้องทดลองต้นแบบเสมือนจริงบนอินเทอร์เน็ต ชื่อ VLAB สำหรับใช้กับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ โดยจำลองเครื่องวัด (Oscilloscope) เพื่อใช้แสดงผลการทดลอง ซึ่งได้รับผลตอบรับในทางบวกจากผู้ใช้ การวิจัยดังกล่าวเน้นให้ผู้เรียนเข้าทำการควบคุมเครื่องมือทดลองจากนอกห้องปฏิบัติการโดยเครื่องมือการทดลองติดตั้งในห้องปฏิบัติการ และชมผลการทดลองบนบราวเซอร์ (Browser) ผ่านอินเทอร์เน็ต ถือว่าเป็นการผสมผสานหลักการระหว่างการทดลองทางไกลกับการทดลองแบบเสมือนจริง แต่ผู้เรียนไม่ได้ทดลองกับอุปกรณ์ด้วยมือตนเอง

การวิจัยที่มีลักษณะอุปกรณ์ทดลองอยู่ที่ฝั่งผู้เรียนวิจัยโดย Gregory Tait และ Nathan Chao [4] ในปี 2003 โดยทำการวิจัยเพื่อค้นหาการเรียนปฏิบัติการทดลองทางไกลรูปแบบใหม่เป็นการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนบนเว็บ (eLAB) กับการปฏิบัติการทดลองด้วยตัวผู้เรียนเอง (Hands-on) สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีแรก พบว่าการเรียนด้วยตนเองนอกห้องปฏิบัติการปกติเปรียบเทียบกับการเรียนในห้องปฏิบัติการ 3 ชั่วโมงเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจบทเรียน ผู้เรียนมีประสบการณ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น แต่ระบบดังกล่าวไม่มีการเก็บผลการทดลองผ่านระบบจัดการการเรียนรู้ตามมาตรฐานสกอร์ม

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการออกแบบระบบการทดลองแบบผสมผสาน จะมีผลดีกับผู้เรียนซึ่งสามารถเรียนได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ มีปฏิสัมพันธ์กับอุปกรณ์การทดลองจริง ได้ข้อมูลจริง มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อระบบการเรียนการสอนปฏิบัติการผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์ม จึงนำข้อเด่นเหล่านี้มาออกแบบระบบเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีความประหยัดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยนำหลักการปฏิบัติการทดลองด้วยตัวผู้เรียนเอง (Hands-on) การเรียนการสอนบนเว็บ การบรรยายด้วยสื่อมัลติมีเดียแทนผู้ช่วยสอนปฏิบัติการ และการรายงานผลการปฏิบัติการผ่านเครือข่ายมาเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนปฏิบัติการ มีการรายงานผลไปยังผู้สอนผ่านระบบจัดการเรียนการสอนและเพิ่มประสิทธิภาพในการแบ่งปันบทเรียนข้ามระบบด้วยมาตรฐานสกอร์ม (SCORM : Sharable Content Object Reference Model)

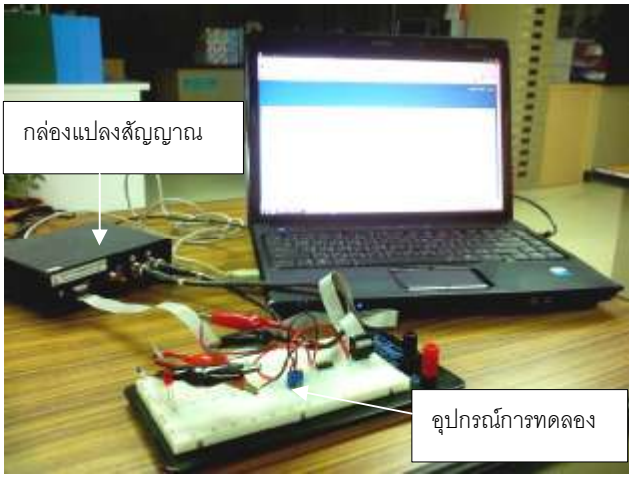
3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างระบบดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วย 1) กล่องแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (A/D Converter) ที่มีส่วนของฮาร์ดแวร์รับสัญญาณทางไฟฟ้าจากชุดทดลอง (experiment kit) ส่วนของซอฟต์แวร์ประมวลผล 2) วัตถุการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์ม ที่สามารถรับสัญญาณจากกล่องแปลงสัญญาณ เพื่อแสดงข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System – LMS) 3) ระบบจัดการการเรียนรู้ 4) ระบบเผยแพร่สื่อวีดิทัศน์ผ่านเครือข่าย (Streaming Server) ที่ทำงานร่วมกับวัตถุการเรียนรู้



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมระบบการเรียนการสอนปฏิบัติการผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์ม

3.1 **กล่องแปลงสัญญาณแอนะล็อก (analog) เป็นดิจิทัล (digital)** ดังแสดงในรูปที่ 2 ที่มีส่วนของฮาร์ดแวร์รับสัญญาณทางไฟฟ้า ส่วนของซอฟต์แวร์ประมวลผลสัญญาณแอนะล็อกจากสายวัด 2 สายโดยจะทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง สัญญาณจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยใช้ IC แปลงสัญญาณ A/D เบอร์ MCP3208 ความละเอียด 12 bit ขนาด 8 ช่องสัญญาณ ของบริษัท Microchip Inc. ส่วนการประมวลผลข้อมูลได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PIC เบอร์ PIC16F877 ของบริษัทเดียวกัน ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านข้อมูลจากสายวัดสัญญาณผ่าน A/D แล้วนำข้อมูลส่งผ่านพอร์ตอนุกรมโดยใช้โมดูล USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) ที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านวงจรแปลงสัญญาณจาก RS232 เป็น USB โดยใช้บอร์ดสำเร็จรูป UCON-UART ของบริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด ไปแสดงผลยังซอฟต์แวร์ ActiveX บนบราวเซอร์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน



รูปที่ 2 ระบบการเรียนการสอนปฏิบัติการผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์มฝั่งผู้เรียน

3.2 **วัตถุการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์ม** (SCO:Shareable Content Object) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 สามารถรับสัญญาณจากกล่องแปลงสัญญาณ เพื่อแสดงข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดการการเรียนรู้ ผ่าน Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ประกอบด้วยเนื้อหาการทดลองที่สร้างจาก Hypertext

รูปที่ 3 วัตถุการเรียนรู้มาตรฐานสกอร์มส่วนของการรับข้อมูลจากอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

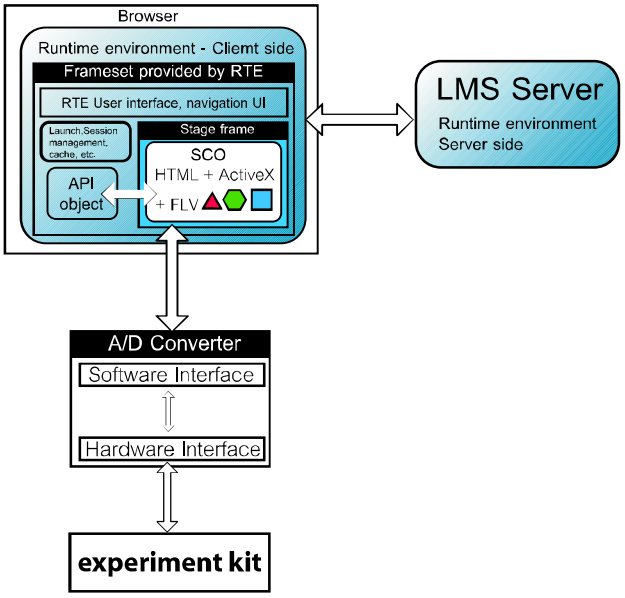
Markup Language (HTML) ภาพเคลื่อนไหว (Flash Animation) สร้างจากซอฟต์แวร์ Macromedia Flash และไฟล์วีดิทัศน์ (Flash Video - FLV) เพื่อให้รายละเอียดของการทดลองแทนเอกสารคู่มือปฏิบัติการและผู้ช่วยสอนปฏิบัติการ ส่วนซอฟต์แวร์แสดงผลและเก็บผลการทดลองที่รับข้อมูลมาจากกล่องแปลงสัญญาณ เป็นซอฟต์แวร์แบบ ActiveX ที่ฝังตัวอยู่บนบราวเซอร์ สร้างโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ซึ่ง ActiveX จะรวบรวมผลการทดลองทั้งหมดส่งไปยัง LMS โดยเรียกใช้ฟังก์ชันสกอร์ม Application Programming Interface (API) จากสกอร์ม Wrapper ตามมาตรฐานของสกอร์ม 2004 [5]

3.3 ระบบจัดการการเรียนรู้ (LMS:Learning Management System) Moodle เป็นระบบจัดการการเรียนรู้ประเภทรหัสเปิด (Opensource) ที่สามารถแสดงผลบทเรียนตามมาตรฐาน SCORM รวมทั้งการรับผลการทดลองในรูปของตารางที่ถูกส่งมาจาก ActiveX และติดตามพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน

3.4 ระบบเผยแพร่สื่อวีดิทัศน์ผ่านเครือข่าย (Streaming Server) ที่ทำงานร่วมกับ SCO ประกอบด้วย Red5 ซึ่งเป็น Streaming Server แบบรหัสเปิด ทำงานร่วมกับ Apache Web Server ทำหน้าที่เผยแพร่ไฟล์วีดิทัศน์สอนปฏิบัติการชนิด FLV แทนผู้ช่วยสอนในการเรียนปฏิบัติการปกติ โดยใช้โปรโตคอล Realtime Messaging Protocol (rtmp) ซึ่งเป็นมาตรฐานของบริษัท Adobe Inc.

4. การทำงานของระบบ

ดังรูปที่ 4 ข้อมูลทางไฟฟ้าประกอบด้วยแรงดันและค่ากระแสไฟฟ้าจากชุดทดลอง (Experiment Kit) จะถูกส่งผ่านส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ของกล่องแปลงสัญญาณ ส่วนซอฟแวร์แสดงผลแบบ ActiveX ซึ่งฝังตัวในไฟล์ HTML และเป็นส่วนหนึ่งของSCO จะถูกเรียกโดยผู้เรียนจาก LMS Server มายังเครื่องของผู้เรียนผ่านเว็บบราวเซอร์เพื่อรอรับข้อมูลจากกล่องแปลงสัญญาณ จากนั้นจะแสดงค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ทำการคำนวณ เพื่อเก็บในตาราง เมื่อผู้เรียนส่งผลการทดลองไปเก็บที่ LMS Server ActiveX จะส่งค่าผ่าน JavaScript ที่ฝังตัวอยู่ในไฟล์ HTML ทำการเรียกใช้ฟังก์ชั่นการส่งค่าจาก SCORM API ตามมาตรฐานของ SCORM [6] Runtime Environment (RTE) ที่จะทำการส่งข้อมูลระหว่างฝั่งผู้เรียนกับฝั่งเครื่องแม่ข่าย ข้อมูลการทดลอง รวมถึงข้อมูลการใช้ SCO ของผู้เรียน จะถูก LMS บันทึกแยกเป็นรายบุคคลตามการเข้าใช้ของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนสามารถเข้าตรวจรายงานผลการทดลองในฐานะผู้สร้างรายวิชา (Course Creator)



รูปที่ 4 การทำงานของระบบรับสัญญาณจากชุดทดลองเพื่อแสดงผลและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดการการเรียนรู้

5. การทดสอบการใช้งาน (Evaluation)

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

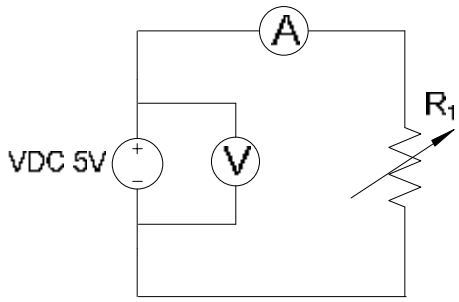
5.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพในการวัดของกล่องแปลงสัญญาณ โดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จริงกับค่าที่คำนวณตามทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง [7] โดยการต่อวงจรทดสอบดังรูปที่ 5 เพื่อทดสอบการวัดตัวต้านทานจากการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ โดยการใช้มัลติมิเตอร์วัดให้มีค่าความต้านทาน (R_1) ตามที่กำหนดจาก 22 โอห์มไปจนถึง 1 กิโลโอห์ม จากนั้นจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์เข้าสู่วงจร จากนั้นใช้สายสัญญาณวัดแรงดันและกระแสในวงจรเข้าสู่กล่องแปลงสัญญาณ เพื่อแสดงค่าแรงดันและกระแสในวงจรที่ซอฟต์แวร์แสดงผล ActiveX บนเครื่องผู้เรียน จากนั้นซอฟต์แวร์จะคำนวณค่าของตัวต้านทานที่วัดได้ ตามกฎของโอห์ม ดังนี้

$$R = \frac{E}{I}$$

I = กระแส มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

E = แรงดัน มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R = ความต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)



รูปที่ 5 การต่อวงจรเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกล่องแปลงสัญญาณ

5.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software) การทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ ActiveX ที่สร้างขึ้นสำหรับใช้แสดงผลการวัด จัดทำโดยการนำ ActiveX พร้อมด้วยไฟล์ HTML ซึ่งเป็นเนื้อหาการทดลอง ที่บรรจุฟังก์ชันการเรียกใช้งานสกอร์ม API ทำการรวบรวมไฟล์ตามมาตรฐานสกอร์ม ด้วยโปรแกรม RELOAD จาก University of Bolton จากนั้นนำไฟล์ที่รวบรวมได้ไปบรรจุลงในบทเรียนที่สร้างขึ้นบนระบบจัดการการเรียนรู้ Moodle จากนั้นเริ่มเข้าเรียนในฐานะผู้เรียน ทำการทดลองตามที่กำหนด พร้อมกับส่งตารางผลการทดลอง

5.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

5.2.1 ฮาร์ดแวร์ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของกล่องแปลงสัญญาณ พบว่าสามารถวัดกระแสในวงจรได้ในระหว่าง 15 มิลลิแอมป์ ถึง 1 แอมป์ โดยมีค่าความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับทฤษฎี ผู้วิจัยทำการทดสอบการวัดตัวต้านทานย่านการวัดระหว่าง 22 โอห์ม ถึง 1 กิโลโอห์ม พบว่ามีความผิดพลาดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.7 ถึง 4.7 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าความผิดพลาดของตัวต้านทานปกติที่มีจำหน่าย โดยค่าความผิดพลาดดังกล่าว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าตัวต้านทานที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงดันที่ใช้ในวงจรมีขนาดคงที่ 5 โวลต์ ในขณะที่ตัวต้านทานมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของกระแสในวงจรที่วัดได้จะมีค่าน้อยลงตามกฎของโอห์ม แต่เนื่องจากข้อจำกัดของไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวแปลงสัญญาณ A/D การวัดวงจรที่มีกระแสต่ำกว่า 10 มิลลิแอมป์ จะมีค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถแสดงผลละเอียดในช่วงเลขทศนิยมหลักที่ 4 ได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อวัดตัวต้านทานขนาด 1 กิโลโอห์ม กระแสที่วัดได้มีค่า 0.0045 แอมป์ กระแสที่วัดได้จะมีค่าผิดพลาดร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับทฤษฎี ทำให้ค่าตัวต้านทานที่วัดได้จะมีค่า 1.03 กิโลโอห์ม มีความผิดพลาดร้อยละ 3.22 เมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎี

ตารางที่ 1 ความคลาดเคลื่อนในการวัดกล่องแปลงสัญญาณ

ค่าความต้านทาน (Ω)	ค่าความต้านทานที่วัดได้ (Ω)	ค่าความผิดพลาด (%)
22	22.279	1.25
50	50.600	1.18
100	100.962	0.95
200	201.674	0.83
250	252.087	0.82
300	302.493	0.82
350	353.87	1.09
400	411.410	2.77
450	461.52	2.49
500	513.355	2.60
550	564.048	2.49
600	617.346	2.81
650	662.157	1.83
700	713.092	1.83
800	814.035	1.72
900	929	3.12
950	988.297	3.87
1000	1033.333	3.22

5.2.2 ซอฟต์แวร์ การแสดงผลของซอฟต์แวร์ ActiveX ที่ทำงานร่วมกับสกอร์ม API บนระบบจัดการการเรียนรู้ สามารถส่งข้อมูลที่รับค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจร เพื่อคำนวณหาค่าความต้านทานโดยแสดงความละเอียดเป็นทศนิยม 4 หลัก มีความผิดพลาดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.7 ถึง

4.7 ตรงตามข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ และสามารถส่งรายงานผลการทดลองโดยใช้สกอร์ม API ไปเก็บยังระบบจัดการการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

6. บทสรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้างระบบเชื่อมต่อระหว่างวัตถุการเรียนรู้ตามมาตรฐานสกอร์ม ที่สามารถติดต่อและรับข้อมูลผลการทดลองจากฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นกล่องแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล สามารถส่งผลการทดลองและข้อมูลผู้เรียนไปเก็บยังระบบจัดการการเรียนรู้ตามมาตรฐานสกอร์ม 2004 ได้ โดยใช้ฟังก์ชันการส่งข้อมูลจากสกอร์ม APIการรับผลการทดลองสามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานการส่งข้อมูลของสกอร์ม 2004 (เวอร์ชั่น 1.3)

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบนี้มีทั้งส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ความผิดพลาดในการวัดค่าของฮาร์ดแวร์มาจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความละเอียดในการประมวลผลของไมโครโปรเซสเซอร์ คุณภาพของสายสัญญาณที่ใช้วัดแรงดันและกระแส ความละเอียดในการแปลงสัญญาณของชิปแปลงสัญญาณ และตัวต้านทานที่ใช้ในวงจร เนื่องจากตัวต้านทานที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นเป็นตัวต้านทานที่มีจำหน่ายทั่วไป ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนภายในตัวต้านทานเองโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าคลาดเคลื่อนอยู่ที่ +-1 % และ +-5% จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้เกิดค่าคลาดเคลื่อนตามค่าดังกล่าวด้วย ค่าแรงดันอินพุตที่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลสามารถรับได้สูงสุดเพียง 5 โวลต์ จึงทำให้ไม่สามารถทำงานที่ค่าแรงดันสูงมากได้

สำหรับขั้นตอนในการวัดประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ ทำโดย การทดสอบการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ผ่านการเรียนวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นมาแล้ว จะดำเนินการในต้นภาคเรียนที่ 3/2551 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้แผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design ด้วยการสุ่มประชากร 150 คน แบบง่าย (Simple Random Sampling) แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (Experimental Group) คือผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม (Control Group) ที่เรียนด้วยวิธีปกติ จำนวน 30 คน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Taboy, J.P. (2006). **A community sharing hands-on centers in engineering's training.** International Journal of Online Engineering Vol 2 (1): 30-35

[2] Tuttas J., Wagner B. (2001) **Distributed Online Laboratories.** International Conference on Engineering Education. August 6 – 10, 2001 Oslo, Norway

[3] Ko, C. C. ,et al. (2000). **A large scale web-based virtual oscilloscope laboratory experiment.** IEEE Engineering Science and Education Journal, 9(2):69-76

[4] Tait, G., Chao, N. (2003). **Hands-on Remote Laboratory for Freshman Engineering Education.** Frontiers in Education, 2003. FIE 2003. 33rd Annual Vol.1:T3E-T37

[5] Advance Distributed Learning (ADL). (2005). **Shareable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 Overview** [online]: Available: http://www.adlnet.org

[6] Advance Distributed Learning (ADL). (2005). **SCORM Run-time Environment 1.3.1** [online]: Available: http://www.adlnet.org

[7] สราวุฒิ สุจิตจร และกิตติ อัตถกิจมงคล. (2547). **วงจรไฟฟ้า Electric Circuit**. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษา ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

A Development of Web-based Admission Online System of Chandrakasem Rajabhat University

จามรกุล เหล่าเกียรติกุล, เกียรติพงษ์ ยอดเยี่ยมแกร, วุฒินันท์ บุญโพธิ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

jamornkul@chandra.ac.th ,yord98@hotmail.com, wuttinun@chandra.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบรับสมัครนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการดำเนินการรับสมัครนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการให้บริการแก่ผู้สนใจสมัครเข้าศึกษา โดยมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานตามขั้นตอนวิธีของกระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบ ผลจากการออกแบบพัฒนาระบบและการใช้งานพบว่า ระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถอำนวยความสะดวกและเป็นช่องทางในการรับสมัครนักศึกษาได้ โดยมีความยืดหยุ่น สามารถเพิ่มลดหรือแก้ไข ข้อมูล เช่นกำหนดการสอบ สาขาวิชาที่เปิดสอนได้ ผู้สมัครสามารถเข้าไปทำการสมัครเข้าศึกษาได้โดยการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น ได้ตามกำหนดการ และข้อกำหนดต่างๆ ที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนด และระบบยังสามารถออกรายงานที่จำเป็นต่อกระบวนการรับสมัครและการคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาได้ ซึ่งถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้สนใจการสมัครเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อีกทั้งยังสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากระบบไปใช้ประโยชน์ต่อระบบงานทะเบียนและงานอื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ

การรับสมัครนักศึกษา, ระบบสารสนเทศ, เว็บเบส

Abstract

The purpose of this study was to develop a web-based system to support an academic admission process and improve service efficiency of university. This study use PHP as tools for implementation a web-based system with MySQL as Database management system follow by the software development life cycle (including with validation and verification methods). The result of this study that proposed this admission online system was a convenient way for peoples to submit an application to university. The system is flexible for specify important information as schedules and curriculums and provided to generate report and statistics. It was improve service efficiency in their process with a guideline to information utilized and use for the other academic information systems in the future.

Keyword

Admission, Information System, Web-base

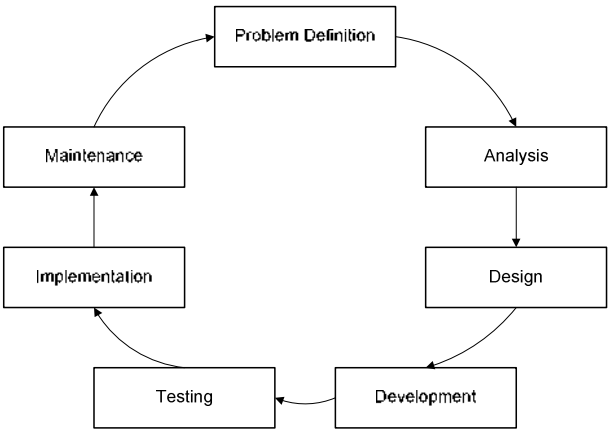
1. บทนำ

ในปัจจุบันการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม มีนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อรองรับการดำเนินงานในด้านต่างๆ ของมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการให้บริการแก่นักศึกษา ส่วนงานรับสมัครนักศึกษาถือเป็นส่วนงานสำคัญงานหนึ่ง เนื่องจากการตอบรับและสนองต่อนโยบายของสำนักงานการอุดมศึกษาในการรับสมัครนักศึกษาโดยวิธีการรับตรง หรือที่เรียกกันว่า Admission ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาวิธีการรับสมัครนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จะใช้วิธีการขายใบสมัครและรับสมัคร ดังนั้นผู้สนใจจะต้อง

เดินทางมาที่มหาวิทยาลัยเพื่อซื้อใบสมัครและสมัครเข้าศึกษาตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวอาจต้องใช้เวลาในการเดินทางรวมถึงจำนวนครั้งของการเดินทางมายังมหาวิทยาลัยฯ มากกว่า 1 ครั้ง โดยจากวิธีการเดิมๆที่ใช้ ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรทั้งกระดาษและทรัพยากรอื่นๆ และยังเป็นการเสียโอกาสของผู้สนใจบางส่วนที่ไม่สามารถเดินทางมาสมัครโดยตรงได้ ดังนั้นหากสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้สนใจเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยฯ สามารถสมัครเข้าศึกษาได้โดยมิต้องเดินทางมายังมหาวิทยาลัยฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะตอบสนองความต้องการให้แก่ผู้สนใจสมัครเข้าศึกษายังมหาวิทยาลัยฯ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบรับสมัครนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อแก้ปัญหาการดำเนินการรับสมัครนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการให้บริการแก่ผู้สนใจสมัครเข้าศึกษา นอกจากนั้นยังช่วยให้การปฏิบัติงานในส่วนของการรับสมัครนักศึกษาใหม่เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากระบบการสมัครสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อเนื่องเช่นข้อมูลการชำระเงิน สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยฝ่ายการเงิน ข้อมูลส่วนตัวผู้สมัคร ฝ่ายทะเบียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อเนื่องไปจนกระทั่งการรายงานตัวเข้าเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ อีกทั้งข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำเข้าสู่ระบบข้อมูลของสำนักงานการอุดมศึกษาแห่งชาติ รวมถึงสามารถสรุปข้อมูลเป็นรูปแบบรายงานต่างๆ เพื่อนำเสนอต่อไป

2. กระบวนการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ จำเป็นต้องมีการวางแผนการพัฒนาใช้ชัดเจนเพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นกระบวนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิธีการสำหรับการวางแผนการพัฒนาระบบงาน เพื่อให้การพัฒนาระบบดำเนินไปตามขั้นตอนที่เรียกว่า วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) ซึ่งเป็นวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมต่าง ๆ โดยแบ่งกระบวนการดำเนินการออกเป็นแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการริเริ่มจนกระทั่งดำเนินการสำเร็จ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอน [1] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. The Software Life Cycle

2.1 การทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การทดสอบโปรแกรม (Program Test) เป็นงานที่ค่อนข้างยาก โดยความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการทดสอบโปรแกรม คือ ความรู้ในระบบงานและโปรแกรม ความเข้าใจถึงลักษณะการเชื่อมโยง (link) ของโปรแกรมต่าง ๆ ในระบบงาน การเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงหน้าที่และความต้องการของธุรกิจ รวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง [2]

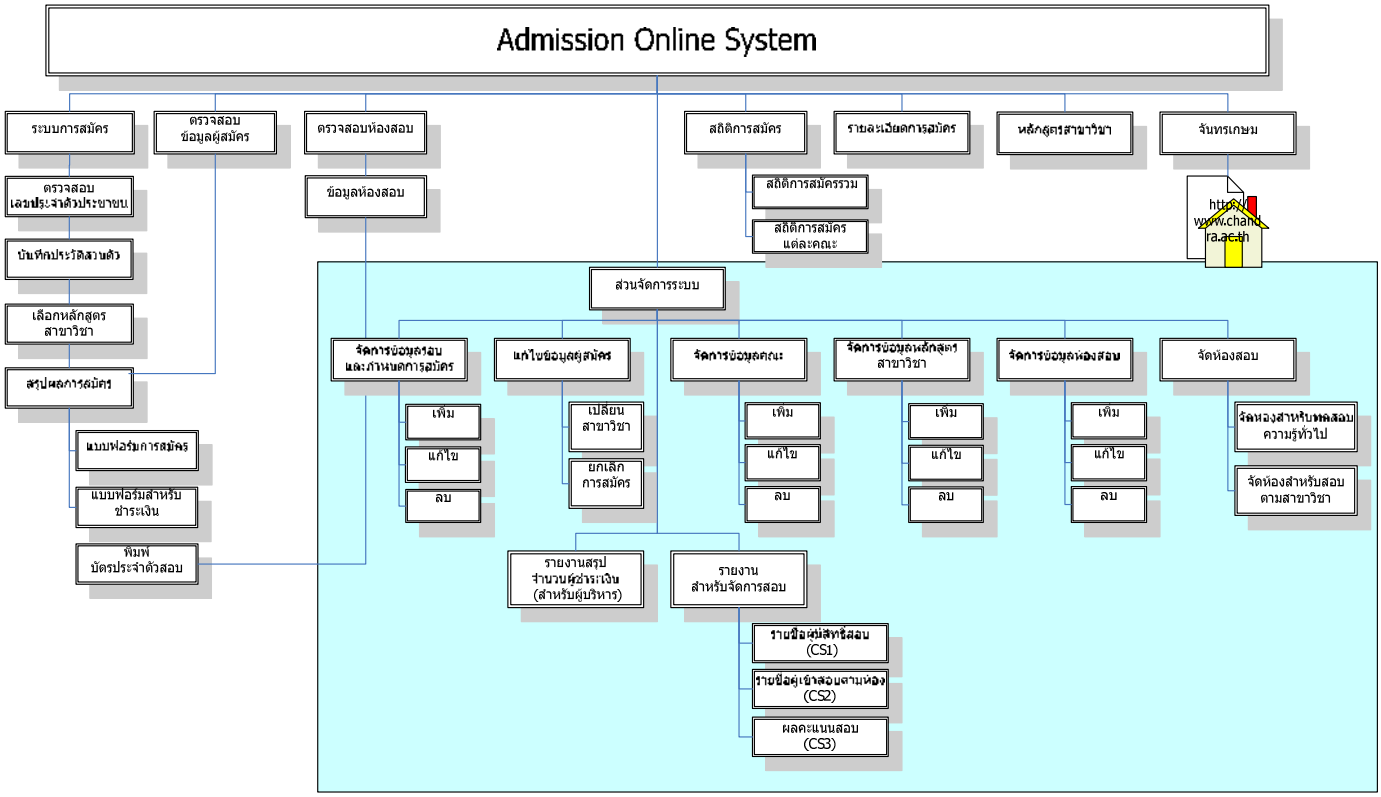
การตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของระบบงาน (Verification & Validation :V & V) เป็นกระบวนการที่ต้องต้องเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลอดช่วงระยะเวลาพัฒนาระบบจนถึงการติดตั้งและใช้ระบบได้จริงในสภาพการทำงานที่เป็นจริง โดยเป็นการตรวจสอบและประเมินว่าโปรแกรมหรือระบบงานที่สร้างขึ้นมานั้นตรงตามข้อกำหนดที่ตกลงกันหรือไม่และโปรแกรมหรือระบบงานนั้นตรงกับความคาดหวังหรือความต้องการของผู้ใช้ระบบงานนั้นหรือไม่ [1]

โดยส่วนใหญ่การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะเป็นการพัฒนาในลักษณะจากบนลงล่าง (Top-down approach) แต่สำหรับวิธีการทดสอบโปรแกรมและระบบงานนั้นจะทำการทดสอบจากล่างขึ้นบน (Bottom-up approach) คือการเริ่มทดสอบจากส่วนเล็กที่สุดในระบบก่อน แล้วจึงขยายการทดสอบขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งทำการทดสอบระบบงานทั้งระบบสมบูรณ์ [2]

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

ในการวิเคราะห์ระบบงานใหม่ของระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษา เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับ การนำเอาเทคโนโลยีทางด้านอินทราเน็ต และ เว็บ-เบส เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้บริการกับ บุคคลทั่วไปผู้สนใจเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานรับสมัครโดยออกแบบระบบงาน ให้สามารถรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ รวมไปถึงการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสมัครเข้าศึกษา เช่นข้อมูลสาขาวิชาที่เปิดสอน ข้อมูลเกี่ยวกับมหาวิทยาลัย ขณะเดียวกัน ในส่วนงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการรับสมัคร ออกแบบให้สามารถจัดการข้อมูลการเปิดรับสมัคร และข้อมูลผู้สมัคร รวมไปถึง การจัดการรายชื่อผู้เข้าทดสอบความสามารถด้านวิชาการ หรือการเข้าสอบสัมภาษณ์ และการจัดห้องสอบได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังสามารถส่งผ่านข้อมูลผลการคัดเลือกเข้าสู่กระบวนการประกาศผล และการรับรายงานตัวเข้าศึกษาได้ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนบุคคลทั่วไป และส่วนของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการรับสมัคร ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างการทำงานของระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ก) ส่วนของบุคคลทั่วไป

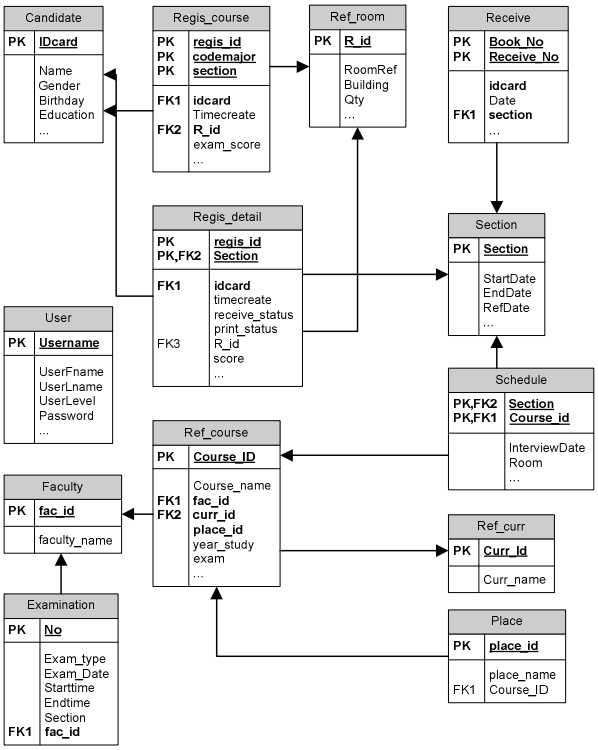
ในฐานะผู้สมัคร ได้ออกแบบระบบมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการเปิดรับสมัคร และอำนวยความสะดวกในการรับและบันทึกข้อมูลส่วนตัวผู้สมัครผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมถึงอำนวยความสะดวกในการสืบค้นและเลือกคณะและหลักสูตรสาขาวิชาต่างๆ ที่เปิดสอน แทนการรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาแบบเดิม เพื่อเป็นช่องทางให้ผู้สมัครสามารถสมัครเข้าศึกษาได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ข) ส่วนของบุคคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานรับสมัคร

ทำการออกแบบระบบใช้ในการกำหนดข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการรับสมัคร อันได้แก่ กำหนดการรับสมัคร หลักสูตรสาขาวิชาที่เปิดรับสมัคร รวมไปถึงอำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสมัคร เช่น การจัดการห้องสอบเป็นต้น และครอบคลุมการจัดทำรายงานต่างๆ เช่นการจัดทำรายชื่อผู้มีสิทธิเข้าสอบคัดเลือกเข้าศึกษา การจัดทำรายชื่อผู้มีสิทธิสอบสัมภาษณ์ การจัดทำรายงานสรุปผลคะแนนการสอบคัดเลือกของผู้สมัคร และการจัดทำรายงานสรุปจำนวนผู้สมัคร เพื่อนำเสนอต่อผู้บริหารต่อไป

3.2 การออกแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล

เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบบเดิมและการวิเคราะห์ระบบใหม่ มาทำการกำหนดโครงสร้างของระบบฐานข้อมูล [3] เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูล จนกระทั่งครอบคลุมกับความต้องการของระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จากนั้นจึงนำเสนอโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลที่ได้รับการออกแบบโดยอาศัยแบบจำลองข้อมูล (Data Model) โดยการนำเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่ทำการออกแบบ และแสดงความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 3



รูปที่ 3. Entity – Relationship Diagram: E – R Diagram

4. ผลการดำเนินงาน

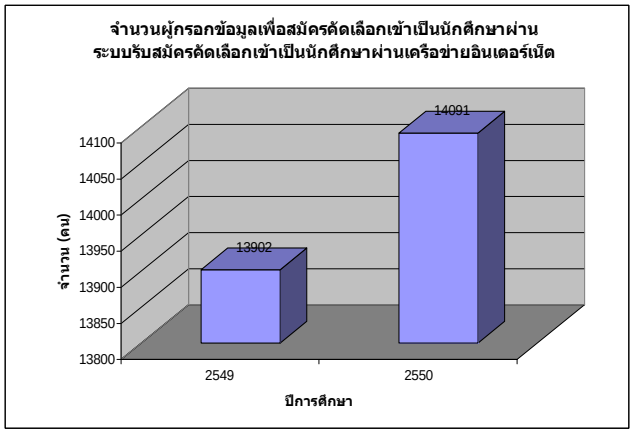
จากการออกแบบและพัฒนาระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการทดสอบแบบ Black-Box Testing ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมดว่า มีกระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ โดยเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้ว ทำให้ได้ระบบที่สามารถให้บริการรับสมัครผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4 และ 5

รูปที่ 4. หน้าจอการทำงานหลักของระบบ

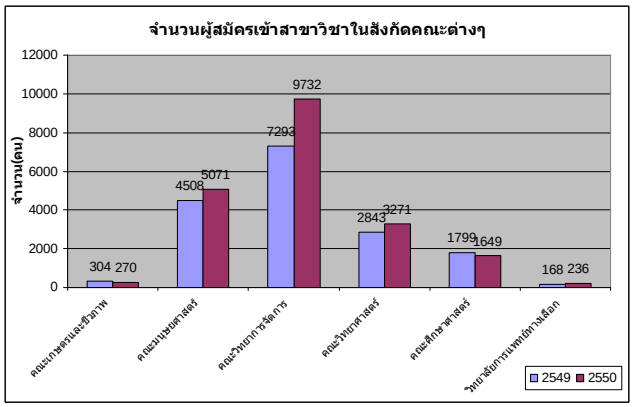
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

รูปที่ 5. หน้าจอส่วนสรุปข้อมูลการสมัคร

จากการออกแบบพัฒนาและทดสอบระบบ จนเป็นที่น่าพอใจแล้ว ผู้วิจัยได้นำระบบไปใช้จริงในการรับสมัครนักศึกษาใหม่ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม โดยเริ่มใช้ครั้งแรกในปีการศึกษา 2549 กำหนดการรับสมัครออกเป็น 3 รอบการสมัคร และมีรอบพิเศษเพิ่มเติมอื่นๆ เช่นการรับสมัครในส่วนประเภทความสามารถทางวิชาการ และในปีการศึกษา 2550 ที่มีการรับสมัคร 4 รอบรวมถึงรอบเพิ่มเติม จากผลการทำงานพบว่า ระบบสามารถอำนวยความสะดวกในกระบวนการรับสมัครเข้าศึกษาได้เป็นอย่างดี โดยในปีการศึกษา 2549 ระบบมีผู้เข้าใช้งานกรอกข้อมูลเพื่อสมัครเข้าศึกษาเป็นจำนวนทั้งสิ้น 13,902 คน ขณะที่ในปีการศึกษา 2550 มีผู้เข้าใช้งานทั้งสิ้น 14,091 คน ซึ่งโดยรวมแล้วมีผู้ใช้งานระบบแล้วทั้งสิ้น 27,993 คนดังแสดงในรูปที่ 6 ขณะที่เมื่อพิจารณาในส่วนของการเลือกสาขาวิชาในสังกัดคณะต่างๆ นั้น พบว่า มีผู้เลือกสมัครในสาขาวิชาในสังกัดคณะวิทยาการจัดการเป็นจำนวนสูงที่สุดทั้งในปีการศึกษา 2549 และปีการศึกษา 2550 ซึ่งโดยรวมแล้วมีผู้ใช้งานระบบในการเลือกสาขาวิชาในสังกัดคณะต่างๆ แล้วทั้งสิ้น 42,243 คน ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6. กราฟเปรียบเทียบการใช้ระบบรับสมัครฯ



รูปที่ 7. กราฟเปรียบเทียบการเลือกสาขาวิชาในคณะต่างๆ

5. บทสรุป ข้อเสนอแนะ และแนวทางพัฒนาต่อ

จากการพัฒนาระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ทำให้สามารถสร้างเว็บเพื่ออำนวยความสะดวกและเป็นช่องทางในการรับสมัครนักศึกษาได้ โดยมีความยืดหยุ่น สามารถบันทึกหรือแก้ไขข้อมูล เช่นกำหนดการสอบ สาขาวิชาที่เปิดสอนได้ ขณะที่ผู้สมัครสามารถทำการสมัครเข้าศึกษาได้โดยการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น ได้ตามกำหนดการ และข้อกำหนดต่างๆ ที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนด ระบบยังอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับงานรับสมัคร ในการออกรายงานที่จำเป็นต่อกระบวนการรับสมัครและการคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษา เช่นรายงานรายชื่อผู้มีสิทธิสอบ หรือ รายงานสรุปผลคะแนนสอบของผู้สมัครแต่ละสาขา รวมไปถึงสามารถออกรายงานสำหรับผู้บริหาร เช่น รายงานสถิติจำนวนผู้สมัคร

การพัฒนาระบบระบบรับสมัครคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ถูกพัฒนาขึ้นจากการเก็บข้อมูลความต้องการ การออกระบบระบบการทำงาน ให้สอดคล้องกับการปฏิบัติหน้าที่ในงานด้านรับสมัครของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมเท่านั้น ซึ่งหากต้องการนำไปใช้กับสถานศึกษาอื่นๆ อาจต้องมีการเก็บข้อมูล ความต้องการ รวมถึงขั้นตอนการทำงานในส่วนงานรับสมัครของสถานศึกษานั้นๆ แล้วจึงนำมาปรับปรุงระบบเพื่อให้เหมาะสมสอดคล้องกับการปฏิบัติหน้าที่ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2545.

[2] Hoffer, Jeffrey A. , George Joey F. and Valacich Joseph S. Modern Systems Analysis & Design. United Stated of America: Addison Wesley Longman, Inc., 1999.

[3] DuBoi, Paul. MySQL. New Riders Plublishing Indiana, 2000.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การศึกษาตัวควบคุมฟัซซี่สำหรับแบบจำลองหุ่นยนต์

กฤษณะ สีพนมวัน

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

krist49ers@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาและทดลองตัวควบคุมฟัซซี่ ในการควบคุมแบบจำลองหุ่นยนต์ที่สร้างด้วย Open Dynamics Engine (ODE) โดย ODE ช่วยให้สามารถทำการทดลองเบื้องต้นสำหรับการควบคุมได้โดยไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์จริงของระบบหุ่นยนต์ ในงานวิจัยใช้แบบจำลองเพื่อทดสอบตัวควบคุมฟัซซี่แต่ละแบบแทนการใช้ฟังก์ชันป้อนกลับ หลังจากการทดลองประสิทธิภาพในการควบคุมแบบจำลองแล้ว ทำการพัฒนาโค้ดภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC โดยพิจารณาขนาดของหน่วยความจำที่ใช้และความเร็วในการประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาโปรแกรมควบคุมบนฮาร์ดแวร์จริงของระบบหุ่นยนต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ตัวควบคุมแบบฟัซซี่สามารถควบคุมแบบจำลองหุ่นยนต์ให้ทำงานได้เป็นอย่างดี โดยแบบที่ดีที่สุดในการทดลองนี้คือ Min_TSK

Abstract

This research do study and experiments on fuzzy logic controller for use to control mobile robot model (two-wheel cart). Robot model constructs from Open Dynamics Engine (ODE), can use in preliminary experiments on robot control instead of real robot or to find exact feedback function. Control target is to control the robot to find the target position in ODE's environments. The experiments show that fuzzy logic control can use to control robot model better than heuristic method. After that, we implement fuzzy logic code in C on microcontroller PIC and to evaluate the program memory, data memory and cycles or speed in processing. The technique that takes good result in our research and suggest to use in microcontroller is Min_TSK.

คำสำคัญ

แบบจำลองหุ่นยนต์, ตัวควบคุมฟัซซี่, ไมโครคอนโทรลเลอร์, Open Dynamics Engine

1. บทนำ

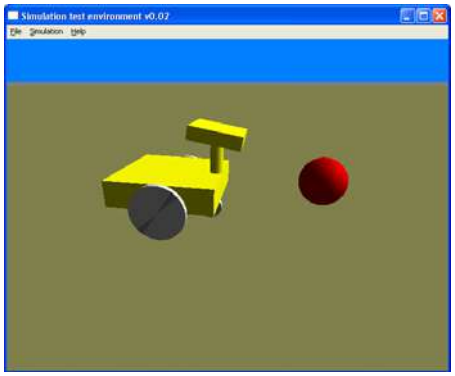
การควบคุมหุ่นยนต์ ให้เคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมจริงนั้นเป็นงานที่ค่อนข้างยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นหุ่นยนต์จึงต้องมีระบบตรวจจับ ตรวจวัดจำนวนมาก เพื่อที่จะช่วยให้สามารถรับรู้สถานะของหุ่นยนต์และสภาพแวดล้อมที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าไปให้ได้ใกล้เคียงที่สุด และต้องมีระบบตัดสินใจที่มีความฉลาดเพื่อใช้ควบคุมการทำงาน ซึ่งนิยมใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ โดยการควบคุมด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ จำเป็นต้องทดลอง ทดสอบเพื่อให้ได้ต้นแบบที่มีความเหมาะสมกับงาน แต่เนื่องจากฮาร์ดแวร์ของหุ่นยนต์จริงนั้นมีความซับซ้อน และในการทดลองจำเป็นต้องใช้พื้นที่ ต้องจัดเตรียมแหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งไม่สะดวกต่อการทดลองในเบื้องต้น ซึ่งเน้นที่การเขียนโปรแกรมและทดสอบเท่านั้น ดังนั้นการใช้แบบจำลองหุ่นยนต์จึงเป็นทางออกที่จะช่วยให้ทำการทดลองได้ง่ายขึ้น ปัจจุบันมีเครื่องมือสำหรับช่วยจำลองแบบให้ใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย คือ Open Dynamics Engine ที่สามารถจำลองได้ทั้งตัวหุ่นยนต์ ระบบมอเตอร์ ระบบเซ็นเซอร์ และสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองมาเป็นใช้เป็นต้นแบบในการสร้างหุ่นยนต์จริงได้

ตัวควบคุมฟัซซี่บนไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นถูกพัฒนาและใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้ามาเป็นเวลานาน เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า เป็นต้น ซึ่งตัวควบคุมฟัซซี่ สามารถนำมาพัฒนาบนไมโครคอนโทรลเลอร์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ เนื่องจากระบบของเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ซับซ้อนมากนัก มีจำนวนอินพุต และสิ่งที่ต้องควบคุมไม่มาก

ข้อจำกัดของไมโครคอนโทรลเลอร์คือขนาดของหน่วยความจำและความเร็วในการประมวลผล ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรม

เพื่อใช้งานบนไมโครคอนโทรลเลอร์จึงต้องคำนึงถึงข้อจำกัดดังกล่าว ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ของบริษัท Microchip [5] ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในสถานศึกษา รวมทั้งหน่วยงานวิจัยในประเทศไทย เนื่องจากมีราคาไม่แพง และพัฒนาได้ง่ายด้วยภาษาซี จากการศึกษาพบว่าขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของ PIC18F8722 นั้นมีขนาดที่น้อยมาก ซึ่งจะเป็นปัญหาหากผู้พัฒนาต้องการสร้างระบบควบคุมที่มีความซับซ้อน มีการคำนวณทางปัญญาประดิษฐ์ หรือการบรรจุระบบปฏิบัติการเข้าไปในหน่วยความจำ

ในงานวิจัยนี้ใช้ Open Dynamics Engine [6] ซึ่งเป็นเครื่องมือทางการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในการสร้างแบบจำลองหุ่นยนต์ โดยประยุกต์แบบจำลองและการทดลองเบื้องต้นจากโค้ดต้นแบบของ Kosei Demura[4] แสดงในรูปที่ 1 ในการทดลองมุ่งเน้นที่การควบคุมหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายที่เป็นลูกบอลโดยพิจารณาที่ระยะทางจากตัวหุ่นยนต์กับเป้าหมายและทิศทาง โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมระหว่างวิธี Heuristic กับวิธีการทางฟัซซี่ แบบจำลองหุ่นยนต์นำมาใช้แทนฟังก์ชันป้อนกลับ (feedback function) ของระบบ พารามิเตอร์และโค้ดโปรแกรมของตัวควบคุมฟัซซี่จะนำไปพัฒนาบนเป็นโค้ดภาษาซีบนไมโครคอนโทรลเลอร์ และวัดขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกใช้พารามิเตอร์และฟังก์ชันดำเนินการของตัวควบคุมฟัซซี่ ที่จะนำไปพัฒนาบนไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 1 แบบจำลองหุ่นยนต์ที่ใช้ในการทดลอง

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Chantana และคณะ [1] ทำการทดลองพัฒนาโค้ดของตัวควบคุมฟัซซี่บนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC โดยใช้ Lookup Table ขนาดต่าง ๆ เพื่อจัดเก็บฟังก์ชันสมาชิกของอินพุตและเอาต์พุต เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของการควบคุม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้วิธี Lookup Table ช่วยลดขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมลงได้ ส่วนขนาดของหน่วยความจำข้อมูลจะมีขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของ Lookup Table ที่ใช้ ส่วนการใช้วิธีคำนวณค่าความเป็นสมาชิกจากตำแหน่งอ้างอิง ใช้หน่วยความจำโปรแกรมมากกว่าแต่ใช้หน่วยความจำข้อมูลคงที่

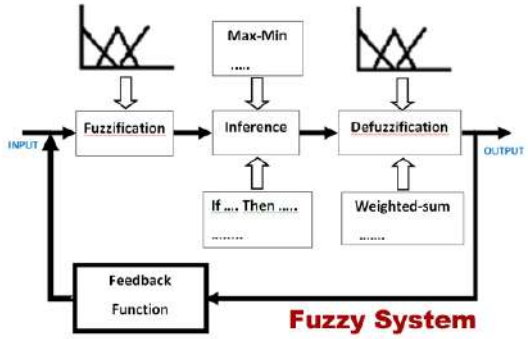
Kuo-Huang Lin และคณะ [2] ศึกษาการควบคุมการเข้าสู่ที่จอดโดยอัตโนมัติของหุ่นยนต์ Sputnik โดยใช้ตัวควบคุมฟัซซี่ซึ่งจะพัฒนาบนแผงควบคุม PMS5005 ใช้ข้อมูลอินพุตจากระบบเซนเซอร์ 2 แบบคือ อัลตราโซนิคและอินฟราเรด เพื่อตรวจวัดระยะทาง เอาต์พุตของระบบคือค่าระดับการควบคุมของสัญญาณ PWM เพื่อใช้ควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนของระบบหุ่นยนต์ ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าตัวควบคุมแบบฟัซซี่สามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้เข้าสู่ที่จอดได้เป็นอย่างดี

Shangshan Zhang และคณะ[3] นำเสนอตัวควบคุมฟัซซี่ที่ใช้ Model-free มาใช้ควบคุมระบบการเข้าสู่ที่จอดของรถ โดย Model-free ในงานวิจัยจะเป็นกฎการควบคุมรถโดยพิจารณาตำแหน่งในแกน y และ แกน x แทนการใช้สมการการคำนวณของระบบจอดรถ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ Model-free ช่วยให้ควบคุมรถเข้าสู่ที่จอดได้รวดเร็วกว่าการควบคุมด้วยฟัซซี่แบบปกติ

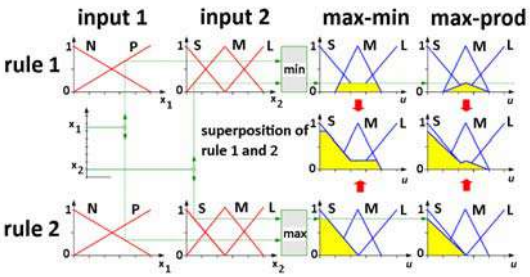
2.1 ระบบตรรกะแบบฟัซซี่

การทำงานของระบบตรรกะแบบฟัซซี่ แสดงดังรูปที่ 2 กระบวนการ Fuzzification รับข้อมูลอินพุตจำนวนจริงจากระบบตรวจวัดและทำการแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลฟัซซี่ จากนั้นข้อมูลฟัซซี่จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ Inference ประกอบกับฐานความรู้ในรูปกฎการควบคุม ซึ่งจะให้ผลเป็นคำตอบในรูปฟัซซี่ จากนั้นนำคำตอบดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการ Defuzzification ที่จะแปลงคำตอบฟัซซี่ให้อยู่ในรูปจำนวนจริง

เพื่อใช้ควบคุมระบบต่อไป ส่วนรูปที่ 3 แสดงตัวอย่างของวิธีการอนุมานที่นิยม 2 วิธีคือ max-min และ max-product



รูปที่ 2 ระบบตรรกะแบบฟัซซี่ [1]

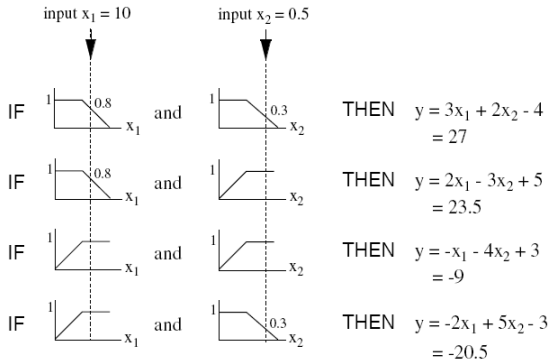


รูปที่ 3 การทำงานของวิธี Inference แบบ Max-Min และ Max-Product

2.2 วิธี TSK (Takagi-Sugeno-Kang)

กระบวนการทางฟัซซี่ของ TSK [7] นั้นจะกำหนดให้ผลจากการ Inference อยู่ในรูปสมการที่ประกอบด้วยค่าคงที่ โดยขั้นตอนแรกจะคำนวณระดับความแข็งแรงของกฎแต่ละกฎในระบบ แล้วจึงทำการรวมค่าผลลัพธ์จากแต่ละกฎมาเป็นคำตอบของระบบ ตัวอย่างในรูปที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณแบบง่ายของ TSK โดยกำหนดให้ระบบมีกฎการควบคุม 4 กฎ กฎแรกคือ “IF x1 is small and x2 is small THEN y = 3x1 + 2x2 - 4” โดยในตัวอย่าง x1 = 10 และ x2 = 0.5 หลังจากคำนวณหาค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละอินพุตแล้ว กฎแรกได้ค่าฟัซซี่ของอินพุตเป็น 0.8 และ 0.3 กฎที่สองได้ค่า 0.8 และ 1.0 หากใช้วิธีอนุมานแบบ product ค่าความแข็งแรงของกฎแรกคำนวณได้เท่ากับ 0.8 x 0.3 = 0.24 ส่วนวิธี min จะได้ min(0.8, 0.3) = 0.3 ส่วนผลลัพธ์ของแต่ละกฎให้คำนวณไปตามสมการที่กำหนดไว้ จากนั้นหาคำตอบด้วยสมการ $y^* = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$

$$
\begin{aligned}
y^* &= \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i} \\
&= \frac{0.24 \times 27 + 0.8 \times 23.5 + 1.0 \times (-9) + 0.3 \times (-20.5)}{0.24 + 0.8 + 1.0 + 0.3} \\
&\cong 4.33
\end{aligned}
$$



รูปที่ 4 การทำงานของวิธี TSK

2.3 Open Dynamics Engine

Open Dynamics Engine (ODE) [6] พัฒนาโดย Russell Smith เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยสร้างระบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบเชิงพลวัตรหรือกฎทางฟิสิกส์ โดยเป็น Library เสริมเข้ามาช่วยในการพัฒนาโปรแกรม เช่น ภาษา C/C++ Python หรือ Ruby ซึ่ง ODE พัฒนาด้วยภาษา C++ บนพื้นฐานของ OpenGL ได้รับการยอมรับว่ามีมาตรฐานนำไปใช้งานได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์ และเปิดเผยรหัสโปรแกรม อีกทั้งทำงานได้โดยไม่ขึ้นกับแพลทฟอร์ม ODE เป็น Library ที่ทำงานได้อย่างรวดเร็ว ยืดหยุ่นและทนทาน ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบ Interactive หรือสามารถติดต่อกับส่วนของผู้ใช้งานได้แบบทันทีทันใด จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้จำลองระบบที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวัตถุในระบบที่จำลองได้แม้ในขณะที่ระบบกำลังทำงาน และมีส่วนของการตรวจสอบการสัมผัสหรือชนกันของวัตถุ ซึ่งเป็นฟังก์ชันพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 PIC18F8722

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Microchip ได้รับความนิยมอย่างมากในการพัฒนางานไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากเหตุผลด้านราคา ปัจจุบันบอร์ดพัฒนาของ PIC18F8722 มีเวอร์ชัน OEM ของบริษัทในประเทศ

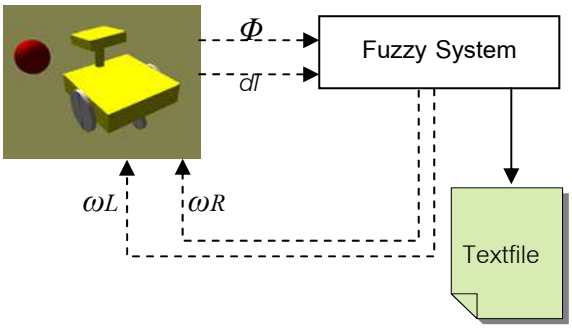
ไทยพัฒนาจำหน่ายอย่างแพร่หลาย โดย PIC18F8722 มีหน่วยความจำโปรแกรม 128 Kbytes หน่วยความจำข้อมูลประมาณ 4 Kbytes

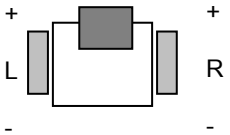
3. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบที่พิจารณาคือการควบคุมทิศทางและความเร็วของแบบจำลองหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยเป็นแบบจำลองของหุ่นยนต์ขนาดเล็กเคลื่อนที่โดยอาศัยการขับเคลื่อนของล้อจำนวน 2 ล้อ และบังคับทิศทางโดยการปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของล้อแต่ละข้าง ในงานวิจัยใช้แบบจำลองหุ่นยนต์แทนการสร้างฟังก์ชันป้อนกลับของระบบ งานของระบบคือการควบคุมแบบจำลองหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่เข้าสู่เป้าหมายที่เป็นลูกบอล ซึ่งจะเปลี่ยนตำแหน่งไปรอบ ๆ ตัวหุ่นยนต์ เพื่อทำการทดลองประสิทธิภาพของระบบควบคุม โค้ดของระบบฟัซซี่ที่ใช้พัฒนาจาก [8]

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบควบคุมจะอ่านค่าทิศทางของตัวหุ่นที่ทำกับเป้าหมาย Φ และระยะทางถึงเป้าหมาย *dl* เป็นอินพุต 2 ค่าให้กับระบบฟัซซี่ คำตอบจากระบบคือความเร็วและทิศทางในการควบคุมล้อด้านซ้าย ωL และขวา ωR และในแต่ละรอบของการควบคุมจะบันทึกค่า Φ และ *dl* เก็บไว้ใน Textfile เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการควบคุมแต่ละแบบ





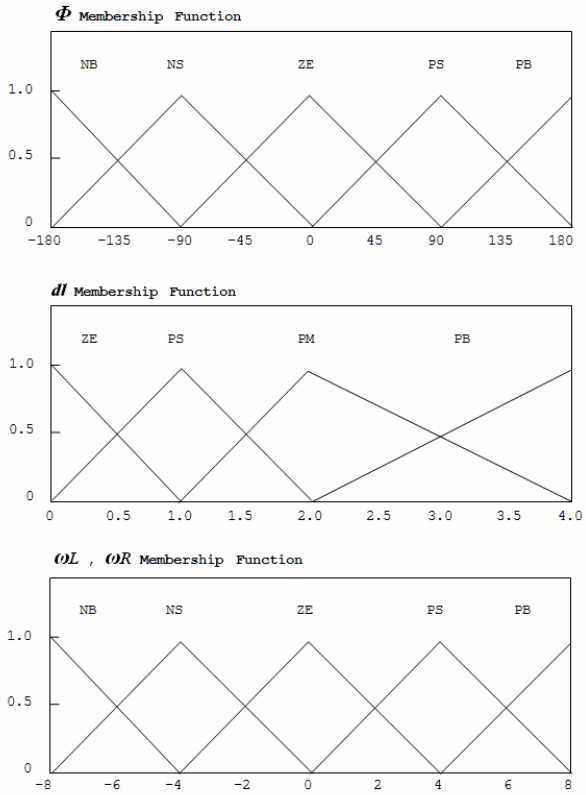
+R -L = Turn Left -R -L = Backward

-R +L = Turn Right +R +L = Forward

รูปที่ 5 ภาพรวมการทำงานของระบบ

3.2 ตัวควบคุมแบบฟัซซี่

หลักการสำคัญหนึ่งในตรรกะแบบฟัซซี่คือค่า Linguistic หรือคำที่แสดงความหมายของสิ่งที่คลุมเครือ เช่น มาก น้อย ร้อน หนาว เป็นต้น ในขั้นตอนของการทำ Fuzzification ค่าอินพุตที่เข้าสู่ระบบ และขั้นตอนของการอนุมานกฎจะเปรียบเทียบค่าระดับความเป็นสมาชิกกับค่า Linguistic นี้ ตรรกะแบบฟัซซี่จะแทนค่า Linguistic ดังกล่าวด้วยฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) และใช้รูปทรงต่าง ๆ เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูประฆังคว่ำ มาแทนค่า Linguistic ดังกล่าว ในงานวิจัยใช้รูปทรงสามเหลี่ยมสำหรับฟังก์ชันสมาชิกแต่ละค่า ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 Membership Function ที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับอินพุตตัวแรกคือ ค่าทิศทางของตัวหุ่นที่ทำกับเป้าหมาย Φ จะใช้ค่า Linguistic ต่อไปนี้ NB (Negative Big), NS (Negative Small), ZE (Zero), PS (Positive Small) และ PB (Positive Big) และอินพุตตัวที่สอง ระยะทางถึงเป้าหมาย *dl* จะใช้ค่า Linguistic ต่อไปนี้ ZE (Zero), PS (Positive Small), PM (Positive Medium) และ PB (Positive Big) ส่วนค่า

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

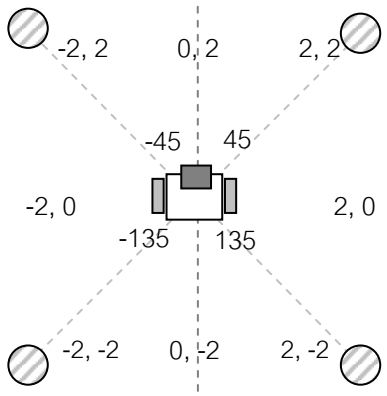
เอาต์พุตทั้ง จะใช้ค่า Linguistic ต่อไปนี้ NB (Negative Big), NS (Negative Small), ZE (Zero), PS (Positive Small) และ PB (Positive Big) กฎการควบคุมแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. กฎการควบคุม

Φ / dl	NB		NS		ZE		PS		PB	
	ωL	ωR	ωL	ωR	ωL	ωR	ωL	ωR	ωL	ωR
ZE	NS	PS	NS	PS	ZE	ZE	PS	NS	PS	NS
PS	NS	PS	NS	PS	PS	PS	PS	NS	PS	NS
PM	NB	PB	NS	PS	PB	PB	PS	NS	PB	NB
PB	NB	PB	NS	PS	PB	PB	PS	NS	PB	NB

4. การออกแบบและผลการทดลอง

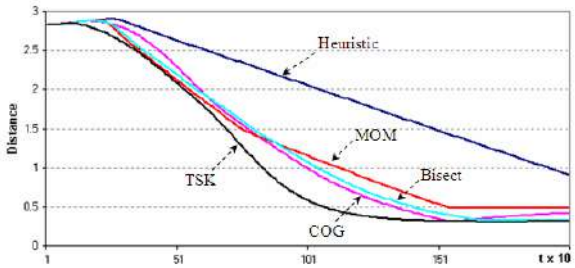
ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการควบคุม จะปรับเปลี่ยนวิธีการ Inference และวิธีการ Defuzzification เท่านั้น ส่วนค่า Linguistic ต่าง ๆ และกฎการควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นวิธี TSK เท่านั้นที่การ Inference และกฎการควบคุมจะใช้ในรูปของสมการ การทดลองจะเปลี่ยนตำแหน่งของลูกบอลไปยังตำแหน่งต่าง ๆ กัน 8 จุด แต่จะปล่อยหุ่นยนต์ที่ตำแหน่งและทิศทางเดียว



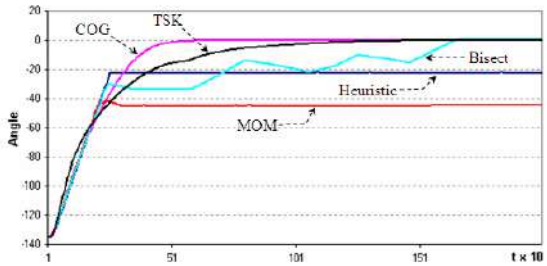
รูปที่ 7 ตำแหน่งหุ่นยนต์และเป้าหมายในการทดลอง

4.1 ผลการควบคุม

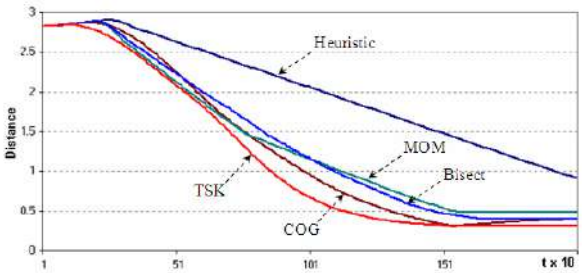
ผลการทดลองควบคุมแบบจำลองหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายในตำแหน่งต่าง ๆ 8 ตำแหน่งนั้นในรายงานนี้แสดงผลการทดลองของการควบคุมแบบจำลองให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง -2, -2 ซึ่งทำมุม -135 องศากับตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์ รูปที่ 8 และ 9 เป็นกราฟแสดงการลู่เข้าสู่คำตอบของค่าระยะทาง (distance) และองศา (angle) ของวิธี Defuzzification แบบต่าง ๆ ด้วยการ Inference แบบ Max-Min ส่วนรูปที่ 10 และ 11 เป็นกราฟแสดงการลู่เข้าสู่คำตอบของค่าระยะทาง (distance) และองศา (angle) ของวิธี Defuzzification แบบต่าง ๆ ด้วยการ Inference แบบ Max-Product ส่วนผลการทดลองการควบคุมหุ่นยนต์ไปยังเป้าหมายทั้ง 8 ตำแหน่งแสดงในรูปของค่าเฉลี่ยของจำนวนรอบที่ใช้การควบคุม แสดงในรูปที่ 12



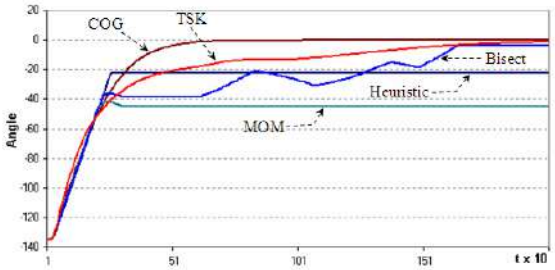
รูปที่ 8 การลู่เข้าของระยะทางเมื่อใช้ Max-Min



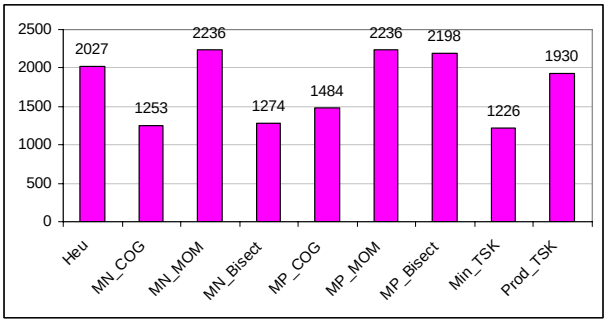
รูปที่ 9 การลู่เข้าขององศาเมื่อใช้ Max-Min



รูปที่ 10 การลู่เข้าของระยะทางเมื่อใช้ Max-Product



รูปที่ 11 การลู่เข้าขององศาเมื่อใช้ Max-Product



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยจำนวนรอบที่ใช้ควบคุม

4.2 การใช้หน่วยความจำและเวลา

ผลการใช้หน่วยความจำในตารางที่ 2 นั้นแสดงให้เห็นว่าวิธี TSK ใช้หน่วยความจำโปรแกรมมากกว่าวิธีอื่น เนื่องจากมีขั้นตอนการคำนวณมากกว่า แต่ใช้หน่วยความจำข้อมูลน้อยกว่าเนื่องจากลดในส่วนของการจัดเก็บอาร์เรย์ของค่าเอาต์พุต Linguistic และยังสามารถประมวลผลได้เร็วกว่าวิธีอื่น

ตารางที่ 2. การใช้หน่วยความจำและจำนวน cycle จากวิธี Inference และ Defuzzification แบบต่าง ๆ

Method	PM.	DM.	Cycles	Time (ms.)
1. MN_COG	11799	1066	147226	29.44
2. MN_MOM	11697	1066	94926	18.98
3. MN_Bisect	11564	1066	102900	20.58
4. MP_COG	8965	1066	146058	29.21
5. MP_MOM	8863	1066	93398	18.68
6. MP_Bisect	8730	1066	101553	20.31
7. Min_TSK	16091	802	85325	17.06
8. Prod_TSK	13291	802	84394	16.87

5. บทสรุป

จากผลการควบคุมพบว่าวิธี Inference แบบ Max-Min และ Max-Product ให้ผลการควบคุมในแต่ละวิธี Defuzzification ไม่ต่างกันมากนัก แต่วิธี Max-Min ใช้หน่วยความจำโปรแกรมมากกว่าเนื่องจากมีกระบวนการเปรียบเทียบ ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลขึ้นอยู่กับค่า Linguistic ของอินพุตและเอาต์พุตที่จัดเก็บ สำหรับวิธีการ Defuzzification ที่ให้ผลการควบคุมเหมาะสมในการทดลองนี้มี 2 คือวิธี TSK และ COG แต่เมื่อพิจารณาจากความเร็วในการประมวลผลและขนาดของหน่วยความจำข้อมูล และการลู่เข้าของคำตอบจะพบว่าวิธีที่ดีที่สุดคือ Min_TSK

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เพิ่มการทดลองสำหรับการเคลื่อนที่ข้ามผ่านสิ่งกีดขวาง และศึกษาการสร้างสภาพพื้นผิวตามธรรมชาติด้วย Open Dynamics Engine และทดสอบกับฮาร์ดแวร์ของหุ่นยนต์จริง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมและพัฒนาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีงบประมาณ 2551

7. เอกสารอ้างอิง

[1] C.Phongpensri, K. Seepanomwan, “Exploration of Different Parameter Selection in Fuzzy Control Application on Microcontroller”, IEEE Tencon2008, Hyderabad, India 2008.

[2] Kuo-Huang Lin et al., ”Design of Garage Control System for Mobile Robot” International Conference on Control, Automation and Systems 2007. Oct. 17-20, Seoul, Korea, 2007.

[3] Shangshan Zhang, Guanrong Chen, “A new Model-Free Fuzzy Logic Controller for Truck-Parking”, Proceeding of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Application (ISDA’06), 2006.

[4] Kosei Demura, http://demura.net/english

[5] Microchip, Inc. , http://www.microchip.com

[6] Open Dynamics Engine, http://ode.org

[7] Hideyuki Takagi, "Introduction to fuzzy systems, neural networks, and genetic algorithms," in Intelligent Systems: Fuzzy Logic, Neural Networks, and Genetic Algorithms, pp.1-33, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA, 1997.

[8] www.cs.cmu.edu/afs/project/ai-respository/ai/areas/fuzzy/systems/fuzzyfan

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน

Programming from Flowchart Tool

นางสาวสุพัฒน์กุล ภัคโชค
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
webmaster@thaigoodview.com

นายสรายุทธ ฮันตระกูล
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
mcpe5_praw@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย แต่ปัญหาคือผู้ที่ศึกษาระดับเบื้องต้นไม่สามารถทำความเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมได้โดยเริ่มจากซอร์สโค้ด บทความนี้จึงนำเสนอ "เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน" เป็นซอฟต์แวร์สำหรับช่วยในการศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ง่าย สามารถสร้างผังงานในรูปแบบของคอมพิวเตอร์กราฟิก และแปลงผังงานที่ได้เป็นภาษาซี จากนั้นแปลงจากภาษาซีเป็นไฟล์ EXE ที่สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

"เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน" สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้นได้เป็นอย่างดี

Abstract

Today, the education of computer programming increase but the principle programming is too difficult for many beginners. This paper, we will propose the "Programming from Flowchart Tool". This tool was developed for teaching and learning in basic principle programming. The GUI of our tool was friendly to use. The flowchart was converted to the C source file and compiled to the executable file later.

The "Programming from Flowchart Tool" can be used for the beginner students to learn the principle programming.

คำสำคัญ

ผังงาน, หลักการเขียนโปรแกรม, programming, flowchart

1. บทนำ

การที่ซอฟต์แวร์มีความสำคัญเพิ่มขึ้นมาก ทำให้มีความต้องการผู้พัฒนาโปรแกรมเป็นจำนวนมากด้วย แต่ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนมากยังขาดความรู้และทักษะในการเขียนโปรแกรม นอกจากผู้ที่มีอาชีพกับการเขียนโปรแกรมโดยตรงแล้วก็มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถเรียนรู้หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ดังนั้นการที่จะทำให้คนส่วนใหญ่ที่ขาดทักษะสามารถเรียนรู้หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ดี จำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือช่วยให้เข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มากขึ้น

บทความนี้จึงนำเสนอ "เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน" ขึ้น เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้สำหรับแปลงจากผังงานมาเป็นโปรแกรมภาษาซี เหมาะกับผู้ที่ต้องการศึกษาการเขียนโปรแกรมอย่างถูกต้องในขั้นต้น โดยมีการนำผังงานหรือที่เรียกว่า Flowchart มาช่วยในการเรียบเรียงและอธิบายความคิด ให้เป็นรูปธรรม จากนั้นจึงทำการแปลงผังงานที่ได้เป็นซอร์สโค้ด และสร้างผลลัพธ์จากซอร์สโค้ด ที่สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป เครื่องมือนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกฝนการแก้ปัญหา ทักษะการเขียนโปรแกรม และพัฒนาตนเอง นอกจากนั้นเครื่องมือนี้ยังสามารถใช้ในการเรียนการสอนหลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นได้อย่าง สะดวกสบาย เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาอยู่ในหลักสูตรการศึกษามากขึ้นอย่างแพร่หลาย แต่การศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็ยังเป็นเรื่องที่ทำความเข้าใจได้ยากโดยเฉพาะสำหรับผู้เริ่มต้น วิธีการศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ได้ผลดีทางหนึ่งก็คือเริ่มศึกษาจากผังงาน (Flowchart) ก่อน เพื่อเป็นตัวช่วยในการจัดลำดับขั้นตอนของความคิด ทำให้เข้าใจการ

ทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้น แต่ก็ยังเป็นการยากที่ผู้เริ่มต้นจะสามารถเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมได้ด้วยตนเอง เพราะผังงานเป็นไม่สามารถเปลี่ยนตัวเองเป็นโปรแกรมได้ทันที ซึ่งถือเป็นจุดด้อยและเป็นปัญหาสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมจากเหตุผลต่างๆ นี้ "เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน" จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้สำหรับถ่ายทอดความคิดกระบวนการแก้ปัญหามาเป็นผังงาน เหมาะกับผู้ที่ต้องการศึกษาการเขียนโปรแกรมอย่างถูกต้องในขั้นต้น โดยมีการนำผังงานหรือที่เรียกว่า Flowchart มาช่วยในการเรียบเรียงและอธิบายความคิด ให้เป็นรูปธรรม จากนั้นจึงทำการแปลงผังงานที่ได้เป็นซอร์สโค้ดและสร้างผลลัพธ์จากซอร์สโค้ดที่สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป เครื่องมือนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกฝนการแก้ปัญหา ทักษะการเขียนโปรแกรม และพัฒนาตนเอง นอกจากนั้นเครื่องมือนี้ยังสามารถใช้ในการเรียนการสอนหลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นได้อย่าง สะดวกสบาย เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผังงานคือเครื่องมือที่ใช้แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบงานใดๆในงานคอมพิวเตอร์มีหลายอย่างและเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากก็คือ ผังงานโครงสร้าง (Structured Flowchart) และคำสั่งเทียม ซึ่งเครื่องมือที่ใช้เหล่านี้ผู้พัฒนาระบบงานสามารถนำไปแปลงเป็นชุดคำสั่งตามรูปแบบไวยากรณ์ ของภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดๆ ก็ได้เพื่อพัฒนาระบบงานขึ้นมา

ผังงานโครงสร้าง คือแผนภาพจะเป็นที่มีการใช้สัญลักษณ์รูปภาพและลูกศรเป็นเครื่องมือ ที่ใช้อธิบายรายละเอียดการทำงานตามขั้นตอนการทำงาน ใช้ข้อความในสัญลักษณ์แทนตัวแปรและตัวดำเนินการทางการคำนวณและการเปรียบเทียบรวมไปถึงทิศทางการไหลของข้อมูลตั้งแต่แรกจนได้ผลลัพธ์ระบบทีละขั้นตอนตามที่ต้องการ สัญลักษณ์ที่สำคัญและที่นิยมใช้งานบ่อยครั้งมีดังนี้

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ผังงานและความหมาย

สัญลักษณ์	ความหมาย
START/STOP	การกำหนดจุดเริ่มต้นการทำงานและแสดงจุดสิ้นสุดของการทำงานในโปรแกรม
PROCESS	การแสดงรายละเอียดการทำงานโดยสิ่งที่ใช้เก็บค่าข้อมูลของการทำงาน คือ ตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม (จะต้องกำหนดขึ้นมาเอง) โดยที่ตัวแปรนี้จะแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานด้วยเครื่องหมายการประมวลผลทางคณิตศาสตร์
DECISION	การแสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบเงื่อนไขต่างๆ ตามเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ทางตรรกศาสตร์
FLOWLINE	การแสดงทิศทางความสัมพันธ์ของการทำงานในระบบหรือในโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้
CONNECTOR	การกำหนดจุดอ้างอิงในการเชื่อมต่อ
SUBPROGRAM	ส่วนการทำงานย่อยที่มีขอบเขตการทำงานที่มีความหมายชัดเจนในตัวของมันเอง โดยสามารถรับค่าข้อมูลที่ถูกส่งเข้าไปเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำงาน และ/หรือสามารถส่งข้อมูลผลลัพธ์กลับมาให้เพื่อใช้ทำงาน
READ	การรับค่าข้อมูลหรืออ่านข้อมูลเข้ามาโดยไม่ระบุอุปกรณ์รับข้อมูล โดยอาจรับค่าข้อมูลมาจากคีย์บอร์ดหรือจากแฟ้มข้อมูลก็ได้
READ	การรับค่าข้อมูลหรืออ่านข้อมูลเข้ามาจากคีย์บอร์ด
WRITE	การแสดงรายละเอียดข้อมูล หรือแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผล หรือเขียนข้อมูลไปยังแฟ้มข้อมูล โดยไม่ระบุอุปกรณ์การแสดงผล
MONITOR	การแสดงรายละเอียดข้อมูล หรือแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลไปที่จอภาพ
PRINTER	การแสดงรายละเอียดข้อมูล หรือแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลไปที่เครื่องพิมพ์

ข้อเสียของการเขียนผังงานคือผลลัพธ์ที่ได้จากการเขียนผังงานไม่ได้ออกมาในรูปของภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้พัฒนาโปรแกรมจึงจำเป็นจะต้องแปลงผังงานเป็นซอร์สโค้ดก่อนจึงสามารถนำไปคอมไพล์เป็นไฟล์ EXEได้

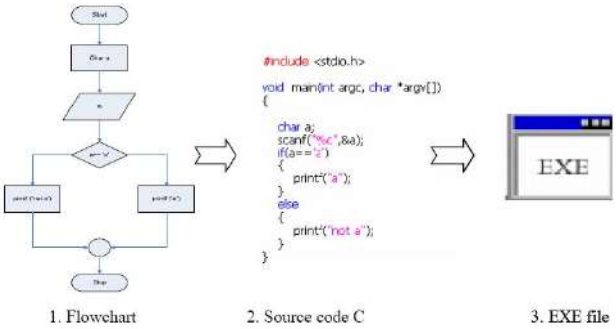
4. รายละเอียดการพัฒนา

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานนี้พัฒนาโดย J2SDK จาก [3], [5] และ [6] เพราะสามารถนำไปใช้งานบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย และสามารถเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุได้

4.1 ภาพรวมของระบบ

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานมีขั้นตอนการแปลงจากผังงานเป็นไฟล์ EXE ดังรูปที่ 1

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



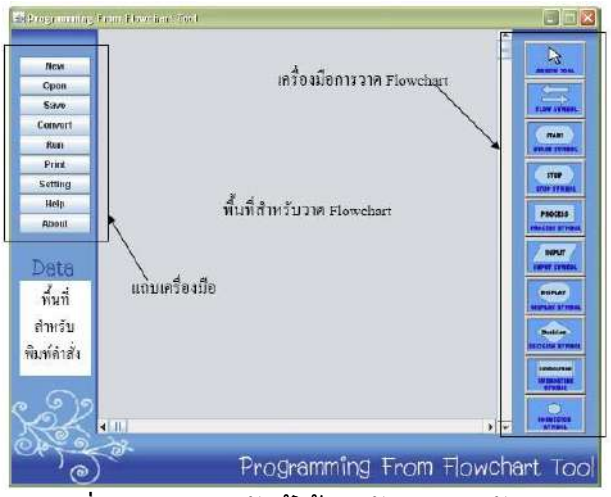
รูปที่ 1 ขั้นตอนการแปลงจากผังงานเป็นไฟล์ EXE

การใช้งานเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานเริ่มต้นโดยการวาดผังงาน จากนั้นส่งให้กับเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน จัดการแปลงเป็นซอร์สโค้ดภาษาซี จากนั้นใช้คอมไพเลอร์ของบอร์แลนด์ทำการแปลงซอร์สโค้ดนั้นเป็นไฟล์ EXE

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวาโดยในขั้นตอนของการออกแบบโปรแกรมสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1. โปรแกรมที่ใช้ในการวาด ผังงาน 2.โปรแกรมที่ใช้ในการแปลงผังงานเป็นซอร์สโค้ดภาษาซี และ 3.โปรแกรมที่ใช้ในการแปลงซอร์สโค้ดภาษาซีเป็นไฟล์ EXE

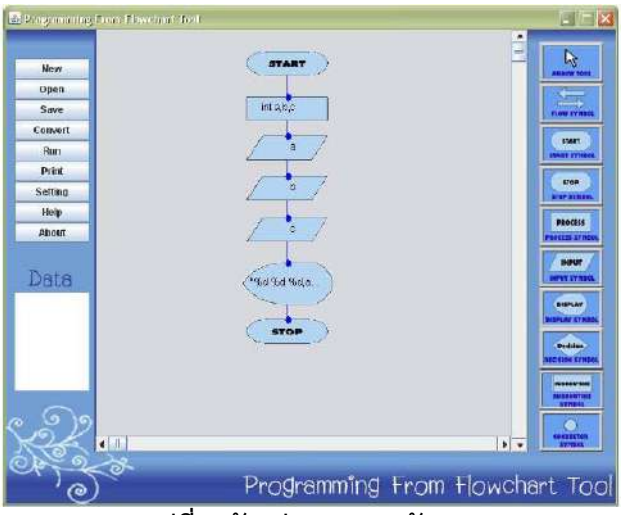
4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับโปรแกรมวาดผังงานมีความสะดวก และง่ายต่อการใช้งาน มีแถบเครื่องมือเพื่อใช้ในการจัดการต่างๆกับไฟล์ได้แก่ เปิดผังงานใหม่ เปิดผังงานที่เคยวาดไว้แล้ว บันทึกผังงานที่วาดอยู่ในปัจจุบัน การแปลงผังงานเป็นภาษาซี สั่งพิมพ์ผังงานออกทางเครื่องพิมพ์ และ การปรับแต่งค่าต่างๆของโปรแกรมดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับการวาดผังงาน

การวาดผังงานสามารถทำได้ง่ายโดยการใช้เครื่องมือวาดผังงานดังรูปที่ 2 ผู้ใช้สามารถวาดผังงานโดยคลิกเลือกสัญลักษณ์ที่ต้องการจากเครื่องมือวาดผังงานด้านขวาของโปรแกรม และนำสัญลักษณ์ต่างๆของผังงานมาวางบนพื้นที่สำหรับวาดผังงานดังตัวอย่างรูปที่ 3



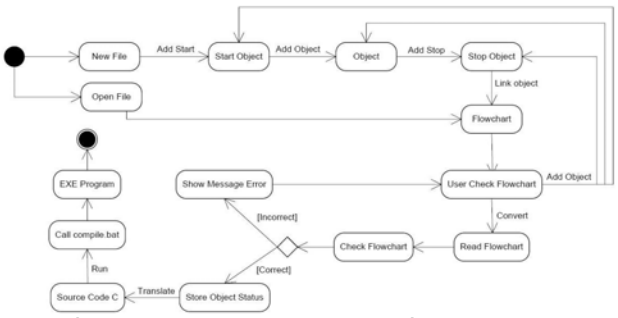
รูปที่ 3 ตัวอย่างการวาดผังงาน

เมื่อผู้ใช้งานวาดผังงานเสร็จสิ้นแล้ว ต่อไปจะเป็นการทำงานของส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงผังงานเป็นโปรแกรมภาษาซี ข้อมูลที่ถูกส่งให้กับเครื่องมือนี้ คือ Object space ซึ่งเป็นเหมือน list สัญลักษณ์ที่สร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการแปลงผังงานมีหน้าที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ตรวจสอบความถูกต้องของผังงานซึ่งมีการตรวจสอบ 3 ขั้นตอนโดยเริ่มจากตรวจสอบว่าผังงานถูกต้อง

ตามข้อกำหนดหรือไม่ ตรวจสอบว่าผังงานประกอบด้วย Start object และ Stop Object เพียงอย่างละ 1 วัตถุหรือไม่ จากนั้นจึงตรวจสอบว่าทุกเส้นทางเริ่มจาก Start object และสิ้นสุดที่ Stop Object หรือไม่ดังรูปที่ 4

ส่วนที่ 2 แปลงผังงานเป็นซอร์สโค้ด เริ่มจากตรวจสอบรูปแบบคำสั่ง และเปลี่ยนคำสั่งต่างๆ เป็นคำสั่งภาษา C และค้นหาตัวแปร โดยประกาศตัวแปรไว้ส่วนบนสุด (file scope) ตามด้วย subroutine จากนั้นจึงแปลงผังงานให้เป็นซอร์สโค้ดพร้อมทั้งจัดรูปแบบย่อหน้าให้สวยงาม



รูปที่ 4 แผนภาพการทำงานของเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน

เมื่อแปลงจากผังงานเป็นซอร์สโค้ดภาษีซีแล้ว ต่อไปจะเป็นการเรียกคอมไพเลอร์เพื่อแปลงซอร์สโค้ดเป็นไฟล์ EXE โดยใช้คอมไพเลอร์ C++ ของ Boland เวอร์ชั่น 5.5 ซึ่งเป็นฟรีแวร์

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

จากการทดสอบการใช้งานในการแปลงผังงานที่ซับซ้อนมาเป็นซอร์สโค้ดพบว่า ซอร์สโค้ดที่ได้จะไม่เหมาะสมเท่ากับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีโดยตรง เช่น การวนลูปในภาษาซีมีการวนลูป 3 แบบคือ for while และ do while เป็นการยากที่จะสามารถเลือกวิธีการวนลูปให้เหมาะสมจากผังงานได้ และข้อจำกัดจากการเขียนผังงานเองซึ่งไม่ยืดหยุ่นในรายละเอียดเท่ากับการเขียนโปรแกรมโดยตรง

5. การทดสอบการใช้งาน

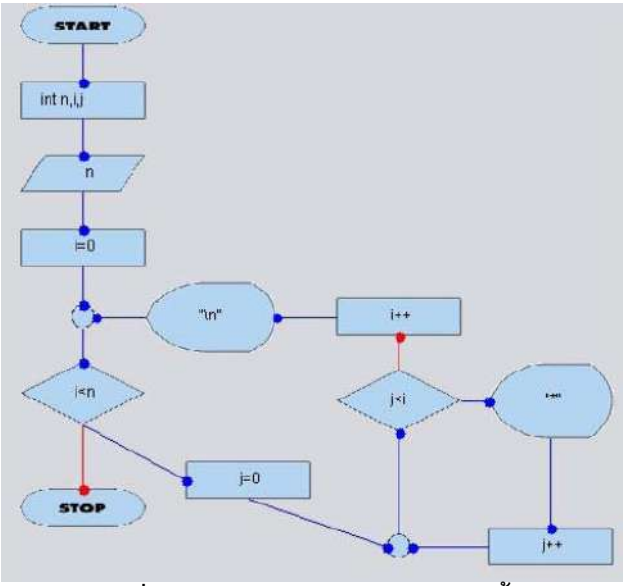
การทดสอบใช้งานโปรแกรมเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพการแปลงจากผังงานเป็นโปรแกรมภาษาซี และหาข้อจำกัดของระบบ โดยเริ่มจากการสร้างผังงานแบบเรียบง่าย ไปจนถึงการใช้งานที่มีความซับซ้อน 2 ผังงานคือผังงานที่มีการทำงานของลูปซ้อนลูป และผังงานที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นที่มีการเรียกตัวเอง (Recursive) ดังหัวข้อที่จะกล่าวถึงในข้อ 5.1 และ 5.2

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานได้ทดสอบบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP หน่วยประมวลผลกลางคอร์ 2 ดูโอ ความเร็ว 2.53GHz หน่วยความจำหลัก 3GB

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบใช้งานโปรแกรมเริ่มจากการสร้างผังงานแบบเรียบง่าย ไปจนถึงการใช้งานที่มีความซับซ้อน 2 ผังงานคือผังงานที่มีการทำงานของลูปซ้อนลูป และผังงานที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นที่มีการเรียกตัวเอง (Recursive) พบว่าเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานสามารถแปลงผังงานมาเป็นภาษาซีได้อย่างถูกต้อง



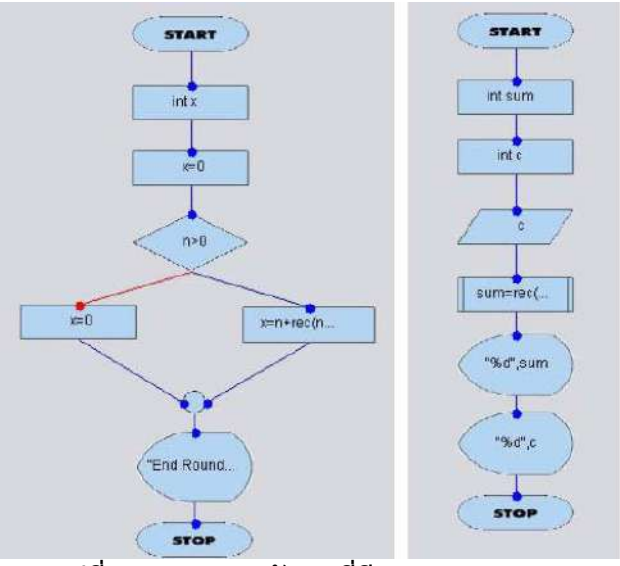
รูปที่ 5 การทดสอบผังงานวนลูปสองชั้น

จากรูปที่ 5 เป็นการทดสอบเปลี่ยนผังงานเป็นภาษาซี จากผังงานที่มีการวนลูปสองชั้นได้ซอร์สโค้ดออกมาดังรูปที่ 6

```
#include <stdio.h>
void main(){
        int n;      int i;      int j;
        scanf("%d",&n);
        i=0;
        while(i<n)
        {
                j=0;
                while(j<i)
                {
                        printf("*");
                        j++;
                }
                i++;
                printf("\n");
        }
}
```

รูปที่ 6 โปรแกรมภาษาซีที่ได้จากการแปลงจากผังงาน

การทดลองต่อไปเป็นการแปลงผังงานของโปรแกรมที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นเรียกตัวเองแสดงดังรูปที่ 7 โดยผังงานทางซ้ายมือคือโปรแกรมย่อย และทางขวามือคือผังงานของโปรแกรมหลัก



รูปที่ 7 การทดสอบผังงานที่มีการทำ Recursive

```
#include <stdio.h>
void main(){
        int sum;   int c;
        scanf("%d",&c);
        sum=rec(c);
        printf("%d",sum);
        printf("%d",c);
}
int rec(int i)
{
        int x;
        x=0;
        if(n>0)
        {
                x=n+rec(n-1);
        }
        else
        {
                x=0;
        }
        printf("End Round\n");
        return x;
}
```

รูปที่ 8 ภาษาซีที่ได้จากผังงานที่มีการทำ Recursive

จากการทดสอบพบว่าเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานสามารถแปลงผังงานเป็นโปรแกรมภาษาซีได้อย่างถูกต้อง ทั้งในโปรแกรมที่มีการทำซ้ำซ้อนกัน และผังงานที่มีการเรียกฟังก์ชั่น Recursive

แต่จากผลการทดสอบจะพบว่ามีข้อจำกัดในการแปลงผังงานที่มีการทำซ้ำโดยใช้รูปแบบการทำซ้ำให้เหมาะสมได้ และด้วยการเขียนผังงานที่มีความละเอียดน้อยกว่าการเขียนโปรแกรมด้วยซอร์สโค้ดโดยตรง ทำให้โปรแกรมภาษาซีที่ได้จากการแปลงมาจากผังงานทำงานด้อยกว่าการเขียนโปรแกรมโดยตรง

6. บทสรุป

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยในการถ่ายทอดความคิดกระบวนการแก้ปัญหามาเป็นผังงาน โดยมีการนำผังงานช่วยในการเรียบเรียงและอธิบายความคิด จากนั้นจึงทำการแปลงผังงานที่ได้เป็นโปรแกรมภาษาซี และสร้างผลลัพธ์จากโปรแกรมภาษาซีที่สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

เครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงาน เป็นเครื่องมือที่ช่วยลดความซับซ้อนของการศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงเหมาะกับผู้ใช้ที่เริ่มต้นศึกษาการพัฒนา

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากจะทำให้การพัฒนาโปรแกรมเข้าใจง่ายแล้ว ยังสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนได้อย่างสะดวกสบาย เข้าใจง่าย ตลอดจนเป็นเครื่องมือที่ใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพได้อีกด้วย

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เพื่อให้เป็นประโยชน์ในวงกว้างขึ้นต่อผู้ที่กำลังเริ่มศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แนวทางการพัฒนาเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานต่อไปคือพัฒนาให้สามารถแปลงจากผังงานเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ได้หลากหลาย โดยใช้เครื่องช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานที่แปลงจากผังงานเป็นภาษาซีนี้เป็นงานต้นแบบ

7. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานนี้ จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีถ้าขาดผู้ให้คำปรึกษา ผู้อำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูล และสถานที่ ฯลฯ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมไปถึงหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

อาจารย์อุดม รานอก หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้โอกาส ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ สั่งสอน และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจนโครงงานเรื่องเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรมจากผังงานเสร็จสิ้น ซึ่งต้องขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง คุณค่า และประโยชน์อันพึงได้รับจากโครงงานวิศวกรรมนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดท้ายนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และจะนำคำชี้แนะที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำงานในอนาคต และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

[1] http://berry.cpe.mut.ac.th

[2] http://www.it.msu.ac.th

[3] http://sunsite.au.ac.th/JavaCorner/startjava.html

[4] http://courseware.bodin.ac.th

[5] Java™: The Complete Reference J2SE™ 5 Edition, Herbert Schildt, Published by Mc Graw-Hill /Osborne 2100 Powell Street, 10th Floor Emeryville, California 94608 U.S.A.

[6] Java Beginner's Guide Third Edition (code: www.osborne.com), Herbert Schildt, Published by Mc Graw-Hill /Osborne 2100 Powell Street, 10th Floor Emeryville, California 94608 U.S.A.

[7] Java Programming: From Problem Analysis To Program Design, D.S. Malik and P.S. Nair, Published by THOMSON Course Technology

[8] C Program design for Engineers, Jeri R. Hanly Elliot B. Koffman with Joan C.Horvath, Published by Addison-Wesley Publishing Company

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนแบบผสมผสาน

A Design and Development of Blended Learning System

โอภาส วงษ์ทวีทรัพย์ [1] สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ [2] ปานใจ ธารทัศนวงศ์ [3]

ปิยะพงษ์ สุวรรณพาเพลิน [4] สิริพร แซ่ลี้ [5] เพ็ญพลอย ศรีบำรุงวงศ์ [6] และอรอุมา มียิ่ง [7]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม 73000

E-mail: oatcomster@gmail.com[1], sunee.po@gmail.com[2], panjai@su.ac.th[3]

{ phong_boyclub[4], kyo_kate[5], toploy88[6], pooy_534[7] } @hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าเทคโนโลยีทางด้านเครือข่าย และสารสนเทศมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก จึงทำให้คณะนักวิจัยมีแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended Learning System, B-Learning) ซึ่งกำลังเป็นที่ได้รับความนิยม เพราะสามารถลดข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านระบบ CAI (Computer Aid Instruction) หรือ WBI (Web Based Instruction) โดยเพิ่มระบบการปฏิสัมพันธ์ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) เข้าไป ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนที่ดีขึ้น อันจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการใช้เครือข่ายได้อย่างเต็มที่ และมีประสิทธิภาพ ระบบที่พัฒนาขึ้นอาศัยแนวทางของรหัสเปิดในการพัฒนาระบบ โดยการทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักใหญ่ๆ คือ ระบบการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง และระบบการศึกษาแบบมีส่วนร่วม ซึ่งทั้ง 2 ระบบจะมีเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ต่อการศึกษาสมัยใหม่

Abstract

At present, it is accepted that Network and Information Technology is fast advanced. Therefore, this research applies both major technologies in design and development of Blended Learning System. This learning system can reduce the limitation of Computer Aid Instruction Learning (CAI) or Web Based Instruction (WBI) by enhanced collaborative learning among learners and learners with instructors. It is activate to use Network Technology in full function and efficiency. Open Source technology is used in this developed system which has two major parts ie. E-Learning and Collaborative Learning. These two parts have assist tools to create appropriate environment for modern education.

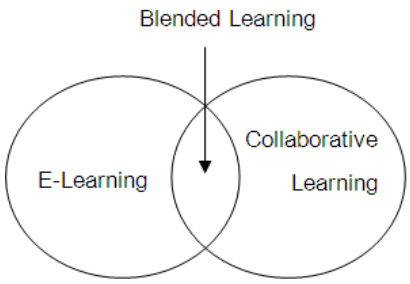
คำสำคัญ

การเรียนการสอนแบบผสมผสาน, เรียนรู้ร่วมกัน, อีเลิร์นนิ่ง

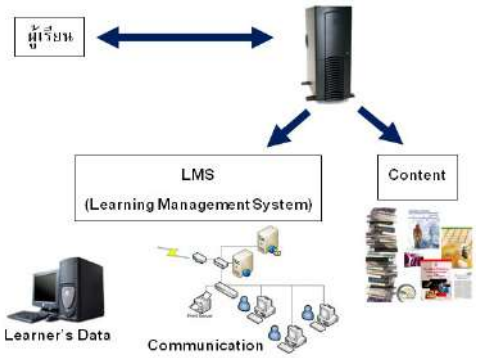
1. บทนำ

ระบบ e-Learning [1, 2] นับเป็นเครื่องมือที่มีส่วนช่วยให้ประชาชนสามารถใช้ประโยชน์จากเครือข่ายเพื่อการศึกษาได้ เพราะผู้เรียนสามารถจะเข้าถึงบทเรียน ได้พบปะกับอาจารย์หรือผู้เรียนด้วยกันเองผ่านเครือข่ายสารสนเทศ แต่การจัดการระบบ e-Learning จำเป็นจะต้องมีการร่วมมือจากหลายฝ่าย ประกอบด้วยสถาบันการศึกษา ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ และ สื่อการสอน ตลอดจนผู้ให้บริการด้านเครือข่าย (Operator)

ทั้งนี้ในปัจจุบันแนวคิดของการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended Learning System, B-Learning) กำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเพราะสามารถลดข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านระบบ CAI หรือ WBI โดยเพิ่มระบบ Collaborative learning เข้าไปทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนดีขึ้น อันจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการใช้เครือข่าย Broadband อย่างกว้างขวางและจะเป็นการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายเพื่อการศึกษา อันจะนำประเทศไทยไปสู่สังคมอุดมปัญญาต่อไป



รูปที่ 1 ระบบ Blended Learning



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบ e-Learning

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าเทคโนโลยีด้านเครือข่ายและสารสนเทศมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากความเร็วของระบบเครือข่ายที่เพิ่มขึ้น และมีโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ให้ใช้อย่างมากมาย แต่โปรแกรมประยุกต์เหล่านี้ส่วนใหญ่แล้วจะเน้นไปที่บันเทิงเป็นหลัก คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายด้านการศึกษา เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนสามารถเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา อีกทั้งยังเป็นการขยายโอกาสทางการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ดังนี้

1) เพื่อส่งเสริม อุตสาหกรรม และการวิจัยด้านการเรียนการสอนแบบผสมผสาน
2) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในระบบเครือข่ายรวมทั้งระบบบรอดแบนด์ ตลอดจนแนวทางในการประยุกต์ใช้การเรียนการสอนแบบผสมผสาน
3) เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และก่อให้เกิดการพัฒนาธุรกิจด้าน (Digital Content)
4) เพื่อสร้างความร่วมมือและเสริมสร้างขีดความสามารถด้านการวิจัย และพัฒนาทั้งภาคการศึกษา และภาคอุตสาหกรรม ระหว่างผู้ประกอบการ สถาบันการศึกษา และผู้ให้บริการเครือข่ายในการวิจัยและพัฒนาระบบร่วมกัน

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาส่วนนี้อธิบายถึงผลงานที่เกี่ยวข้อง โดยจะกล่าวถึงลักษณะของผลงาน รวมทั้งข้อเด่น ข้อด้อย หรือ ข้อจำกัดของแต่ละผลงาน ดังต่อไปนี้

3.2 ระบบคลังข้อสอบและการทำข้อสอบ Online ผ่าน Web Browser [3]

3.2.1 ลักษณะของโปรแกรม

เป็นโปรแกรมประยุกต์ใช้ภาษา ASP ในการพัฒนารูปแบบคลังข้อสอบ และการทำข้อสอบ ให้อำนวยความสะดวกทั้งผู้สอบและผู้สอน ในการทำข้อสอบเป็นระบบสุ่มจากฐานข้อมูลโดยไม่ซ้ำกันเป็นลำดับ สามารถกำหนดจำนวนข้อที่จะทำได้ ผู้สอนสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อสอบได้ไม่จำกัดจำนวน มีระบบเก็บคะแนน และข้อมูลผู้ทำข้อสอบสำหรับตรวจสอบได้

รูปที่ 3 เริ่มต้นและจับเวลาในการทำข้อสอบ

3.2.2 ข้อเด่น

สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อสอบได้ไม่จำกัดจำนวน มีการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ในแต่ละส่วนสำหรับผู้สอบ และผู้สอนอย่างชัดเจน ในการทำข้อสอบแต่ละครั้งสามารถกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการทำได้ โดยระบบจะทำการสุ่มข้อสอบมาจากฐานข้อมูลไม่ซ้ำกันอย่างเป็นลำดับ และมีการจับเวลาในการทำข้อสอบ

3.2.3 ข้อจำกัด

ข้อสอบแต่ละข้อมีตัวเลือกได้เพียง 4 ตัว และระบบสามารถจัดทำข้อสอบแบบตัวเลือกได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น

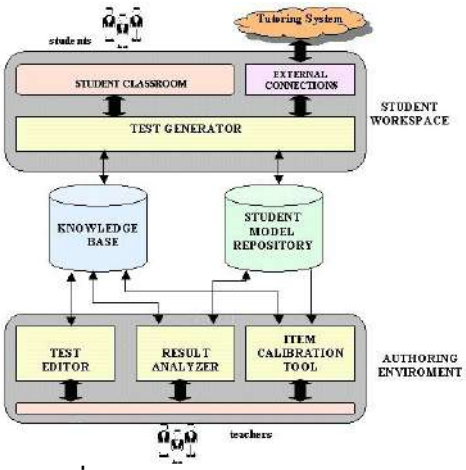
3.3 System of Intelligent Evaluation using Test (SIETTE) [4]

3.3.1 ลักษณะของระบบ

เป็นระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบออนไลน์ ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบเพื่อวัดระดับความรู้ของตนเอง และผู้สอนสามารถให้เกรดจากการทำแบบทดสอบของผู้เรียนได้ โดยระบบเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้สอนสร้างเปลี่ยนแปลง แก้ไขข้อสอบ หรือแบบทดสอบได้ รวมถึงเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ประสิทธิภาพความสามารถของผู้เรียน ระบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้เรียน และส่วนที่ใช้สร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะ

1) Student Workspace ส่วนที่ผู้เรียนเข้ามาทำแบบทดสอบ โดยส่วนประกอบหลักคือ Test Generator ใช้ส่งข้อสอบให้กับผู้เรียน มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 2 ส่วนคือ *Student Classroom* ผู้เรียนเข้ามาทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ด้วยตนเอง และผู้สอนจัดการเกรดจากผลการทำแบบทดสอบ และ *Interface for External Connection* เชื่อมต่อกับระบบสื่อการสอนอื่นๆ

2) The Authoring Environment เครื่องมือสำหรับผู้สอนให้สร้าง แก้ไข วิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนจากผลการทำแบบทดสอบ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ *Test Editor* ผู้สอนใช้สร้างรายวิชา ข้อสอบให้มีความสัมพันธ์กับบทเรียน *Result Analyzer* ช่วยผู้สอนวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน และ *Item Calibration Tool* ส่วนแสดงฟังก์ชันโค้งลักษณะของข้อสอบ ทำนายพฤติกรรมการตอบของ



รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมของ SIETTE

3.3.1 ข้อเด่น

มีการออกแบบส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ที่ดี ทำให้การใช้งานง่ายต่อการเรียนรู้ สามารถวัดผลความสามารถของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง นั่นคือ ผู้เรียนที่มีความสามารถสูง ก็ไม่ต้องทำข้อสอบที่ง่ายเกินไป และทำจำนวนข้อสอบจำนวนน้อย

3.3.2 ข้อจำกัด

ไม่มีระบบจัดการเนื้อหารายวิชา หรือบทเรียนต่าง ๆ ต้องใช้เวลานานในการตัดสินใจเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้เรียน

3.4 Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle) [5]

3.4.1 ลักษณะของระบบ

เป็นระบบการเรียนการสอน (LMS) หรือระบบจัดการรายวิชา (CMS) ช่วยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแบบออนไลน์ให้มีบรรยากาศเหมือนเรียนในห้องเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีระบบและเครื่องมือสำหรับการจัดการของผู้สอน เครื่องมือสนับสนุนการเรียนของผู้เรียน การออกแบบระบบได้รับแนวความคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ ผู้ใช้สามารถออกแบบและพัฒนาระบบเองได้ เพื่อให้เหมาะสำหรับระบบการศึกษา สามารถเข้าถึงได้อย่างอิสระเพราะเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด สามารถติดตั้งบนเครื่องที่ประมวลผลภาษา PHP สนับสนุนฐานข้อมูล SQL และประมวลผลบนระบบปฏิบัติการ Window Mac และ Linux ได้

การใช้งานผู้สอนจะสร้างรายวิชา กำหนดรูปแบบ รายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาเรียนได้อย่างสัมฤทธิผล ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนได้หลายลักษณะ ตั้งแต่ระบบที่เสริมการเรียนการสอน หรือส่วนเพิ่มเติมกิจกรรมการเรียนการสอน หรือแม้กระทั่งเป็นระบบการเรียนการสอนหลักเป็นห้องเรียนเสมือนจริงได้

รูปที่ 4 หน้าแรกของระบบ Moodle

3.4.1 ข้อเด่น

เป็นระบบที่สามารถปรับแต่ง พัฒนาให้เหมาะสมกับระบบการเรียนการสอนของผู้ใช้ได้ มีระบบช่วยเหลือทุกที่ในโปรแกรม สามารถจัดการเนื้อหา หรือโครงสร้างหัวข้อได้อย่างยืดหยุ่น

3.4.2 ข้อจำกัด

สามารถปรับแต่งได้มากจนเกินไป บางครั้งอาจทำให้สับสนในการใช้งาน และรวมถึงยังไม่มีส่วนของการทำงานในลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของผู้เรียน และผู้สอน

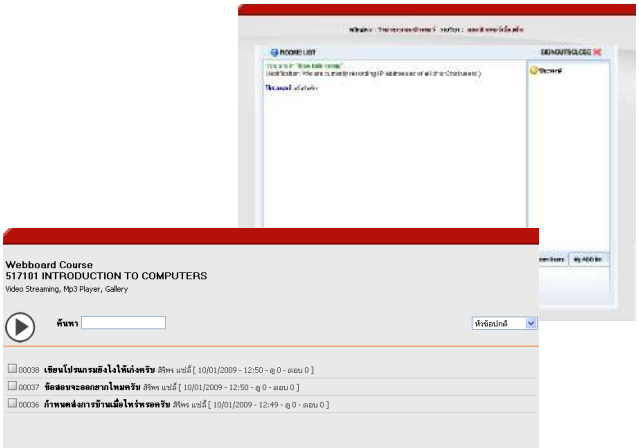
4. รายละเอียดการพัฒนาระบบ

ประกอบด้วย 11 ระบบย่อย คือ (1) ระบบครู/ผู้พัฒนาหลักสูตร (2) ระบบนักเรียน/ผู้เรียน (3)ระบบผู้บริหารหลักสูตร (4) ระบบผู้ปกครอง/ผู้บังคับบัญชา (5) ระบบประชาสัมพันธ์ (6) ระบบบริหารจัดการระบบ (7) เครื่องมือสร้างสื่อการเรียนการสอน

ผ่านเว็บ (8) ระบบห้องประชุมทางวีดิทัศน์ (Video Chat) สำหรับใช้ติดต่อสื่อสารได้ทั้งข้อความภาพและเสียง (9) ระบบกระดานอิเล็กทรอนิกส์ (Whiteboard) สำหรับใช้นำเสนอสื่อการเรียนการสอนแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (10) ระบบวีดิทัศน์ตามคำขอ (Video on Demand) สำหรับใช้นำเสนอวีดิทัศน์ตามคำขอ และสุดท้าย (11) ระบบคลังรูปภาพ (Photo Gallery) สำหรับใช้จัดเก็บและแสดงรูปภาพ

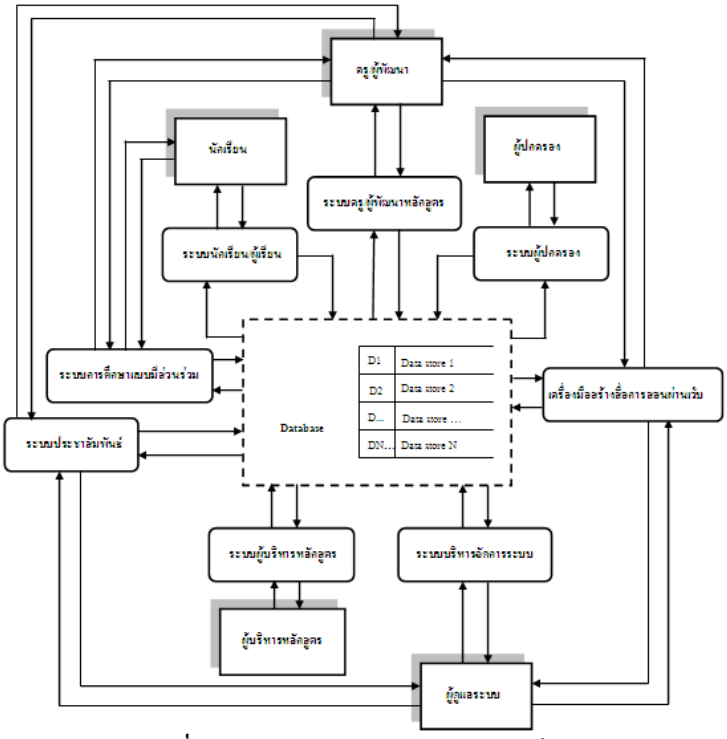
ตารางที่ 1 ส่วนของการพัฒนาระบบที่ใช้แนวทางของซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source)

ส่วนของ	ชื่อเครื่องมือ	แหล่งที่มา
Calendar	WingedCalendar	http://www.thamwebsite.com /cty/php/scripts /calendartxtdb.htm
Photo Gallery	encapsgallery	http://www.encaps.net /software/encapsgallery /download-image-album.php
WebContent	fckeditor	http://www.fckeditor.net/download
Mail	Phpmailer	http://sourceforge.net /projects/phpmailer
Graph Display	Jpgraph	http://www.aditus.nu/jpgraph /jpdownload.php
FAQ	FPHPFAQ	http://www.freebert.com/dsplus/m .php?p=FPHPFAQ.zip
Web Board	infoBoard V.7	http://cannot.info/index.php?start =3&mode=phpinfoboard
Chat Room	Ajax Chat	http://www.alilg.com/software/free -php-ajax-chat/

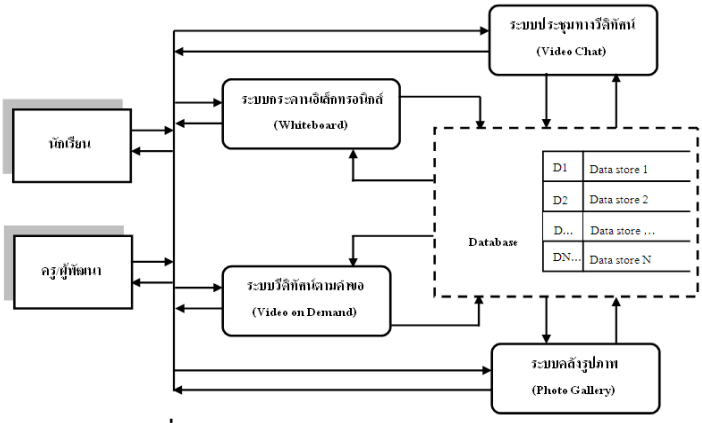


รูปที่ 5 การนำ infoBoard V.7 และ AjaxChat มาปรับหน้าต่างของผู้ใช้ (User Interface) เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และระบบที่พัฒนาขึ้นเอง

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 6 Context Diagram ระบบการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง



รูปที่ 7 Context Diagram ระบบการศึกษาแบบมีส่วนร่วม

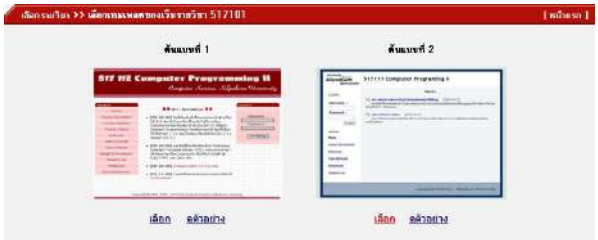
4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบมี 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ใช้แนวทางของซอฟต์แวร์รหัสเปิดที่มีอยู่ดังตารางที่ 1 เป็นพื้นฐานในการพัฒนาร่วมกันกับระบบส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นระบบที่คณะวิจัยฯ พัฒนาขึ้นเองทั้งหมดซึ่งทำงานอยู่บนพื้นฐานของ Apache Server ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ใช้ภาษา PHP เป็น

ภาษาหลักและภาษาเดียวในการพัฒนา สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ประมวลผลภาษา PHP บนระบบปฏิบัติการ Window Mac และ Linux ได้

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนแบบผสมผสานมีข้อจำกัดในการทำงานดังนี้ ระบบเป็นเว็บแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการทำงานอยู่บนเว็บผ่านทางโปรแกรมประเภทบราวเซอร์ และสนับสนุนการทำงานร่วมกับโปรแกรมบราวเซอร์ ของ Microsoft Internet Explorer และ Mozilla Firefox และระบบรองรับการทำงานร่วมกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ของ Apache Tomcat เท่านั้น



รูปที่ 8 ตัวอย่างเว็บของรายวิชาที่สร้างขึ้น

5. การทดสอบการใช้งาน

สำหรับการทดสอบการใช้งานของระบบ จะใช้การทดสอบวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยทดสอบการใช้งานจากกลุ่มผู้ใช้จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ (1) การทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจของอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อระบบ และ (2) การทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อระบบ

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

5.1.1 อุปกรณ์ และโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผล Pentium 4 ความเร็ว 1.8 GHz หน่วยความจำ (Memory) ขนาด 256 MB และฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) ขนาด 60GB บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional ที่ติดตั้งระบบไว้

5.1.2 วิธีการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จัดอบรมให้กับอาจารย์ผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่สนใจเข้าร่วมการอบรมจำนวน 30 คน และให้อาจารย์ผู้สอนทดสอบการทำงานของระบบ เพื่อตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ทดสอบกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2551 ในรายวิชา 517111 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 จำนวน 30 คน

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

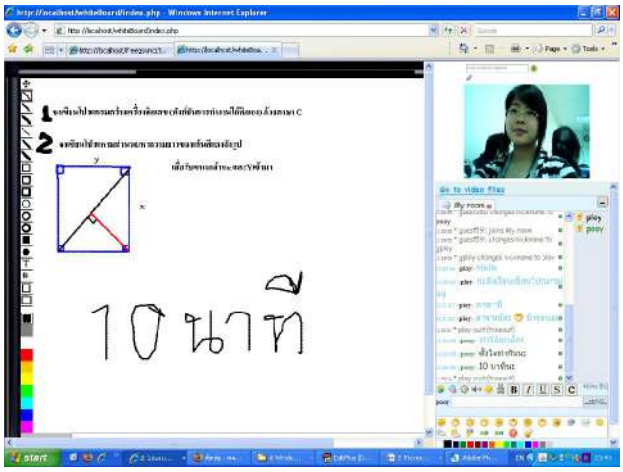
ตารางที่ 2 ผลการทดลองของการวัดความพึงพอใจในการใช้ระบบของอาจารย์ผู้สอน

เกณฑ์การวัดระดับความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. การออกแบบส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ (Interface)	75	14	10	1	0
2. ความเหมาะสมในการจัดวางเมนู	24	68	7	1	0
3. ความง่ายต่อการใช้งาน	12	16	54	18	0
4. การแสดงผลสรุปการทดสอบของผู้เรียน	28	40	27	5	0
5. ความเร็วในการทำงานของระบบ	77	11	12	0	0
ผลรวมในแต่ละระดับ (เปอร์เซ็นต์)	43.2	29.8	22	5	0

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของการวัดความพึงพอใจในการใช้ระบบของนักศึกษา

เกณฑ์การวัดระดับความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. การออกแบบส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ (Interface)	14	26	50	10	0
2. ความเหมาะสมในการจัดวางเมนู	9	87	4	0	0
3. ความง่ายต่อการใช้งาน	0	4	70	26	0
4. ความเร็วในการทำงานของระบบ	52	48	0	0	0
5. ความเหมาะสมในการจับเวลาของข้อสอบ	0	11	5	78	6
6. ความเหมาะสมในการแสดงข้อสอบ	10	78	12	0	0
7. ความเที่ยงตรงในการประเมินผลของผู้เรียน	14	21	54	11	0
8. การแสดงผลสรุปการทดสอบของผู้เรียน	38	40	22	0	0
ผลรวมในแต่ละระดับ (เปอร์เซ็นต์)	17.1	39.4	27.1	15.6	0.75

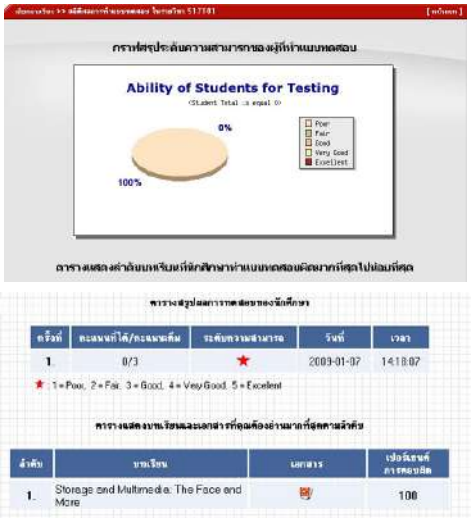
ผลการทดสอบการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของอาจารย์ผู้สอนที่เลือกระดับความพึงพอใจของแบบสอบถามดังตารางที่ 2 จะเห็นว่าอาจารย์โดยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในส่วนติดต่อของผู้ใช้ และความรวดเร็วในการทำงาน ส่วนความง่ายในการใช้งานบางเมนูอาจต้องมีการปรับปรุงต่อไปตามสมควร สรุปได้ว่า โดยรวมแล้วอาจารย์ผู้สอนมีความพึงพอใจในระบบฯ ส่วนผลการทดสอบการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ผลการทดลองเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาที่เลือกระดับความพึงพอใจของแบบสอบถามดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่านักศึกษาโดยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง



รูปที่ 9 กระดานอิเล็กทรอนิกส์แสดงการเรียนการสอนแบบผสมผสาน

6. บทสรุป

จะเห็นว่าการพัฒนาระบบการสอนแบบผสมผสาน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนที่ดีขึ้น จากรูปที่ 9 ที่ผู้เรียนสามารถดูการเรียนการสอนของผู้สอน ผ่านทางกระดานอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดความรู้สึกเสมือนว่าผู้เรียนได้นั่งเรียนในห้องเรียนจริงๆ รวมถึงในขณะที่มีการเรียนการสอน ผู้เรียนยังเห็นภาพของอาจารย์ผู้สอน สนทนาร่วมกันกับผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นได้ด้วยการส่งข้อความ ผู้เรียนสามารถทราบการประเมินผลระดับความสามารถ และผลการทดสอบของผู้เรียนได้ดังรูปที่ 10 ซึ่งระบบได้อาศัยการพัฒนาขึ้นจากการประกอบกันของแนวทางรหัสเปิด (Open Source) ในการพัฒนา ที่ช่วยในการสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการศึกษาสมัยใหม่



รูปที่ 10 การประเมินระดับความสามารถ และการแสดงผลการทดสอบของผู้เรียน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินจากสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (TRIDI) สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ภายใต้โครงการจ้างที่ปรึกษาดำเนินการวิจัยระบบการสอนแบบผสมผสาน (Blended Learning) ผ่านเครือข่ายบรอดแบนด์ สัญญาเลขที่ บป. (พส๒) (ป) ๒/๒๕๕๑

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยะพงษ์ ทองธานี , *ระบบต้นแบบเพื่อช่วยบริหารจัดการรายวิชาแบบออนไลน์*, ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2547.

[2] นพรัตน์ เตียวเจริญ และวรรณภา พานิชนาวิน, การพัฒนาระบบคลังข้อสอบแบบปรับเหมาะตามระดับความสามารถของผู้เรียน, ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2549.

[3] *เว็บไซต์สำหรับครูอาจารย์ ที่แนะนำข้อมูลทางการศึกษาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nitesonline.net. สืบค้น 10 มกราคม พ.ศ. 2552

[4] *ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบออนไลน์ (SIETTE)*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://marte.lcc.uma.es/siette/index.jsp. สืบค้น 10 มกราคม พ.ศ. 2552

[5] *เครื่องมือสำหรับสร้างเว็บไซต์ระบบจัดการรายวิชา (Moodle)*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://moodle.org/. สืบค้น 10 มกราคม พ.ศ. 2552

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Systematic design of surface roughness investigation and 3D Model by light scattering and neural network

กฤษณะ เทพารักษ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
kritsanajoe@gmail.com

วีรชัย อัศวเมธาพันธ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
aweerach@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบตรวจวัดความหยาบโดยใช้เทคนิคการกระเจิงเชิงแสงและโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุ โดยระบบถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆ คือ ส่วนชุดอุปกรณ์ตรวจวัด และส่วนประมวลผลสัญญาณ ซึ่งชุดอุปกรณ์ตรวจวัดจะทำหน้าที่วัดความเข้มแสงของแต่ละจุดบนพื้นผิววัสดุโดยละเอียด ซึ่งสัญญาณที่ได้จะถูกแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกจะถูกส่งไปยังส่วนประมวลผลสัญญาณเพื่อคำนวณหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุ และสัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปประมวลผลโดยโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-layer Perceptron Neural Network (MLP) มีการเรียนรู้แบบ Back – propagation algorithm โดยมีฟังก์ชันส่งผ่าน 2 ชนิดคือ Hyperbolic Tangent Sigmoid และ สมการเส้นตรง เพื่อประมาณค่าความสูงของแต่ละจุดสำหรับการสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุ

Abstract

This paper proposes the systematic design of surface roughness investigation by light scattering and neural network. This system includes of two parts with detection part and signal collection part. The detection part is designed to precisely measure the light intensity of each point on surface. The signal from the light intensity is divided to be two parts. The signal of the first part is transferred to the collection part for the calculation of surface roughness. And the signal form another part is collected by neural network. In this paper, the Multi-layer Perceptron Neural Network (MLP) with Back-propagation is used for learning system. Here, Hyperbolic Tangent Sigmoid and linear equation are used as Transfer functions to determine the height of each point for designing the -3D model of the sample surface.

คำสำคัญ

เทคนิคการกระเจิงเชิงแสง, โครงข่ายประสาทเทียม
ระบบตรวจวัดความหยาบ

1. บทนำ

ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเล็กมาก และมีความซับซ้อนทางกลไกสูง ความหยาบของพื้นผิววัสดุจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อเสถียรภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้น เครื่องมือตรวจวัดความหยาบของพื้นผิววัสดุจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือที่มีขายในท้องตลาดทั่วไปนั้นล้วนมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การจัดหาเครื่องมือวัดดังกล่าวในห้องปฏิบัติการพื้นฐานเพื่อประกอบการศึกษาทางด้านวัสดุศาสตร์จึงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ที่มีงบประมาณน้อย

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวบทความนี้จึงนำเสนอการออกแบบระบบตรวจวัดความหยาบ โดยใช้เทคนิคการกระเจิงเชิงแสงเพื่อหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุ และระบบสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ระบบนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานทางแสงที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด และสามารถประกอบใช้งานได้ในห้องปฏิบัติการทางแสงทั่วไปจึงมีราคาไม่สูง ระบบที่นำเสนอนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ส่วนชุดอุปกรณ์ตรวจวัดและส่วนประมวลผลสัญญาณ

2. การออกแบบระบบตรวจวัดในงานวิจัยนี้

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและการคำนวณหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุ

ทฤษฎีการกระเจิงเชิงแสงบนพื้นผิวหยาบที่ใช้ในการออกแบบระบบนี้อ้างถึงแบบจำลองการกระเจิงเชิงแสงของ Beckmann และ Spizzichino [1] ซึ่งพบว่าความเข้มของแสงและทิศทาง

ของแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิวหยาบนั้นมีความสัมพันธ์กับความหยาบของพื้นผิววัสดุ ดังนั้นความสัมพันธ์นี้จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการออกแบบระบบตรวจวัดความหยาบของพื้นผิววัสดุโดยใช้เทคนิคการกระเจิงเชิงแสง

Bennett และ Porteus [2] ได้นำเสนอระบบ Total Integrated scattering (TIS) ซึ่งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาเข้ากระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุจากการกระเจิงของแสง ซึ่งระบบดังกล่าวได้แสดงอยู่ในรูปที่ 3 และบทความนี้ได้ปรับปรุงระบบ TIS ในบางส่วนซึ่งผู้วิจัยคาดว่าการปรับปรุงนี้จะทำให้ระบบนี้มีความแม่นยำในการหาค่าความหยาบของผิววัสดุมากยิ่งขึ้น

โดยค่าที่ได้จากระบบ TIS จะเป็นค่าเฉลี่ยกำลังสองหรือค่า RMS ของพื้นผิวหยาบ (Rq) โดยใช้สมการที่ (1) และสมการที่ (2) ในการคำนวณค่าความเข้มแสง และใช้สมการที่ (3) ในการคำนวณหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุ (Rq)

$$\frac{I_o - I_s}{I_o} = \frac{I_d}{I_o} = \left(\frac{4\pi\sigma}{\lambda}\right)^2 \qquad (1)$$

โดย σ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองหรือค่า RMS ของพื้นผิวหยาบ (Rq), λ คือ ค่าความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง, I_o คือค่าความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสง, I_s คือค่าความเข้มแสงที่สะท้อนกลับมาจากผิววัสดุ, I_d คือค่าความเข้มแสงที่กระเจิงออกมาจากผิววัสดุ โดย I_o แสดงในสมการที่ (2)

$$I_o = I_d + I_s + I_a \qquad (2)$$

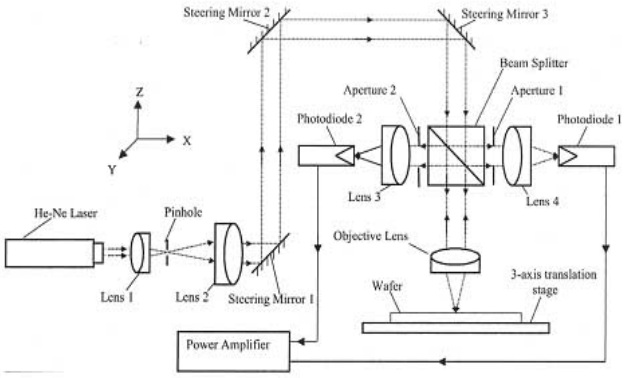
เมื่อ $I_a = I_s \times K_s$

โดย K_s คือค่าคงที่ของการดูดซับแสงของวัสดุนั้นๆ

$$Rq = \frac{\lambda}{4\pi}\sqrt{\left(\frac{I_o - \left(1+K_s\right)I_s}{I_o}\right)} \qquad (3)$$

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสงเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติ

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณแสงเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติจะอ้างอิงถึงการทดลองของ Hongsong Li



รูปที่ 3 การทดลองระบบTISของ BennettและPorteus [2]

และ Kenneth E. [3] ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุหยาบโดยอาศัยแบบจำลองBidirec - tional Reflectance Distribution Function (BRDF) ซึ่งใช้ Kirchhoff approximation เป็นพื้นฐานในการแจกแจงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง ณ มุมต่างๆที่แสงตกกระทบและความเข้มแสง ณ มุมต่างๆที่แสงกระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุ โดยสามารถนิยามแบบจำลอง BRDF ได้ดังสมการที่ (4)

$$BRDF = \frac{L_S}{E_i} = \frac{\dfrac{\partial^2 \Phi_S \partial m}{\partial A \cos\theta_a \partial\Omega_S}}{\dfrac{\partial \Phi_i}{\partial A}} = \frac{\partial \Phi_S \partial m}{\Phi_i \cos\theta_a \partial\Omega_S} \approx \frac{\Phi_S m}{\Phi_i \cos\theta_a \partial\Omega_S} \qquad (4)$$

โดย Φ_S คือ scattering flux, Ω_S คือ มุมหลักที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด, θ_a คือ มุมกว้างที่อุปกรณ์ตรวจวัดสามารถตรวจวัดได้ Φ_i คือ incident flux, m คือ ค่าดัชนีหักเหของวัสดุ, A คือ พื้นที่ที่แสงส่องสว่างลงบนผิววัสดุ, L_S คือ แสงที่สะท้อนทั้งหมดในทิศทาง Ω_S, E_i คือ แสงทั้งหมดที่ตกกระทบบนพื้นผิววัสดุ โดย Φ_S หาได้จากสมการที่ (5)

$$\Phi_S = \frac{S_r F_r^2 \sqrt{\pi}}{L V_z \sigma^2} \exp\left(-\frac{J_m^2 S_r^2}{4 J_n^2 \sigma^2}\right) \qquad (5)$$

โดย J_m หาได้จากสมการ

$$J_m = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sin\theta_i - \sin\theta_s\right) \qquad (6)$$

โดย J_n หาได้จากสมการ

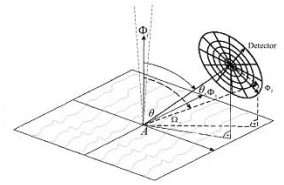
$$J_n = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\cos\theta_i - \cos\theta_s\right) \qquad (7)$$

โดย S_r คือ ระยะสัมพันธ์ของความหยาบบนพื้นผิววัสดุ, F_r คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ, L คือ ระยะห่างของแหล่งกำเนิดแสงกับผิววัสดุ, λ คือ ความยาวคลื่น, σ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองความหยาบของพื้นผิววัสดุ, θ_i คือ มุมของแสงตกกระทบ, θ_S คือ มุมของแสงที่กระเจิง

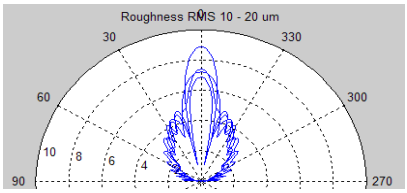
2.3 การออกแบบส่วนต่าง ๆในชุดอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสงในงานวิจัยนี้

2.3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมหลักที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด (Ω_S) *และ scattering flux* (Φ_S)

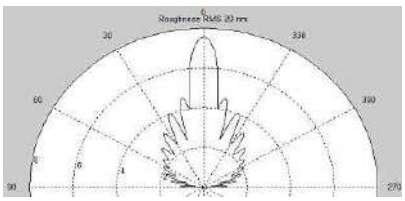
เมื่อนำแบบจำลองของ Hongsong Li และ Kenneth E.ดังแสดงในรูปที่ 4 มาคำนวณหารูปแบบของความเข้มแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุ โดยกำหนดให้ค่าตัวแปรสำคัญเป็นดังนี้ ความยาวคลื่นคือ 526 nm มุมของแสงตกกระทบคือ 0° มุมกว้างที่อุปกรณ์ตรวจวัดสามารถตรวจวัดได้คือ 13° และขนาดของลำแสงส่องสว่างบนพื้นผิววัสดุ คือ 2.125 um ค่าเฉลี่ยกำลังสองความหยาบของพื้นผิววัสดุมีค่า 10-20 um ค่าดัชนีหักเหของวัสดุเท่ากับ1.525 [4]



รูปที่ 4 แบบจำลองการทดลองของ Hongsong Li และ Kenneth E. [3]

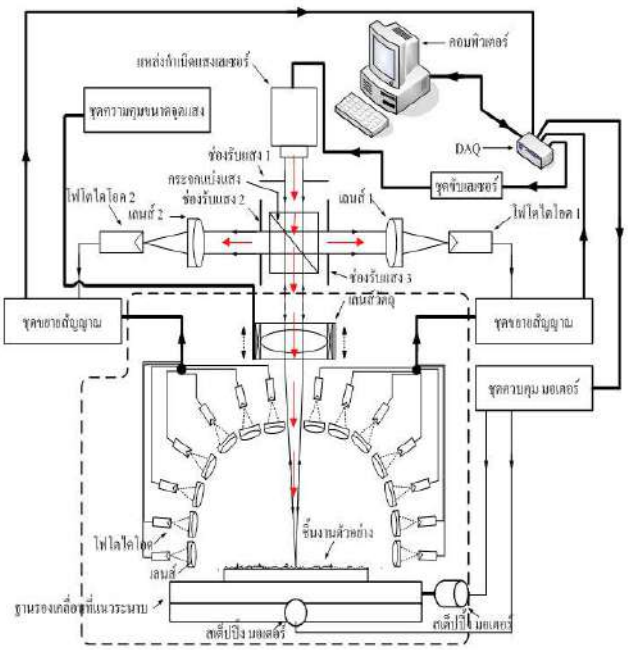


(ก)



(ข)

รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม (Ω_s) **และ** Scattering flux (Φ_s)



รูปที่ 6 โครงสร้างของระบบตรวจวัดความหยาบที่ได้ออกแบบในงานวิจัยนี้

รูปที่ 5 (ก) เป็นรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ω_s และ Φ_s เมื่อนำมาเขียนแบบ Polar coordinate โดยกำหนดให้ σ คือ20 um โดยเส้นทึบจะแสดงถึง Φ_s และวงเส้นประแสดงถึงระดับของความเข้มแสง ในรูปเดียวกันนี้ยังพบว่าในตำแหน่งของมุมหลักที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดที่แตกต่างกันจะมีระดับความเข้มแสงที่แตกต่างกัน โดยเมื่อกำหนดให้ Ω_s เท่ากับ 0° เป็นแกนกลางของแบบจำลอง BRDF พบว่าค่า BRDF จะมีการกระจายตัวในลักษณะสมมาตรกัน โดยระดับของ Φ_s จะมีค่าสูงสุดที่ Ω_s เท่ากับ 0° นอกจากนี้ระดับของ Φ_s จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อ Ω_s มีความห่างจากมุม 0° มากขึ้นเรื่อยๆ

รูปที่ 5(ข) เป็นรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ω_s และ Φ_s เมื่อกำหนดให้ σ มีค่าเท่ากับ 15 – 20 um พบว่าในทุกกรณีค่า BRDF จะมีการกระจายตัวในลักษณะสมมาตรเมื่อกำหนดให้ค่า Ω_s คือ 0° เป็นแกนกลางของแบบจำลอง อย่างไรก็ตามจำนวนและตำแหน่งของค่า Φ_s ที่มีค่าสูงสุดในแต่ละช่วงนั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของ σ ที่เปลี่ยนแปลงไป

2.3.2การออกแบบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุ

รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างทั้งหมดของระบบตรวจวัดความหยาบที่ได้ทำการออกแบบ ส่วนที่อยู่ด้านในบริเวณเส้นประ คือ ส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบปรับปรุงระบบ TIS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวัดความหยาบของวัสดุ โดยระบบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ความยาวคลื่นแสง 526 nm กำลัง 22 mW ปล่อยลำแสงผ่าน กระจกแบ่งแสง (reflection ratio50 %) ลำแสงจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งจะเคลื่อนที่ตามแนวนอน ผ่าน ช่องรับแสง3 ไปยัง เลนส์1 แล้วตกกระทบ โฟโตไดโอด1 จะได้ I_o เท่ากับค่าความเข้มแสงที่วัดได้จาก โฟโตไดโอด1 ลำแสงส่วนที่สองจะผ่านเลนส์วัตถุเพื่อรวมแสงเป็นจุด โดยเลนส์วัตถุจะทำหน้าที่ปรับขนาดจุดแสงโดยมีชุดควบคุมขนาดจุดแสงเป็นตัวควบคุมขนาดของจุดแสง เมื่อแสงสะท้อนกลับขึ้นไปตามแนวแกนตั้งจะผ่านเลนส์วัตถุตัวเดิม แสงจะถูกแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกจะเดินทางผ่านไปยังแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ส่วนที่สองจะเดินทางตามแนวแกนนอนผ่าน ช่องรับแสง2 ไปยัง เลนส์2 แล้วตกกระทบ โฟโตไดโอด2 จะได้ I_s เท่ากับสองเท่าของค่าความเข้มแสงที่วัดได้จาก โฟโตไดโอด2 โดยขนาดของจุดแสงต้องเหมาะสม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (8)

$$d = 2.44\lambda\left(\frac{f}{D}\right) \qquad (8)$$

d คือ ขนาดของจุดแสง, λ คือ ค่าความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสง, f คือ ความยาวโฟกัสของเลนส์วัตถุ, D คือ ขนาดของลำแสงที่ผ่านมาจากกระจกแบ่งแสง

2.3.3 การออกแบบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติ

จากที่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Ω_s และ Φ_S ดังแสดงในรูปที่ 5 (ก) และ รูปที่ (ข) พบว่าแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุหยาบนั้นมีทิศทางกระจายตัวอยู่รอบๆบริเวณที่แสงตกกระทบและค่า Φ_S ที่มีค่าสูงสุดในแต่ละช่วงจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของ σ ที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการออกแบบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดจึงต้องสามารถรับค่าความเข้มแสงได้ 180° เพื่อรองรับการกระจายตัวของแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุในกรณีต่างๆ โดยอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสงที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีมุมในการรับแสงที่ 0-20° และรับแสงได้ดีที่สุดที่ 0-13° การออกแบบจึงใช้ อุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสงทั้งหมด 14 ตัว วางเรียงตัวกันเป็นระนาบครึ่งวงกลม เพื่อรับแสงที่กระเจิงออกมารอบๆบริเวณที่แสงตกกระทบผิววัสดุตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจำนวนอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง ทั้ง 14 ตัวนี้จะพอเพียงสำหรับการคำนวณความสูงของแต่ละจุดบนพื้นผิววัสดุโดยโครงข่ายประสาทเทียม

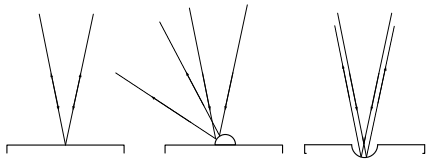
2.4 การออกแบบชุดประมวลผลสัญญาณในงานวิจัยนี้

2.4.1ชุดประมวลผลสัญญาณเพื่อหาค่าความหยาบ

ค่าความเข้มแสงทั้งหมดจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล โดยผ่านอุปกรณ์ Data acquisition (DAQ) เพื่อนำไปประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลความเข้มแสงที่ได้รับจาก DAQ จะมีอยู่สองส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นค่า I_O และ I_S ส่วนนี้จะถูกนำไปประมวลผลหาค่าความหยาบของพื้นผิววัสดุตาม สมการที่ (1) ,(2) ,(3) ข้อมูลส่วนที่สองเป็นชุดข้อมูลความเข้มแสงจากโฟโตไดโอดย่อย ทั้ง 14 ตัว และความเข้มแสงจากโฟโตไดโอด2 ข้อมูลส่วนนี้จึงประกอบด้วย 15 ส่วนย่อยเพื่อนำไปเป็น Input ของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคำนวณเป็นความสูงของแต่ละจุดบนพื้นผิววัสดุ

2.4.2ชุดประมวลผลสัญญาณเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิวโดยโครงข่ายประสาทเทียม

จากทฤษฎีการกระเจิงของแสงเมื่อแสงตกกระทบบนผิววัสดุหยาบแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิววัสดุ จะมีทิศทางการเคลื่อนที่แบบกระจัดกระจายตามระนาบของพื้นผิววัสดุที่ตกกระทบ ดังแสดงในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นผิววัสดุมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะจากระนาบปกติเดิม จะทำให้ทิศทางและความเข้มแสงที่กระเจิงออกมาจากผิววัสดุเปลี่ยนแปลงไปด้วย งานวิจัยนี้จึงนำเอารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของแสงมาวิเคราะห์ความเข้มแสง ณ มุมต่างๆ โดยใช้โครงข่ายประสาท-เทียม เพื่อหาความสูงและรูปแบบของผิววัสดุในแต่ละจุดเพื่อสร้างเป็นภาพจำลองสามมิติของผิววัสดุ



รูปที่ 8 ทิศทางของแสงสะท้อนที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพพื้นผิววัสดุ โดยเส้นทึบแสดงถึงแสงตกกระทบ เส้นประแสดงถึงแสงสะท้อน

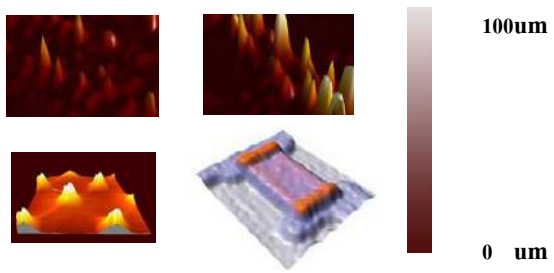
การเก็บข้อมูลพื้นผิววัสดุเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุ จะประกอบไปด้วยข้อมูลสามส่วน คือ ตำแหน่งในแนวแกน x ของพื้นผิว ตำแหน่งในแนวแกน y ของพื้นผิว และความเข้มแสงที่กระเจิงออกมาจากพื้นผิวที่ตำแหน่งนั้น การเก็บข้อมูลทำโดยเคลื่อนชิ้นงานตัวอย่างไปตามแนวแกน x,y โดย x,y table เพื่อเก็บข้อมูลพื้นผิววัสดุทั้งหมดที่ต้องการ จำนวนของชุดข้อมูลที่ใช้ในการสร้างภาพจำลองจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่ต้องการสร้างภาพจำลองและความละเอียดในการเก็บข้อมูล ข้อมูลตำแหน่งจุด x,y จะได้จากผลคำนวณการเคลื่อนที่ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยสามารถเคลื่อนที่ได้ละเอียดสูงสุด 2.3 um ต่อสเต็ป ข้อมูลทั้งสามส่วนจะถูกเก็บในรูปของ Text file จากนั้นใช้โปรแกรม MatLab ดึงเอาข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผลโดยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อสร้างเป็นภาพจำลองพื้นผิวสามมิติ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความสูงแต่ละจุดในงานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-layer Perceptron Neural Network (MPL) การเรียนรู้แบบ Back- propagation algorithm มี Input 15 หน่วยต่อจุด ใช้ฟังก์ชันส่งผ่าน (Transfer function) 2 ชนิด คือไฮเปอร์โบลิคแทนเจนท์ซิกมอยด์ (Hyperbolic Tangent Sigmoid) ซึ่งเป็นฟังก์ชันส่งผ่านที่ให้ผลลัพธ์มากกว่า -1 แต่น้อยกว่า 1 และสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยฟังก์ชันส่งผ่านแบบไฮเปอร์โบลิคแทนเจนท์ซิกมอยด์จะทำหน้าที่คำนวณหาค่าความสูงของพื้นผิววัสดุ ซึ่งผลที่ได้ออกมาคือค่าตัวเลขตั้งแต่ -1 ถึง 1 จากนั้น สมการเส้นตรงจะนำค่านี้ไปเปรียบเทียบกับความสูงที่กำหนดกับระบบ เช่น ค่า -1 ถึง 0 กำหนดให้ระบุความต่ำจากพื้นผิวปกติ 1000 ระดับ ค่า 0 ถึง 1 กำหนดให้ระบุความสูงจากพื้นผิวปกติ 1000 ระดับ ซึ่งความสูงจริงแต่ละระดับจะขึ้นอยู่กับความสูงของชิ้นงานที่ได้จากระบบ AFM ที่นำไปสอนโครงข่ายประสาทเทียมให้จดจำรูปแบบแล้ว

เมื่อได้ความสูงของพื้นผิววัสดุครบทุกจุดแล้ว ข้อมูลความสูงจะถูกนำมารวมกับข้อมูลตำแหน่งของความสูงนั้น โดยภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุจะเกิดการพอร์ทค่าความสูงของข้อมูลพื้นผิววัสดุตามตำแหน่งของข้อมูลนั้นๆทุกจุด เมื่อข้อมูลครบทุกจุดก็จะได้ภาพจำลองสามมิติในขอบเขตที่ทำการตรวจวัด ซึ่งข้อมูลในแต่ละจุดจะเปรียบเสมือน Pixel ของภาพ

พื้นผิววัสดุที่ใช้ในการเรียนรู้และตรวจสอบระบบโครงข่ายประสาทเทียม จะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกใช้ตัวอย่างพื้นผิววัสดุร้อยละ 70 เพื่อสอนให้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้และปรับค่าน้ำหนักจนได้ความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ และกลุ่มที่สองใช้ตัวอย่างพื้นผิววัสดุที่เหลือร้อยละ 30 เพื่อทดสอบระบบโครงข่ายประสาทเทียมโดยที่พื้นผิววัสดุทั้งหมดจะต้องทำการตรวจวัดความหยาบและตรวจวัดความสูงแต่ละจุดเรียบร้อยแล้ว

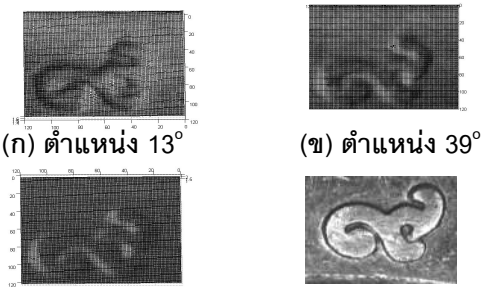
วิธีตรวจสอบความถูกต้องของระบบที่ได้นำเสนอนี้สามารถทำได้โดยนำพื้นผิววัสดุที่ทราบค่าความหยาบและลักษณะของพื้นผิวแบบสามมิติซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFM แล้วทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่องต้นแบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด โดยตัวอย่างภาพจำลองสามมิติที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัยนี้แสดงในรูปที่ 8 โดยสีของพื้นผิวจะบ่งบอกถึงระดับความสูงของวัสดุ



รูปที่ 8 ตัวอย่างภาพจำลองสามมิติที่คาดว่า จะได้รับจากงานวิจัยนี้

2.5 การทดสอบระบบเบื้องต้น

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการทำวิจัยและปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุ และในเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มแสงของพื้นผิววัสดุในมุมการตรวจวัดที่ต้องการและตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัดได้ โดยกำหนดให้ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดเป็นไปตามหัวข้อที่ 2.3.2 ในการทดลองนี้ ได้มีการกำหนดวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเป็นบริเวณเลข ๙ ที่อยู่บนขอบของเหรียญ 10 บาท ดังแสดงในรูปที่ 9 (ง) โดยใช้ความละเอียดต่อช่วงการเก็บข้อมูลที่ 22.6 um และตรวจสอบทั้งหมด 120 จุดต่อ 1 แนวแกน เมื่อเก็บข้อมูลจนครบจะมีจำนวนข้อมูล 14,400 จุด จากนั้นนำข้อมูลมาพอร์ทกราฟแบบพื้นผิวดังแสดงในรูปที่ 9 (ก-ค) จากผลการทดสอบระบบทำให้ทราบว่า ณ มุมต่างๆที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดแสงนั้นจะสามารถตรวจวัดความเข้มแสงได้ต่างกัน ซึ่งในกรณีนี้จุดที่มีสีอ่อนจะเกิดจากความเข้มแสงที่กระเจิงไปยังมุมที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดนั้นมากกว่าบริเวณอื่น โดยข้อมูลของสีดังกล่าวจะบ่งบอกถึงบริเวณที่มีการลาดเอียงของพื้นผิววัสดุ ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานในหัวข้อที่ 2.4.2 และผลการทดลองที่ได้เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากกราฟแบบพื้นผิวที่ได้จากการทดลองระบบนี้ มีลักษณะ คล้ายคลึงกับพื้นผิวตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าสามารถนำผลการตรวจวัดไปประกอบการออกแบบระบบโครงข่ายประสาทเทียมให้เหมาะและแม่นยำได้ในลำดับต่อไป



(ก) ตำแหน่ง 13° (ข) ตำแหน่ง 39°

(ค) ตำแหน่งที่ 65° (ง) เลข ๙ บนเหรียญ 10

รูปที่ 9 (ก-ค) ตัวอย่างผลที่ได้จากการพอร์ทกราฟแบบพื้นผิวของเข้มแสงที่ได้จากโฟโตดีเทคเตอร์ในตำแหน่งมุมต่าง ๆที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด (ง) รูปพื้นผิววัสดุที่ใช้ในการทดสอบ (เลข ๙ ที่อยู่บนขอบเหรียญ 10 บาท)

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้ในเบื้องต้นนี้ยังไม่ใช่กระบวนการสุดท้ายของงานวิจัยนี้ ระบบที่สมบูรณ์ยังต้องนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลโดยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ทราบถึงความสูงจริงของพื้นผิววัสดุในแต่ละจุดจากนั้นนำมาสร้างเป็นภาพจำลองพื้นผิววัสดุแบบสามมิติ ซึ่งในขณะนี้งานวิจัยยังอยู่ในช่วงการออกแบบและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อสร้างเป็นภาพจำลองสามมิติที่สมบูรณ์

3. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบตรวจวัดความหยาบและระบบสร้างภาพจำลองพื้นผิวของวัสดุ โดยใช้เทคนิคการกระเจิงเชิงแสงและโครงข่ายประสาทเทียม โดยระบบที่นำเสนอนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงจากระบบ TIS เดิม และคาดว่าจะมีความแม่นยำในการตรวจสอบพื้นผิววัสดุมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มส่วนของการสร้างภาพจำลองสามมิติของพื้นผิววัสดุโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเข้าไปในระบบด้วย

อย่างไรก็ตามบทความนี้ยังอยู่ในขั้นพัฒนาและสร้างเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าระบบนี้จะมีความผิดพลาดจากระบบ AFM ไม่เกินร้อยละ 20 และหวังว่าระบบดังกล่าวสามารถสร้างเป็นอุปกรณ์ใช้งานได้จริงเพื่อทดแทนอุปกรณ์ราคาสูงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

[1] Beckmann P, Spizzichino, “A scattering of electromagnetic waves from rough surfaces”, Nirwood MA, 1987.

[2] Bennett HE, Porteus JO, “Relation between surface roughness and seculars reflectance at normal incidence”, Opt Soc Am A, 1961.

[3] Hongsong Li and Kenneth E. Torrance, “An experimental study of the correlation between surface roughness and light scattering for rough metallic surface”, Ithaca, NY, 2005

[4] Renliang Xu, Beckman Coulter, “Partical characterization: light scattering methods”, Miami, USA, 2002

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Interactive Web-Based Training Tool for a Single Switch Induction Cooking System

B. S. Sazak
Department of Electronics,
Pamukkale University,
Kinikli Kampusu,
20017-Denizli, TURKEY
sazak@pau.edu.tr

S. Yilmaz
Department of Electronics,
Pamukkale University,
Kinikli Kampusu,
20017-Denizli, TURKEY
sevkety@pau.edu.tr

S. Cetin
Department of Electrical Engineering,
Yildiz Technical University, Besiktas
34349-Istanbul, TURKEY
secetin@yildiz.edu.tr

ABSTRACT

In this paper, we present a web-based design method of a single switch resonant inverter (SSRI) for home cooking applications. Designing a SSRI for induction cooking application is a complex task. Design specifications for the inverter are the input voltage, work coil parameters, water mass and required time for boiling. All other parameters need to be determined. The proposed PHP based design tool will make it faster and easier for the engineer to obtain various design parameters. This design tool employs an intuitive and nonmathematical approach, allowing engineers to rapidly and efficiently learn the fundamentals, instead of wasting too much time on mathematical derivations and algebraic manipulations. A simple design procedure is given and a design example is presented for illustrative purposes. The proposed tool is freely available on the Web via the link at http://egitimproje.pau.edu.tr/bssazak

Keywords

Induction cooking,resonant,inverter,interactive,PHP

1. INTRODUCTION

All induction heating systems exploit the well-known electromagnetic induction prenomen:an AC current flowing through the heating coil generates a variable magnetic flux, thus causing eddy currents to occur in the load to be heated. Due to the Joule effect, the electrical energy caused by the induced current is converterted to heat. Induction heating is widely used in industry for melting, brazing and surface hardening applications. In recent years, with the availability of inexpensive transistor switches, it has become possible to apply for domestic cooking application as well.

Induction cookers are a low-power induction heating systems with a maximum output power usually less than 3kW. A large number of inverter topologies have been developed in this area. The main inverter topologies used in induction cookers are resonant inverters, including full-bridge, half-bridge and single switch inverters. Single switch Class E resonant inverter (SSRI) seems to be the most popular induction cooking power source [1]. It is a simple, cheap, reasonable efficient inverter circuit with a good power control range and it can cope with a wide range of loading conditions.

The current problem is no longer designing new topologies for a single inverter dedicated to one inductor, but to improve and optimize it [2] [3] [4]. However, most do not provide an easy-to-use model that is readily understood and applicable by design engineers. Also, many of the relationships between the various parameters demand further clarification, i.e., input voltage, maximum and minimum output powers, switching frequency, maximum rates of current and voltage that devices must withstand. Consequently, engineers are in strong need of more detailed and easy-to-use design tools. PSpice, MATLAB, Electronic Workbench, and other software packages have been used successfully for the development of such tools [5] [6]. Unfortunately, most of these tools are limited to use on selected computers equipped with licensed software. Recognizing this limitation, several investigators have developed various tools making use of the Internet.

Web-based learning is an innovative approach to learning in which computer-based training is transformed by the technologies and methodologies of the Web [7],[8]. Delivering courseware over the Web has several advantages over computer based training methods [9]. (”PHP Hypertext Preprocessor”) is a script language of the open-source used all over the world widely. It is a server-side scripted language which is ideal for the developing of dynamic web-based sites and applications. PHP procedures are located on the remote web server and are responsible for the computation process based on the received data and for the giving of the response to the request from the client. Among all the program languages, cooperates with MySQL best, and is also charge-free. With the release of PHP v5.0, its function becomes more powerful. Compared with other languages, PHP is also easier. Besides, PHP can perform well in Linux and Unix system.

This paper aims to provide a PHP based design method of a SSRI for home cooking applications. Design specifications for the inverter are the input voltage (Vs), work coil parameters (Q, RL, Lr), water mass (m) and required time for boiling (t). All other parameters need to be determined. The engineers should be able to use this tool from any computer connected to the Internet to verify

design values, ask “what if” questions regarding their designs, and provide information and computational results for SSRI.

In this paper, we present a web-based tool for the engineer who is dealing with the induction cooking applications. With such a model, all the electrical quantities of the circuit can be computed. This design tool employs an intuitive and nonmathematical approach, allowing engineers to rapidly and efficiently learn the fundamentals, instead of wasting too much time on mathematical derivations and algebraic manipulations. The proposed tool is also usefull for distance learning and the person with disability problem as well

2. SYSTEM DESIGN

Induction heating cookware consists of two parts; a heating structure, which is composed of a heated plate and a heating coil, and an inverter which supplies high-frequency power to the heating coil. Vessel type is a flat bottom, cylindrical shape and made of stainless steel. The vessel itself absorbs energy and spreads it to the water. In order to assist in the learning process, the existing course notes and lecture material were adapted for online availability. Additionally detailed analysis of the proposed inverter system is given in the paper [10].

3. IMPLEMENTATION

PHP based application has developed that designers can access from internet and test design parameters. PHP scripts used to calculate entered parameters. PHP GD library used to read characteristic curves and other drawings. Calculation procedure has presented step by step using visual materials and results presented as a table and on the circuit. Interactivity properties of application provide designers can change possible values of design parameters and calculate different design.

Figure 1 shows the power circuit and index page of the SSRI. It is called the basic topology and it includes the source Vs, the switch, the free wheeling diode, resonant capacitor and the work-coil. With the switch ON the coil stores energy from the source Vs. When the switch S is turned OFF, the coil and the capacitor resonate, exchanging their energy. The capacitor charges to a peak and eventually discharges to zero. The switch is turned ON again when the capacitor is fully discharged. Application has performed user friendly and interactive. Index page contains a form to enter design parameters and a circuit that shows entered parameter via form shows dynamically. User can see in the circuit entered values from form real time and see which value for which element on the drawing and user can change values before continue.

In designing a SSRI for home cooking application, given data would be the input voltage (Vs), work coil parameters (Q, RL, Lr), water mass (m) and required time for boiling (t). All other parameters need to be determined.

When user first accessed, index page will be displayed as shown in Figure 1.

JavaScript receives user inputs from the Web page, which are passed to PHP script to calculate and draw. Calculation results are then passed back to PHP page to show.

JavaScript receives user inputs from the Web page, which are passed to PHP script to calculate and draw. Calculation results are then passed back to PHP page to show.

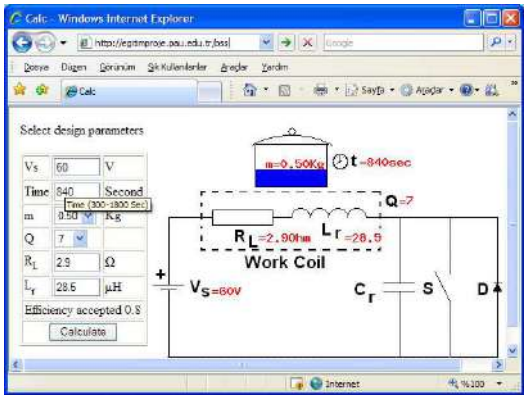
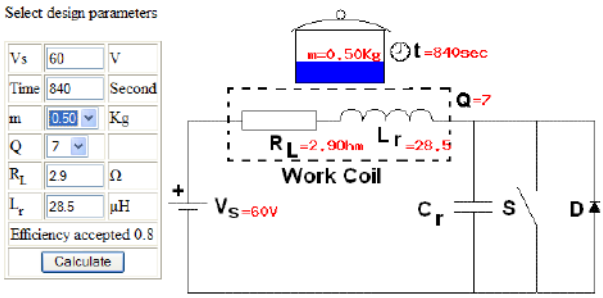
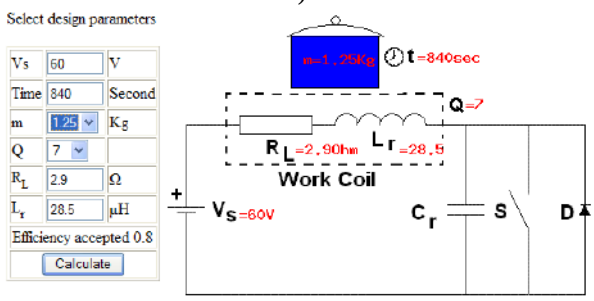


Figure 1. Index page of the SSRI design tool.

Form fields have a hint property to make the tool easy-to-use and reduce mistakes. Added “title” properties of each field show a clue about fields when mouse move on a field. The combo box, which contains graphical values (0.25, 0.50, 0.75. 1.00 and 1.25 Kg) has been used to choose water mass (m). Area of heated water mass indicator filled proportionally with value of m when user changed mass value.



a)

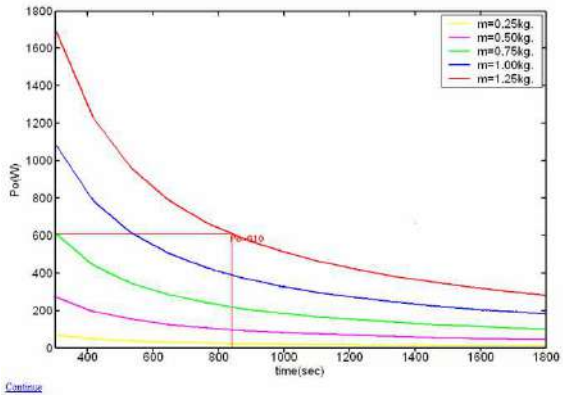


b)

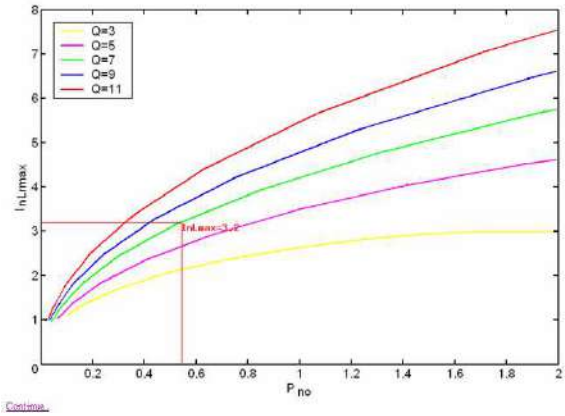
Figure 2. Entering different water mass values a) m=0.5 Kg, b)m=1.25 Kg.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

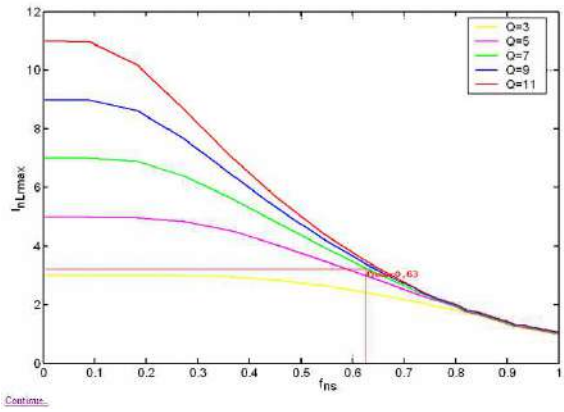
When clicking Calculate button, user goes to a set of characteristic curves as seen in Figure 3. Each graph has been obtained from previous study and validated by experiments. Figure 3 (a) shows required power for boiling according to the entered user design parameters. By clicking the link Continue, normalized power and normalized peak load current can be obtained from Figure 3 (b). Figure 3 (c) shows the user normalized switching frequency which is depend on normalized peak load current and Figure 3 (d) shows the normalized peak resonant capacitor voltage.



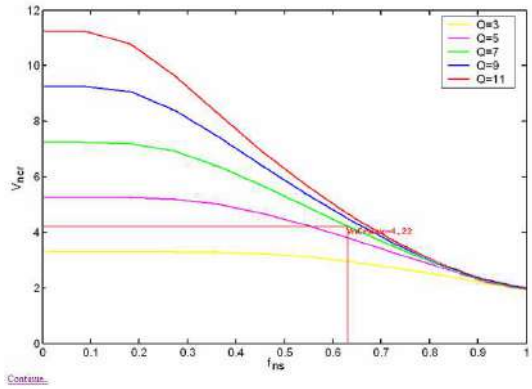
a)



b)



c)



d)

Figure 3. Design graph of SSRI design tool a) Time vs. Po, b) Pno vs. InLmax, c) fns vs. InLmax, d) fns vs. VnCmax

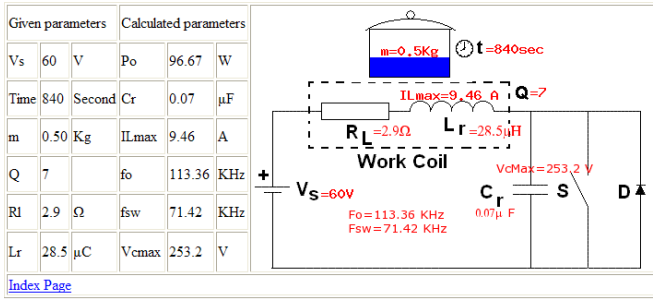


Figure 4. Result page of the SSRI design tool.

Result page in Figure 4 shows calculated values using entered values on the form. Using this interactive application, designers can design without lengthy and complex calculations from internet. Interactive application can use different combinations of design parameters again and again. The design results can be save as an image file and use with other application such as Word etc. and can print whole page. Using Index page link, the user can go to home page of application to design with new parameters.

PHP based application has developed that designers can use from distance (internet) and test design parameters. PHP scripts used to calculate entered parameters. PHP GD library used to read characteristic curves and other drawings. Calculation procedure has presented step by step using visual materials and results presented as a table and on the circuit. Interactivity properties of application provide designers can change possible values of design parameters and calculate different design.

4. CONCLUSIONS

The development and description of a Web-based design tool for SSRI is provided by means of PHP scripts. It was developed for engineers and students to use as a design tool for induction cooking systems. Although considerable work remains to be done, it is shown that Web-based education possesses many advantages for design engineer.

5. REFERENCES

[1] W. Po, W. Komatsu, "A simple and reliable class-e inverter for induction heating applications", Int.J.Electronics, 84, 1998, pp. 157-165.

[2] J. Byon, K. Choi, H. Poh and, S. Hahn, "Optimal design procedure for a practical induction heating cooker," IEEE Trans. on Mag., vol.36, pp.1390-1393, 2000.

[3] S. Llorente, F. Monterde, J. M. Burdío Pinilla and J. Acero, "A comparative study of resonant inverter topologies used in induction cookers", IEEE Applied Power Electronic Conference (APEC), Dallas, Texas (USA). Marzo ,2002, pp.1168-1174.

[4] K. Chatterjee, V. Ramanarayanan, "Optimum design of single switch resonant induction heater", Proc.IEEE Int. Symp. Industrial Electronics, 1992, pp.858-859.

[5] D.Maksimovic, A.M. Stankovic, V.J.Thottuvelil, and G.C. Verghese, "Modeling and Simulation of Power Electronic Converters", Proc.IEEE, Vol.89, No.6 June 2001.

[6] J. Zgraja, and J. Bereza, "Computer simulation of induction heating system with series inverter" The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, vol.22, pp.48-57, 2003.

[7] J. A. Méndez , C. Lorenzo, L. Acosta, S. Torres and E. González, "A web-based tool for control engineering teaching", Computer Applications in Engineering Education, Vol.14,No.3,pp.178-187,2006.

[8] W.Nuaimy , J. Zhang and A. Noble, "Web-based learning environment for a communications module", Computer Applications in Engineering Education, Vol.9,No.2,pp.114-121,2001.

[9] R.Nelson, and S. Islam, MES—A Web-Based Design Tool for Microwave Engineering, IEEE Transactıons On Educatıon, Vol. 49, No. 1, February 2006.

[10] B.S. Sazak, S. Cetin and S. Oncu, "A simplified procedure for the optimal design of induction cooking appliances", International Journal of Electronics, Vol.94, pp.197-208, 2007.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบเตือนอุทกภัยทางธรรมชาติ

นายณัฐพงศ์ พันธุนะ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ
ที่ตั้ง 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
nattapong100@gmail.com

นายอนนท์ เหล่างาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ
ที่ตั้ง 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
non_taparit@hotmail.com

นายภาคภูมิ สมานพงษ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ
ที่ตั้ง 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
pharkphum.s@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเตือนภัยพิบัติจากน้ำท่วมฉับพลัน ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากในปัจจุบันโลกรวมถึงประเทศไทยประสบปัญหาสภาวะโลกร้อนเกิดความแปรปรวนทางธรรมชาติ ฝนไม่ตกตามฤดูกาล น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลายเป็นจำนวนมาก เกิดเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลากขึ้นบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งภัยธรรมชาติทั้งหมดนี้เกิดขึ้นโดยฝีมือมนุษย์ทั้งสิ้น ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน โดยงานวิจัยนี้จะเป็นโครงงานที่ออกแบบมาเพื่อสร้างระบบเตือนภัยและป้องกันความสูญเสียจากเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน โดยอาศัยหลักการวัดระดับของปริมาณน้ำและความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้น และประมวลผลด้วยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ส่งผ่านข้อมูลไร้สายแบบอัตโนมัติ ซึ่งกรณีศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้อุปกรณ์ XBEE PRO เป็นโมดูล รับส่งสัญญาณไร้สาย ย่านความถี่ 2.4 GHz ใช้กระแสขณะส่งข้อมูลต่ำเพียง 215 mA และรับข้อมูลที่ 55 mA ในโหมดลดพลังงาน ไฟเลี้ยงที่ +3.3 Volt จากเซลล์แสงอาทิตย์ มีลักษณะการรับส่งข้อมูลแบบเมช (Mesh Topology) จากการทดลองพบว่าระบบเตือนภัยที่นำเสนอนี้สามารถเตือนภัยจากระยะไกลผ่านเครือข่ายไร้สายที่สร้างขึ้นได้ในเวลาจริง (Real Time)

Abstract

This paper aimed is the intermediately alert flood system development. During its phenomenon that Thailand has been attacking by the global warming, natural disturbed and out of rain in season. Likewise, those phenomenon will always increase damages and frequency that human doing bring those causes. This research is purposed the intermediately alert flood system and protect the unexpectedly losses by detecting the water level and velocity level sensing with processes via computer wireless network (Mesh Topology). In this case, the Xbee pro is a module for receiving and transmitting in 2.4 GHz frequency. The usage energy as a transmitting and receiving at 3.3 voltages from solar cells are 215mA and 55 mA, respectively. As a result of experiment, the intermediately alert systematization can transfer far across the distance via wireless network with real time scanning.

คำสำคัญ

อุทกภัย, ภัยธรรมชาติ, น้ำท่วมฉับพลัน, ระดับน้ำ, ความเร็วของน้ำ, การส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สาย, ส่งข้อมูลแบบเมช

1. บทนำ

จากเหตุการณ์น้ำท่วมและมีระดับน้ำสูงล้นตลิ่งได้เกิดขึ้นหลายครั้งในแม่น้ำเจ้าพระยา ทำความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างมาก ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความเสียหายรุนแรงคือ การไม่มีการเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้าให้นานพอที่จะดำเนินการป้องกันได้ทันและขาดข้อมูลในการบ่งชี้ระดับน้ำและความเร็วน้ำที่จะเข้าท่วมในพื้นที่ เนื่องจากไม่สามารถพยากรณ์ระดับและความเร็วในแม่น้ำเจ้าพระยาที่จะเกิดล่วงหน้าอย่างแม่นยำ รวมทั้งไม่มีความเข้าใจในการรับสถานการณ์น้ำท่วมดีพอ ดังนั้นการมีระบบเตือนภัยอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นในขณะที่มาตรการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้สิ่งก่อสร้างต้องใช้ระยะเวลาดำเนินการที่นานหลายปีอาจไม่ทันสำหรับภาวะน้ำท่วมที่จะเกิดในอนาคตอันใกล้ ระบบเตือนภัยน้ำท่วมพื้นที่แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นงานวิจัยหนึ่งในการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมซึ่งประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปกติ ระดับเตรียมพร้อมระดับวิกฤติ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การที่ทราบถึงระดับของปริมาณน้ำและความเร็วของปริมาณน้ำจะทำให้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อระบบเตือนภัยน้ำท่วมและการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับสภาวะน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้น ปัจจุบันการสื่อสารมีหลายระบบด้วยกันและอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาทดลองใช้กับงานวิจัยนี้ก็คือ ระบบ Wireless Network โดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรม ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ระหว่างตัวเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ส่งข้อมูลซึ่งกันและกัน โดยแต่เดิมนั้นการส่งสัญญาณข้อมูลของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์จะส่งได้ประมาณ 1.5 กิโลเมตรในกรณีที่เป็นที่โล่งหรือ (line of stage) หรือถ้ามีสิ่งก่อสร้างกีดขวางอยู่ก็จะส่งได้ไม่เกิน 500 เมตร กลับไปยังคอมพิวเตอร์แสดงผล จึงทำให้การส่งสัญญาณข้อมูลทั้งประสิทธิภาพและระยะทางลดลง ถ้าจำเป็นต้องเพิ่มระยะทางของการส่งสัญญาณข้อมูลให้ได้มากขึ้นจำเป็นต้องติดตั้งคอมพิวเตอร์เพิ่มด้วยเช่นกัน ทำให้ต้องเพิ่มต้นทุนในการติดตั้งอุปกรณ์เพราะสาเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาการส่งสัญญาณข้อมูลของอุปกรณ์เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำท่า

วิธีนี้ใช้หลักของสมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) กล่าวคือ ปริมาณการไหลของน้ำเท่ากับผลคูณของความเร็วเฉลี่ยของน้ำกับพื้นที่หน้าตัดที่น้ำไหลผ่าน ดังสมการ

$$Q = A \times V \qquad \text{..... (1)}$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วเฉลี่ย (ตารางเมตร)

V คือ ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (เมตรต่อวินาที)

3.2 พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (A)

ในการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ทำการแบ่งหน้าตัดของลำน้ำเป็นส่วนย่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากท้องน้ำมีความลาดเอียงมีความลึกในแต่ละช่วงไม่สม่ำเสมอคำนวณพื้นที่หน้าตัดจากผลรวมของหน้าตัดย่อย ดังสมการ

พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ

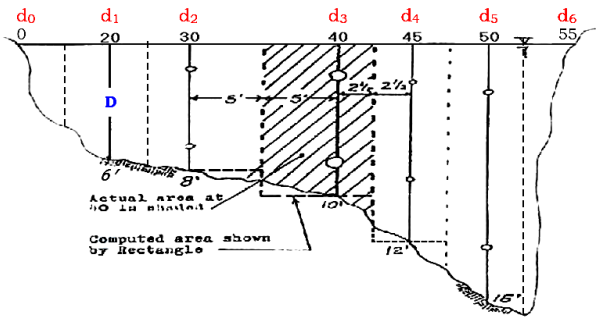
$$(A) = \sum_{n=1}^{n} W_n \times D_n \qquad \text{.....(2)}$$

โดยที่ ความกว้าง (W_n) คือ ระยะที่ได้จากผลรวมของระยะห่างจากจุดวัดความลึก (d_n) ไปทางด้านซ้ายและขวา โดยแต่ละด้านจะต้องมีระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างจุดวัดความลึกนั้นกับจุดวัดความลึกข้างเคียง (จุด d_{n-1} และ d_{n+1})

ความลึก (D_n) คือ ระยะทางที่ได้จากการวัด ความลึก (D) ณ จุดวัดความลึก (d_n)

3.3 ความลึกของลำน้ำ (D)

มีขั้นตอนการวัดดังนี้



รูปที่ 1 ภาพตัดขวางลำน้ำและการคำนวณพื้นที่หน้าตัด

3.3.1 เลือกลำน้ำที่มีลักษณะเป็นแนวตรง ไม่คดโค้ง วัดความกว้างลำน้ำโดยใช้เชือกขึงจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่งในแนวตั้งฉากกับกระแสน้ำ และใช้ตลับเมตรวัดความกว้างผิวบนของลำน้ำ (Top width)

3.3.2 แบ่งความกว้างลำน้ำ ออกเป็น 10 ส่วน หรือส่วนละ 10% ของความกว้างลำน้ำทั้งหมด โดยทำเครื่องหมายไว้บนเชือก ตั้งแต่ $d_1, d_2, ..., d_9$

3.3.3 วัดความลึกตามจุดที่ได้ทำเครื่องหมายเอาไว้บนเชือกวัดความกว้างลำน้ำ $d_1, d_2, ..., d_9$

3.3.4 นำระยะทางและความลึกของจุดต่าง ๆ ที่วัดได้ มาสร้างภาพพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

3.4 การใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (Current meter)

ตารางที่ 1 ระดับความลึกในการวัดความเร็วกระแสน้ำและการคำนวณความเร็วเฉลี่ยในหน้าตัดย่อย

วิธีการวัด	ความลึกลูกตั้ง (ฟุต)	จุดความลึกที่ทำการวัด (ฟุต)	ความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)
1.วัดจุดเดียว	1 ถึง 2 ฟุต	0.6D	$V=V_{0.6}$
2.วัดสองจุด	2 ถึง 10 ฟุต	0.2D และ 0.8D	$V=1/2\ (V_{0.2}+V_{0.8})$
3.วัดสามจุด	10 ถึง 20 ฟุต	0.2D,0.6D,0.8D	$V=1/4\ (V_{0.2}+2V_{0.6}+V_{0.8})$
4. วัดห้าจุด	มากกว่า 20ฟุต	S, 0.2D, 0.6D, 0.8D และ B	$V=1/10(V_S+3V_{0.2}+2V_{0.6}+3V_{0.8}+V_B)$

โดยที่ V_S คือ ความเร็ววัดที่ความลึก 1 ฟุตจากผิวน้ำ หรือ 1 ฟุตจากท้องคลื่นของน้ำ

V_B คือ ความเร็ววัดที่ความลึก 1 ฟุตเหนือท้องน้ำหรือก้นลำน้ำ

S คือ ความลึก 1 ฟุต จากผิวน้ำ หรือท้องคลื่นน้ำ

B คือ ความลึกของน้ำที่ได้จากการวัดที่ระดับสูงจากท้องน้ำ 1 ฟุต

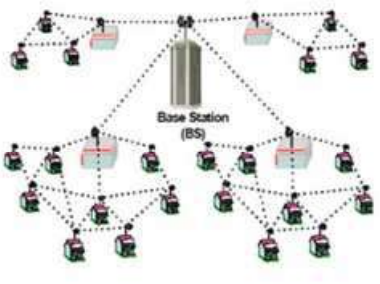
D คือ ความลึกของหน้าตัดย่อย

แล้วจึงนำความเร็วเฉลี่ยในแต่ละหน้าตัดย่อยไปคูณกับพื้นที่หน้าตัดย่อยจะได้ปริมาณการไหลผ่านแต่ละหน้าตัดย่อยตามสมการไหลต่อเนื่อง เมื่อนำปริมาณการไหลแต่ละหน้าตัดย่อยมารวมกันทั้งหมด จะได้ปริมาณการไหลทั้งหมดที่ผ่านหน้าตัดลำน้ำตามต้องการ

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

การพัฒนาระบบเตือนภัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานระหว่าง ระบบเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลแบบเมช (Mesh Topology) คือ ระบบรับส่งข้อมูลที่ถือว่าป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับระบบได้ดีที่สุดซึ่ง เมื่อสถานี (Station) ใดเกิดมีปัญหาขึ้นก็จะยังสามารถใช้สายอื่นที่เหลืออยู่ได้ ซึ่งการพัฒนาของระบบแมช (Mesh) นั้นเสมือนการจำลองรังผึ้งที่สามารถต่อขยายออกไปไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อใดก็ตามที่สถานีไหนหลุดหรือไม่สามารถใช้การได้ การสับหลีกเพื่อค้นหนทางการเดินของคลื่นสัญญาณได้ดีที่สุดอย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบระบบรับส่งข้อมูลแบบแมช (Mesh)

อุปกรณ์สำคัญในการเชื่อมต่อระบบ เพื่อรองรับการรับ - ส่งข้อมูล และมีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูง ถ้าปริมาณน้ำเริ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และไหลอย่างรวดเร็ว เครือข่ายก็จะส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบ เซนเซอร์ที่ประจำอยู่แต่ละจุด ซึ่งใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานร่วมกับแผงโซล่าเซลล์

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 การวัดปริมาณน้ำ

การออกแบบระบบเตือนภัยนี้มีตัวแปลที่ต้องการตรวจวัดอยู่ 2 ค่า คือ ความเร็วน้ำจะใช้เคอร์เรนมิเตอร์ (Current meter) เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวัดกระแสน้ำ และจะใช้อัลต้าโซนิก (Ultrasonic Sensors) เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับน้ำ

4.2.1.1 เคอร์เรนมิเตอร์ (Current meter) เป็นชนิดแบบ Price's หรือกระบวย (Cup) รับน้ำมีแกนกระบวยในแนวตั้ง ให้ความถูกต้องสูง เนื่องจากกระบวยสามารถรับแนวทิศทางการไหลของน้ำได้ดี แต่ต้องอาศัยการบำรุงรักษาที่ดีและทำการทดสอบบ่อยๆ เพราะแกนกระบวยสึกได้เร็ว เครื่องวัดกระแสน้ำแบบกระบวยนี้ ใช้วัดความเร็วกระแสน้ำได้ถึง 3.0 เมตร/วินาที สามารถเลือกรับสัญญาณการหมุนของใบพัดได้ 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ คือเมื่อกระแสน้ำไหลก็จะทำให้กระบวยหมุนไปจนครบรอบคอนแทคก็จะต่อกันอีกครั้งถ้าต่อสายไฟไว้ที่ขั้ว 1:1 เมื่อคอนแทคต่อกันทำให้เครื่องบอก

สัญญาณครบวงจร เครื่องบอกสัญญาณออกมา ถ้าต่อไว้ที่ขั้ว 1:5 เมื่อน้ำไหลก็จะทำให้กระบวยหมุนไปจนครบ 5 รอบ Contact จึงต่อกัน 1 ครั้ง ทำให้เครื่องบอกสัญญาณครบวงจร เครื่องบอกสัญญาณจะบอกสัญญาณออกมา 1 ครั้ง หรือถ้าเครื่องบอกสัญญาณ เป็นชนิดตัวเลขก็จะขึ้นเลข 1

4.2.1.2 อัลต้าโซนิกเซนเซอร์ (Ultrasonic sensor) สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตร้าโซนิคมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นทีมีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา)ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้นเช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตร้าโซนิค อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง

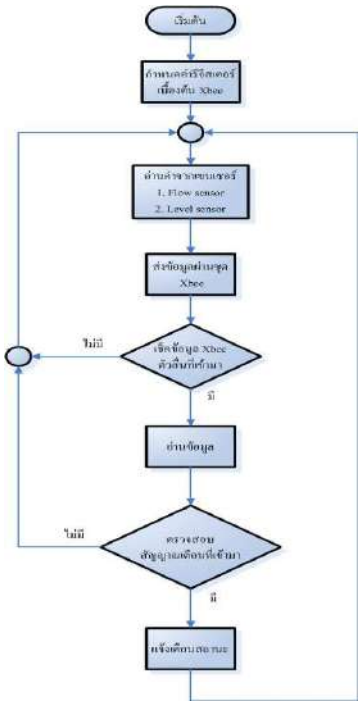
4.2.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

4.2.2.1 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Basic 2008 นั้น จะมีข้อดีมากมาย เนื่องจากว่าระบบปฏิบัติการได้มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบ 32 บิต ไปเป็นระบบ 64 บิต ดังนั้น เพื่อให้โปรแกรมดังกล่าวสามารถใช้ได้ร่วมกับระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต ในอนาคต จึงได้ทำการเขียน และพัฒนาโปรแกรมขั้นเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ไว้เรียบร้อยแล้ว

4.2.2.2 ทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น Algorithm ที่ถูกพัฒนาต่อยอดมาจาก Visual Basic 6 ที่ใช้ฟังก์ชั่นการเชื่อมต่อโดยจำลอง Communication Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อมาทำงานบน Visual Basic 2008 จะต้องถูกทดสอบคำสั่งของตัวโปรแกรมใหม่ทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจว่า จะไม่มีปัญหาและเกิด Bug ในตัวโปรแกรม เมื่อรันใช้งานจริง

4.2.3 การประมวลผลและการส่งผ่านข้อมูล

การประมวลผลเกิดจากการที่ได้รับค่าตัวแปลจากเซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์คือ ค่าระดับน้ำและความเร็วน้ำ โดยค่าที่วัดได้จะผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เพื่อทำการคำนวณค่าตัวแปลทั้งสองที่เข้ามา เช่น ค่าระดับน้ำที่เข้ามาอยู่ในระดับ(น้ำปกติคือ 0 – 29 %) x ความจุ (ระดับเตรียมพร้อมคือ 30-69 %) x ความจุ (น้ำวิกฤติ 70-100 %) x ความจุ แล้วทำการส่งค่าที่คำนวณออกไปผ่านระบบไร้สาย การส่งผ่านข้อมูลเกิดจากการประยุกต์ใช้งานของอุปกรณ์ส่งสัญญาณระบบไร้สายโดยใช้ XBEE PRO เป็นโมดูล รับส่งสัญญาณไร้สาย ย่านความถี่ 2.4 GHz ค่าที่ส่งนี้ได้รับการประมวลผลแล้วจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 การใช้ XBEE PRO เป็นโมดูลเพื่อเพิ่มระยะทางของระบบการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย



รูปที่ 3 แสดงโฟว์ชาร์ตของระบบรับส่งข้อมูล

4.2.4 การแสดงผลของระบบ

การแสดงผลของระบบเตือนภัยเกิดจากการได้รับข้อมูลผ่านระบบไร้สายจากตัวส่ง (Tx) ของ XBEE PRO มาเข้าตัวรับ (Rx) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา Visual Basic เขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รับส่งข้อมูล ผลที่แสดงออกบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะมีทั้งค่า

ของระดับน้ำและความเร็วน้ำเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำ เมื่อน้ำถึงระดับที่ทำการตั้งค่าไว้ก็จะมีไฟแสดงบนหน้าจอของจอคอมพิวเตอร์และมีเสียงเตือนเพื่อบอกถึงสถานะของสถานการณ์ปัจจุบัน

รูปที่ 4 แสดงส่วนของรูปแบบการแสดงผลของระบบ

ตารางที่ 2 แสดงสถานะการแจ้งเตือนของระบบ

สัญญาณเตือนภัย	ขั้นตอนปฏิบัติ
ระดับที่ 1 สัญญาณไฟสีเขียว (N)	ให้ราษฎรเฝ้าระวัง
ระดับที่ 2 สัญญาณเสียงและแสงสีเหลือง (W)	ให้ราษฎรเตรียมพร้อม
ระดับที่ 3 สัญญาณเสียงและแสงสีแดง (F)	ให้ราษฎรอพยพ

(N) = neural

(W) = warning ดังติดต่อกันทุก 10 วินาที

(F) = flood ดังติดต่อกันทุก 3 วินาที

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

4.3.1 ผลที่เกิดจากคลื่นรบกวน และการสอดแทรกในการประยุกต์ใช้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ คือการตรวจจับวัตถุได้แต่ระยะที่ใกล้กับเซนเซอร์ซึ่งอาจส่งผลให้ผลการตรวจวัดมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นได้

4.3.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย มีระยะการส่งสัญญาณสูงสุดถึง 1,600 เมตร ในที่โล่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ณ ที่นั้นโดยสัญญาณวิทยุสามารถเกิดการรบกวนจาก คลื่นวิทยุแบบอื่นๆ ที่มีอยู่มากมายในชั้นบรรยากาศ แต่โดยทั่วไปแล้วการใช้งานสำนักงานที่มีสิ่งกีดขวางมากมายไม่ว่าจะเป็นผนัง ไม้ เหล็ก ซีเมนต์ หรือเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เหล่านี้ มีผลต่อการส่ง สัญญาณเครือข่ายทั้งสิ้น ระยะการส่งสัญญาณก็อาจจะสั้นลงได้

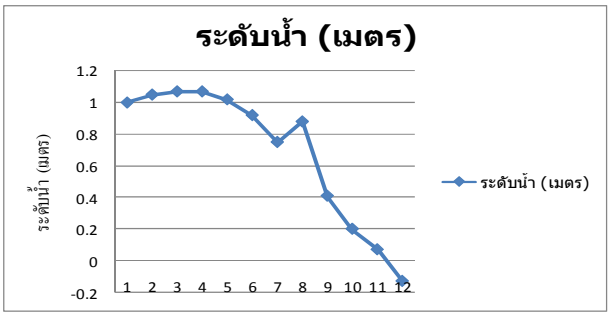
รูปที่ 5 แสดงส่วนโครงสร้างโดยรวมของระบบ

5. การทดสอบการใช้งาน

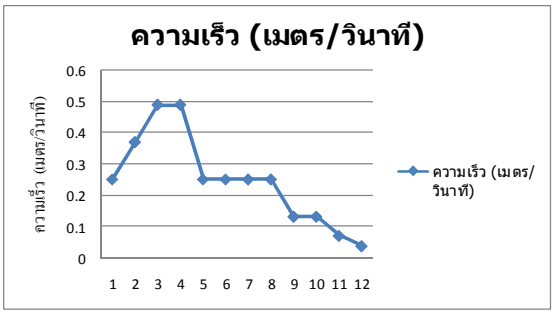
5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ตารางที่ 4 ค่าที่บันทึกเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2551

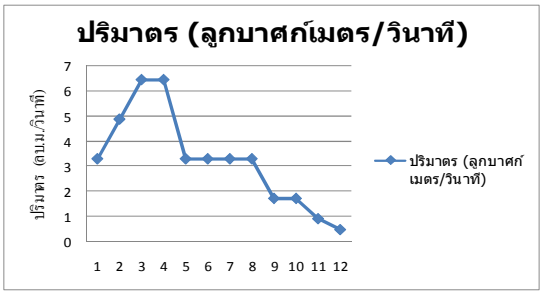
เวลาทดลอง	ระดับน้ำ (เมตร)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
7.00	1.00	0.250	3.307
8.00	1.05	0.369	4.881
9.00	1.07	0.488	6.456
10.00	1.07	0.488	6.456
11.00	1.02	0.250	3.307
12.00	0.92	0.250	3.307
13.00	0.75	0.250	3.307
14.00	0.88	0.250	3.307
15.00	0.41	0.131	1.733
16.00	0.20	0.131	1.733
17.00	0.07	0.070	0.926
18.00	-0.13	0.037	0.489
ค่าเฉลี่ย	0.69	0.247	3.267



รูปที่ 6.1 แสดงผลการตรวจวัด ระดับน้ำ วันที่ 1



รูปที่ 6.2 แสดงผลการตรวจวัดความเร็วน้ำ วันที่ 1



รูปที่ 6.3 แสดงปริมาตรของน้ำ วันที่ 1

จากตารางที่ 4 การบันทึกข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยจะปรากฏค่าของระดับน้ำ ความเร็วของน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด โดยข้อมูลที่ได้จะประมวลผลบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 แล้วส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สายด้วยโมดูล Xbee pro ด้วยระยะทางที่แตกต่างกันตั้งแต่ 50 เมตร 100 เมตร ไปถึง 800 เมตร ขั้นตอนการวัด จะทำการตรวจวัดทุกๆ 1 ชั่วโมงซึ่งเรา สามารถตั้งเวลาการส่ง ข้อมูลนี้ได้ในกรณีที่ต้องการทราบการเปลี่ยนแปลง ที่เวลาถี่ขึ้น แล้วข้อมูลที่ได้จะถูกส่งกลับมาเก็บยังเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวรับ ณ ห้องควบคุม ลำเลียงข้อมูลส่งผ่านตัวส่งแบบไร้สายตามระยะทางที่ได้กำหนดไว้

6. บทสรุป

จากการทดสอบอุปกรณ์วัดระดับ และความเร็วของน้ำ พบว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เมื่ออินเตอร์เฟสโดย Visual Basic แล้วจะตอบสนองต่อสัญญาณที่ได้จากทั้ง Current meter และ Ultrasonic ได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของระดับและความเร็วของกระแสน้ำได้ ณ เวลาจริง ด้านการส่งผ่านระยะไกลด้วยโมดูล Xbee Pro พบว่าสามารถส่งผ่านข้อมูลแบบเมช (Mesh) ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วสามารถส่งข้อมูลในที่โล่งแจ้งได้ประมาณ 1 กิโลเมตร หากระดับและความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วอุปกรณ์และโปรแกรมดังกล่าวจะแสดงการเตือนภัยทั้งทางด้านกราฟฟิกและสัญญาณเสียงผ่านลำโพงกระจายเสียง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณสมชาย ผิวรุ่งสุวรรณ หัวหน้ากองส่วนสื่อสาร7ศูนย์สารสนเทศ กรมชลประทาน คุณประสงค์ จารุเกศนันท์ ที่เอื้อเฟื้อเสียสละเวลาอันมีค่าให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์ข้อมูลและให้คำแนะนำแนวคิดต่างๆไม่ว่าจะเป็นทางด้านเครื่องมือตรวจวัดอุทกวิทยาแบบต่างๆ รวมถึงหลักการออกแบบเครื่องมือเตือนภัยในครั้งนี้ อันเป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างยิ่ง ขอระลึกถึงพระคุณบุพการี ที่ให้ทั้งชีวิตและการศึกษาเป็นผู้ประสิทธิประสาทวิชา รวมถึงญาติมิตรและผู้มีอุปการคุณที่ให้การเกื้อหนุนและอุปการะมาโดยตลอด

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สุเทพ จันทร์เขียว .แบบจำลองและระบบเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน ดินถล่ม สำหรับชุมชนและการให้บริการเพื่อสาธารณะ.กรุงเทพมหานคร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2546

[2] วิศรุต ศรีรัตนะ. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม .กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2550

[3] ผดุงศักดิ์ เกษตรเจริญ .การวัดอัตราการตกของฝนเฉพาะที่โดยใช้คลื่นวิทยุ .กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542

[4] น.ท.ฉัตรชัย สุมามาลย์. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และ ระบบเครือข่าย.กรุงเทพฯ : หจก.ไทยเจริญการพิมพ์ , 2521

[5] J.E flood. Telecommunication. Switching Traffic and Networks. Prentice hall, 1994

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภา

The Development of Safety Inspection System of Rajjaprabha DAM

อุดม ลิ่วลมไพศาล, กิตติพงศ์ เอกไชย, คัมภีร์ สุขสมบูรณ์, เจษฎา ขัดทองงาม, วัลยา เหลืองนฤทัย, อุ่นพงศ์ สุภัคชูกุล,
ประกอบ โกเมศวรากุล, ทรงกรด ธิราชัย, สันติพงศ์ ครุกานันต์, ประวิทย์ แสงสัจจา, อานัน จอมทะรักษ์ และ กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์
หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาการควบคุมและระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ica@nectec.or.th

บทคัดย่อ

เขื่อนรัชชประภาเป็นเขื่อนขนาดใหญ่การตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนเพื่อบำรุงรักษาโครงสร้างของเขื่อนต้องใช้เวลามาก และบางครั้งไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน จึงมีโครงการพัฒนาและติดตั้งระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนแบบอัตโนมัติขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาในจุดนี้ การทำงานครอบคลุมถึงการออกแบบและการติดตั้งชุดตรวจวัดระดับน้ำในหลุมวัดน้ำและชุดตรวจสอบสภาพอากาศ การพัฒนาระบบในครั้งนี้เน้นที่ความคุ้มค่าของการลงทุน ความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการประหยัดพลังงาน โดยหลังจากเริ่มใช้งานระบบพบว่าระบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี

Abstract

The safety inspection of huge dam is very importance but also uses a lot of human works and not practice in some worst situation. This paper describes the SCADA system that we designed and installed in the Rajjaprabha DAM, Surat Thani. Including 37 water level transducers, 12 RTU and one methodology station. This project is emphasize in the worth of investment, reliability and energy saving. This project is working in satisfy.

คำสำคัญ

SCADA, ระบบตรวจวัดอัตโนมัติ, ความปลอดภัยเขื่อน, ไมโครคอนโทรลเลอร์

1. บทนำ

เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎ์ธานี เป็นเขื่อนขนาดใหญ่ประกอบไปด้วยเขื่อนขนาดย่อยทั้งหมด 7 เขื่อน เรียงตามลำดับดังนี้ Saddle Dam, Main Dam, Dike1/Spill way, Dike2, Dike3, Dike4 และ Dike5 มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 7 กิโลเมตร เขื่อนรัชชประภาอยู่ภายใต้การดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การดูแลรักษาโครงสร้างของเขื่อนเป็นงานสำคัญอย่างหนึ่ง โดยทั่วไปการตรวจวัดพฤติกรรมเพื่อประเมินโครงสร้างของเขื่อนมีหลายแบบ การวัดระดับน้ำในหลุมวัดน้ำรอบตัวเขื่อนเป็นวิธีการวัดพฤติกรรมเขื่อนแบบหนึ่ง โดยระดับน้ำจะบ่งบอกถึงระดับความดันของน้ำในตัวเขื่อน ณ ระดับที่ปลายท่อฝังอยู่ ซึ่งการวัดระดับน้ำโดยคนนั้นใช้เวลามาก และข้อมูลที่ได้ของแต่ละหลุมต่างเวลากัน นอกจากนี้การวัดระดับน้ำในสภาพอากาศที่เลวร้ายอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน เขื่อนรัชชประภาจึงมีแนวคิดในการดำเนินงานติดตั้งระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนแบบอัตโนมัติขึ้นในปี 2551 โดยในเฟสที่ 1 ครอบคลุมการวัดระดับน้ำในหลุมวัดน้ำ 37 หลุม เป็นระยะทาง 4 กิโลเมตร และสถานีอุตุ-อุทกวิทยา 1 จุด

การออกแบบระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภามีความพิเศษแตกต่างจากระบบโดยทั่วไป เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของเขื่อนรัชชประภาเป็นเขื่อนที่มีลักษณะยาว และมีหลุมวัดระดับน้ำกระจายโดยทั่ว อีกทั้งบางจุดไม่มีไฟฟ้า การออกแบบจึงต้องเน้นที่ความคุ้มค่า นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับ ในโครงการนี้เลือกใช้ระบบสายใยแก้วนำแสงในการติดต่อสื่อสารเพื่อเชื่อมต่อหน่วยวัดคุมระยะไกลหรือที่เรียกว่า RTU (Remote Terminal Unit) จำนวน 11 ตัว สำหรับการวัดระดับน้ำในหลุมวัดน้ำ สำหรับในส่วนของสถานีอุตุ-อุทก ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงและอยู่ห่างจากจุดอื่น จึงเลือกใช้การสื่อสารแบบ GPRS ผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับ RTU นั้นใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหลัก

การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสามส่วนได้แก่ ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย หน่วยวัดคุมระยะไกล และการสื่อสาร ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2546 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ มีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติ โดยติดตั้ง RTU ไว้บริเวณแหล่งน้ำทั่วประเทศ เพื่อส่งสัญญาณเตือนหากเกิดความผิดปกติของคุณภาพน้ำ ส่งข้อมูลแบบ GPRS ผ่านทางเครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และแสดงผลผ่านทางหน้าจอเว็บไซต์

ในปี 2548 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ร่วมกับการไฟฟ้านครหลวงมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมระบบจำหน่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ หรือเรียกว่าระบบ DAS โดยทำการพัฒนาระบบ DAS ขึ้นเพื่อใช้ทดแทนระบบที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในระบบ DAS ผู้ใช้สามารถควบคุมปลดสับสวิตซ์ ตรวจสอบค่าแรงดัน กระแส และค่าพลังงานไฟฟ้าได้ และหากเกิดความผิดพลาดของกระแสไฟฟ้า (Fault) เกิดขึ้น ระบบจะทำการแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ดูแลที่เขตทราบ การติดต่อสื่อสารของระบบ DAS ที่พัฒนาขึ้น ใช้ผ่านทางสายใยแก้วนำแสง มี RTU และระบบแม่ข่ายขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำ เนื่องจากต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของกระแสไฟฟ้าตลอดเวลา

การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภาเป็นการต่อยอดจากงานเดิมที่ได้พัฒนามาก่อนหน้านี้ โดยเน้นการพัฒนาระบบที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเนื่องจากพลังงานที่ใช้มาจากแสงอาทิตย์การพัฒนาระบบที่ประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งสำคัญในระบบนี้

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 การออกแบบระบบ

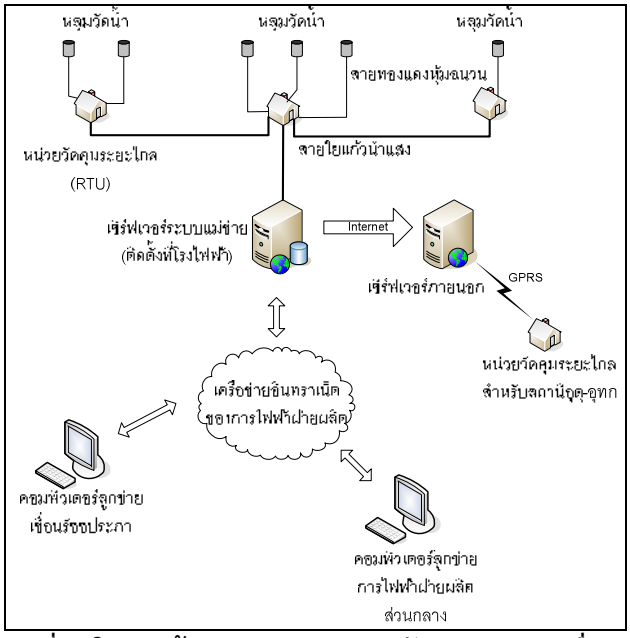
ภาพรวมของระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภาที่แสดงในรูปที่ 1ประกอบไปด้วย RTU สำหรับสถานีวัดแรงดันน้ำ และสถานีอุตุ-อุทกวิทยา ระบบแม่ข่าย และคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วนที่สำคัญเป็นดังนี้

1. RTU สำหรับสถานีวัดแรงดันน้ำ ทำหน้าที่รับคำสั่งจากระบบแม่ข่ายเพื่อทำการวัดระดับน้ำในหลุมวัดน้ำทั้งหมด RTU สำหรับสถานีวัดแรงดันน้ำสื่อสารกับระบบแม่ข่ายผ่านทางสายใยแก้วนำแสง สามารถเก็บข้อมูลในตนเองเมื่อเกิดการสื่อสารขัดข้อง เพื่อให้ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาไม่สูญหาย ผู้ดูแลระบบสามารถดึงข้อมูลกลับมาใส่ในระบบได้ในภายหลัง

2. RTU สำหรับสถานีอุตุ-อุทกวิทยา ทำหน้าที่ตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำท้ายเขื่อน และข้อมูลสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ อัตราการระเหย ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

3. เซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่าย ทำหน้าที่เก็บข้อมูลระดับน้ำ เก็บข้อมูลสภาพอากาศ ทำหน้าที่เรียกดูข้อมูลตามช่วงเวลา และทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับแสดงหน้าจอติดต่อผู้ใช้งานบนเว็บบราวเซอร์

4. คอมพิวเตอร์ลูกข่าย ทำหน้าที่แสดงข้อมูลสำหรับผู้ใช้งาน และตั้งค่าการทำงานต่างๆของระบบ



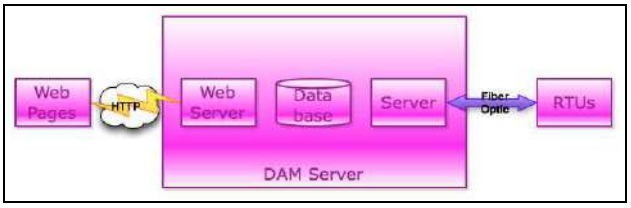
รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภา

ระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภาถูกออกแบบให้ทำงานเก็บข้อมูลระดับน้ำอัตโนมัติทุก 4 ชั่วโมงใน

ส่วนของการวัดข้อมูลระดับน้ำในหลุมวัดน้ำ และเก็บข้อมูลอัตโนมัติทุก 1 ชั่วโมงสำหรับสถานีอุตุ-อุทกวิทยา การทำงานของระบบเริ่มจากเซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่ายจะเรียกขอข้อมูลจาก RTU โดยติดต่อสื่อสารผ่านทางสายใยแก้วนำแสงซึ่งถูกติดตั้งเอาไว้ตลอดแนวสันเขื่อน หลังจากนั้น RTUจะทำการวัดระดับน้ำในแต่ละหลุม แล้วส่งข้อมูลกลับมาเก็บในฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่าย เมื่อผู้ใช้ต้องการเรียกดูค่าต่างๆ สามารถทำงานผ่านทางหน้าจอเว็บบราวเซอร์บนคอมพิวเตอร์ลูกข่าย สำหรับการทำงานในกรณีที่เป็นสถานีอุตุ-อุทกวิทยาเนื่องจากสถานีอุตุอุทกวิทยา อยู่ไกลจากจุดอื่น การสื่อสารผ่านทางระบบใยแก้วนำแสงจึงไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน การสื่อสารของสถานีอุตุ-อุทกวิทยาจึงผ่านทาง GPRS ภายใน RTUจะตั้งเวลาให้ส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ โดยข้อมูลจะถูกนำไปพักที่เซิร์ฟเวอร์ภายนอกที่มี IP Address จริงก่อน หลังจากนั้นเซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่ายซึ่งอยู่ในอินทราเน็ต จะไปนำค่ามาเก็บในฐานข้อมูลต่อไป การสื่อสารผ่านทาง GPRS นี้เป็นการสื่อสารทางเดียว ผู้ใช้ไม่สามารถเรียกดูข้อมูล หรือควบคุมการอ่านข้อมูลใน RTU ได้ ซึ่งแตกต่างกับระบบการสื่อสารแบบใยแก้วนำแสงที่ผู้ใช้สามารถเรียกขอข้อมูลจาก RTU ได้ทุกครั้งที่ต้องการ

3.2 การพัฒนาระบบแม่ข่าย

ภายในระบบแม่ข่ายประกอบไปด้วยเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่าย และเครื่องลูกข่าย เนื่องจากเครื่องลูกข่ายมีจำนวนมาก ผู้ใช้จำเป็นต้องเข้าถึงระบบทั้งจากที่เขื่อนรัชชประภา และที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต บางกรวย จึงออกแบบให้เครื่องลูกข่ายแสดงผลผ่านทางหน้าจอบนเว็บบราวเซอร์ ผ่านทางระบบอินทราเน็ตของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และมีช่องทางให้ระบบอื่นสามารถเข้ามาดึงข้อมูลไปใช้ในงานอื่นได้ โดยผ่านทางช่องทางแบบ XML



รูปที่ 2 การทำงานของระบบแม่ข่าย

ภายในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบแม่ข่ายทำงานสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

- *ฐานข้อมูล* ทำหน้าที่เก็บข้อมูลระดับน้ำ เก็บค่าอุณหภูมิเก็บข้อมูลตำแหน่งของหลุมวัดน้ำ เก็บข้อมูลเหตุการณ์ เก็บข้อมูลคำเตือน และเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน เป็นต้น
- *ส่วนจัดการระบบ* ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับ RTU ทั้งการเรียกดูข้อมูลตามช่วงเวลา การประมวลผลค่าที่วัดได้ การสร้างเหตุการณ์ และคำเตือน เป็นต้น
- *ส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์* สำหรับแสดงผลหน้าจอให้ผู้ใช้ดูสถานะของระบบ และตั้งค่าระบบ

รูปที่ 2 แสดงการทำงานของระบบแม่ข่าย โดยข้อมูลการวัดค่าระดับน้ำของหลุมวัดน้ำจะถูกอ่านและเก็บเอาไว้ที่ RTU และถูกลำเลียงข้อมูล เข้ามารวมไว้ที่ฐานข้อมูล หลังจากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะนำข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลมาแสดงผลในรูปของเว็บเพจ

การทำงานของส่วนจัดการระบบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่การทำงานแบบอัตโนมัติตามคาบเวลาที่กำหนดไว้ และการทำงานเมื่อผู้ใช้มีการร้องขอ ซึ่งการทำงานทั้งสองวิธีมีหลักการทำงานดังนี้

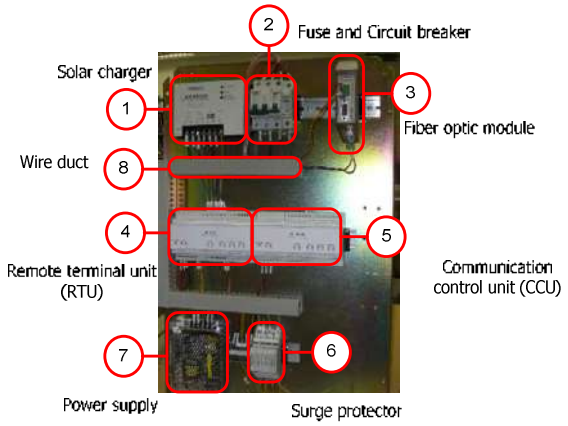
1. การทำงานแบบอัตโนมัติตามคาบเวลาที่กำหนดไว้ การทำงานชนิดนี้จะมีเวลาทำงานที่ตายตัวตามเวลาที่ถูกกำหนดไว้ในกรณีนี้ตั้งค่าการอ่านไว้ทุก 4 ชั่วโมง การปรับตั้งเวลาของหน่วยวัดคุมระยะไกล จะทำทุกวัน วันละหนึ่งครั้ง เวลาเที่ยงคืน

2. การร้องขอข้อมูลใน RTU ทำโดย การขอค่าผ่านทางฐานข้อมูลกลาง กล่าวคือเมื่อผู้ใช้ต้องการสั่งอ่านค่าหลุมวัดน้ำ ผู้ใช้จะสั่งงานทางเว็บเพจจากนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์ จะตั้งค่าในฐานข้อมูลว่ามีการสั่งอ่านข้อมูลของหลุมวัดน้ำ จากนั้นเมื่อส่วนจัดการระบบ ตรวจพบว่ามีการสั่งงานจากผู้ใช้ ก็สั่งให้ RTU วัดค่าของหลุมวัดน้ำตามที่ผู้ใช้ต้องการ

3.3 การพัฒนา RTU

การพัฒนาฮาร์ดแวร์ของ RTU ได้ออกแบบให้ตรงกับความต้องการดังนี้คือ ค่าที่วัดได้มีความน่าเชื่อถือ ระบบทำงานได้โดยไม่ต้องการการดูแล ใช้พลังงานน้อย คุ้มค่าต่อ

การลงทุน สามารถหาอุปกรณ์ชิ้นส่วนได้ภายในประเทศ ใช้เวลาในการพัฒนาน้อย และเมื่อรวมกับความต้องการในการอ่านค่าจากหัววัดชนิด 4-20mA จำนวน 8 หัว การจัดเก็บข้อมูลไว้ภายในตัว RTU การส่งข้อมูลกลับไปยังระบบแม่ข่ายผ่าน GPRS หรือใยแก้วนำแสง ทางทีมวิจัยจึงได้พัฒนา RTU ออกมาเป็นคุณสมบัติดังนี้ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนประกอบภายในRTU

1. ชุดโซลาเซลล์และแบตเตอรี่ชาร์จเจอร์

เป็นแหล่งพลังงานทั้งหมดของระบบฯ โดยระบบจะใช้ไฟจากแบตเตอรี่และโซลาชาร์จเจอร์ จะทำหน้าที่ประจุไฟในเวลาที่มีแสงแดด

2. ชุดการระบบป้องกันการลัดวงจร

ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระแสลัดวงจร

3. ชุดการอุปกรณ์แบบใยแก้วนำแสง

เป็นส่วนของการแปลงสัญญาณ RS232 หรือ RS485 เป็นแสง

4. ชุดประมวลผล สถานีวัดแรงดันน้ำ

เป็นหัวใจหลักของระบบ ทำหน้าที่ประมวลผล เก็บข้อมูล รับส่งข้อมูล โดยส่วนประกอบภายในดังนี้

1. CPU 16 bit (DSPIC) ความเร็ว 20 MIPS
2. รับสัญญาณจากหัววัด 4-20 mA (Isolated) ได้ 8 ช่องสัญญาณ โดยมีวงจรแปลงสัญญาณความละเอียด 24 bit แบบ Delta-Sigma
3. EEPROM 4Mbits เก็บข้อมูลทุกหัววัด ทุก 4 ชม. 7 วัน
4. มีวงจรสัญญาณนาฬิกาสำหรับการทำงานอัตโนมัติ
5. สามารถต่อ Relay Output ได้ 2 ช่อง
6. มีช่องต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่าน RS232 (Isolated)
7. มีวงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นในตัว
8. รับค่า Input แบบ Digital ได้ 4 ช่องสัญญาณ

5. ชุดควบคุมการสื่อสาร สถานีวัดแรงดันน้ำ

1. มีช่องต่อ Module ส่งสัญญาณต่างๆ (FOM หรือ GPRS Module) โดยผ่าน RS485 หรือ RS232
2. สามารถต่อ Relay Output ได้ 2 ช่อง หน้าสัมผัสของ Relay รับกระแสได้สูงสุด 5A

6. ชุดป้องกันหัววัดจากฟ้าผ่า

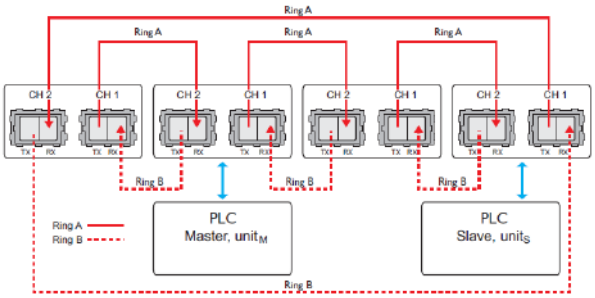
ชุดป้องกันนี้ติดตั้งทั้ง 2 ด้านของหัววัด คือติดตั้งที่บริเวณที่หัววัดติดตั้ง และติดตั้งก่อนเข้า RTU

7. ชุดจ่ายไฟและชาร์เจอร์

ใช้ในกรณีที่บริเวณจุดติดตั้งนั้นมีระบบไฟ 220V อยู่แล้ว ใช้สลับกันกับหมายเลข 1

3.4 การพัฒนาระบบสื่อสาร

เนื่องจากระบบสื่อสารที่มีเสถียรภาพสูง จะทำให้ระบบโดยรวมมีความเชื่อถือขึ้นด้วย จึงได้ทำการออกแบบระบบสื่อสารใยแก้วนำแสงแบบวงแหวนขึ้น ซึ่งจะได้ระบบสื่อสารที่มีความทนทาน และหาจุดบกพร่องได้ง่าย



รูปที่ 4 รูปแบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงแบบวงแหวน

รูปที่ 4 แสดงการทำงานของการสื่อสารใยแก้วนำแสงแบบวงแหวน โดยกรณีที่ใยแก้วนำแสงครบวงจรปกติ ข้อมูลจะเริ่มต้นจาก Tx ของตัว FOM Master ก่อน และวิ่งไปยัง Rx ของ FOM ตัวถัดไปตามวงแหวน A (เส้นทึบ วิ่งไปทางขวา) จนกลับมาที่ Rx ของตัว FOM Master การสื่อสารก็จะสมบูรณ์ครบวงจร ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่นใยแก้วนำแสงขาด ณ จุดใดจุดหนึ่ง, RTU/FOM ไม่มีกระแสไฟหรือเสีย วงแหวน A บริเวณนั้นจะไม่มีสัญญาณแสงออกมา เมื่อตัว FOM Master รับรู้ว่าข้อมูลที่ส่งไปนั้นไม่กลับมาด้วยค่าเวลาหนึ่ง ก็จะทำการ

สลับการทำงาน โดยทำจะทำการส่งข้อมูลผ่านวงแหวน B (เส้นประ วิ่งไปทางซ้าย) แทน

ซึ่งทำให้ RTU ตัวอื่นที่อยู่ในวงแหวนสามารถรับส่งข้อมูลได้ แม้ว่าใยแก้วนำแสงขาด หรือ RTU/FOM ไม่มีกระแสไฟหรือเสีย ซึ่งทำให้ระบบสื่อสารมีความน่าเชื่อถือคงทนต่อการเกิดอุบัติเหตุ

3.5 ข้อจำกัดของระบบ

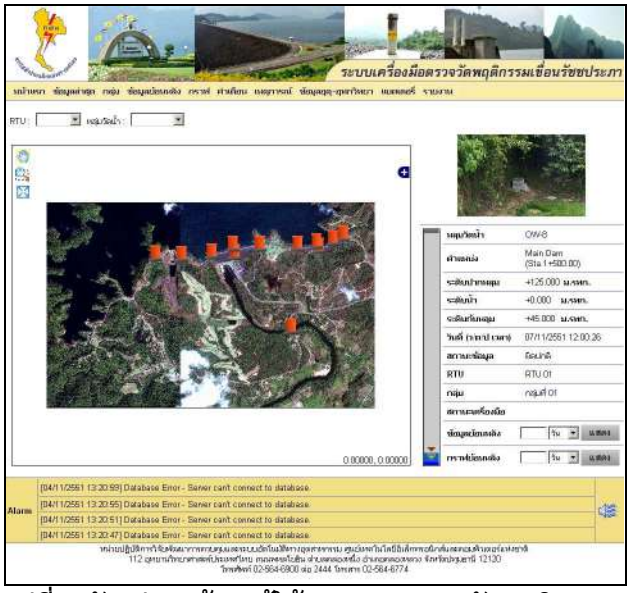
จากสภาพพื้นที่ของเขื่อนรัชชประภามีสภาพเป็นดินแดง เนื่องจากมีธาตุเหล็กอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก เมื่อธาตุเหล็กสัมผัสกับอากาศ ก็จะทำให้เกิดตะกอนดินแดงขึ้น จึงต้องทำการบำรุงรักษาหัววัดแรงดันน้ำทุก ๆ 6 เดือน เนื่องจากตะกอนดินที่มีสนิมเหล็กจะมาเกาะหัววัด ซึ่งอาจทำให้การวัดค่าผิดพลาดได้

4. การทดสอบการใช้งาน

ระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภาได้เปิดใช้งานเต็มรูปแบบของเฟสที่ 1 เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2551 โดยมีการติดตั้ง RTU สำหรับสถานีวัดระดับน้ำจำนวน 11 ตัว และ RTU สำหรับสถานีอุตุ-อุทกวิทยาจำนวน 1 ตัว ครอบคลุมหลุมวัดน้ำทั้งหมด 37 หลุม

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เป็นการทดสอบและใช้งานจริงที่เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎ์ธานี หลังการติดตั้งพบว่า RTU สามารถทนต่อสภาพอากาศที่บางช่วงฝนตกหนัก และบางช่วงมีอากาศร้อนได้เป็นอย่างดี ในช่วงที่ฝนตกหนักการทำงานของระบบสำรองไฟในแบตเตอรี่สามารถทำงานได้เป็นปกติ เนื่องจากระบบได้ออกแบบให้สามารถอยู่ได้โดยที่ไม่มีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลามากที่สุดถึง 7 วัน



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอผู้ใช้งานระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภา

รูปที่ 6 สถานีอุตุ-อุทกวิทยา

รูปที่ 7 สถานีวัดแรงดันน้ำ

รูปที่ 8 หลุมวัดน้ำหลังการติดตั้งหัววัด

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การวัดค่าแรงดันน้ำในตัวเขื่อนสามารถกระทำได้อย่างแม่นยำ มีความผิดพลาดจากการวัดต่ำเพียง 0.5% เมื่อเทียบกับมาตราฐาน (Calibrate) และเวลาที่ใช้ในการวัดของหัววัดทั้งหมด ห่างกันไม่เกิน 1 นาที เมื่อเทียบกับใช้บุคลากรที่สามารถตรวจวัดค่าในหลุมวัดน้ำได้เพียงเดือนละ 1 ครั้ง และระบบโดยรวมมีเสถียรภาพดี ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ

5. บทสรุป

โครงการติดตั้งระบบตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนรัชชประภาเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบตรวจวัดเขื่อนให้มีการทำงานที่สะดวกมากขึ้น และมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล มีขอบเขตของงานคือการอ่านค่าหลุมวัดน้ำเริ่มตั้งแต่ Saddle DAM ไปจนถึง Dike1 ซึ่งประกอบไปด้วยหัววัดน้ำแบบ OW, OPZ และ PPT จำนวน 37 หัว นอกจากนี้ยังติดตั้งชุดวัดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำจำนวน 1 ชุด ชุดวัดระดับน้ำท้ายเขื่อนจำนวน 1 ชุด และพัฒนาสถานีวัดอุตุ-อุทกวิทยาจำนวน 1 สถานี มีระยะเวลาการดำเนินงานทั้งสิ้น 1 ปี ซึ่งมีงานทั้งงานทางด้านโยธา งานทางด้านวางระบบสื่อสาร งานในการพัฒนาซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ซึ่งทางทีมงานศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ใช้งบประมาณน้อยกว่าการจัดซื้อจัดจ้างจากต่างประเทศ และยังสามารถนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปต่อยอดในโครงการลักษณะเดียวกันต่อไปได้

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาต่อไป น่าจะเป็นพัฒนาทางด้านเครื่องมือตรวจวัด ให้มีความหลากหลายขึ้น เพื่อทำให้การวิเคราะห์พฤติกรรมเป็นอย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วทันเหตุการณ์ อีกทั้งต้นแบบของสถานีวัดอุตุ-อุทกวิทยา เป็นต้นแบบที่สามารถนำไปขยายผลในการวัดปริมาณน้ำฝนสำหรับพื้นที่ห่างไกล ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่าจะมีน้ำเข้ามาในเขื่อนเท่าไร เพื่อวางแผนการปล่อยน้ำให้มีประสิทธิภาพ

ทีมงานวิจัยมีความคาดหวังว่าการพัฒนาระบบตรวจวัดความปลอดภัยเขื่อนรัชชประภาจะสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี และเป็นต้นแบบในการการพัฒนาระบบตรวจวัดอัตโนมัติที่เหมาะสมสำหรับเขื่อนอื่นๆ ภายในประเทศต่อไป เป็นการลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศและลดงบประมาณการจัดซื้อ เพื่อการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองบำรุงรักษาโยธา เขื่อนรัชชประภา และฝ่ายบำรุงรักษาโยธา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการดูแลความปลอดภัยของเขื่อน และอำนวยความสะดวกในงานพัฒนาระบบในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] มาตราฐานอ่างเก็บน้ำและเขื่อนขนาดเล็ก, กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

[2] Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York.

[3] Linsley, K.R.,J.B. Franzini, D.L. Freyberg, and G. Tchnobanoglous. 1992. Water Resources Engineering, McGraw-Hill, New York.

[4] Todd, D.K. 1976. Groundwater Hydrology. University of California, Berkeley and David Keith Todd, Consulting Engineering, Inc.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารโดยใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4

ภาคย์ สธนเสาวภาคย์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4950400835@stdmail.kku.ac.th

ชัชชัย คุณบัว
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
chatchai@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาและการทดสอบระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (มาตรฐาน IEEE 802.15.4) การคำนวณตำแหน่งของงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบวิธีการคำนวณ 2 วิธี วิธีแรกจะใช้การหาจุดตัดของรัศมีในแต่ละเซ็นเซอร์อ้างอิง และวิธีต่อมาจะคำนวณตำแหน่งโดยการจับคู่ความเข้มของสัญญาณในฐานข้อมูลที่ถูกสร้างจากการวิเคราะห์รูปแบบความเข้มของสัญญาณในแต่ละระยะทาง ในส่วนการแสดงผลของตำแหน่งนั้นได้แสดงในโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้น ตำแหน่งของวัตถุจะถูกแสดงเป็นจุดในแผนที่ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการคำนวณตำแหน่งโดยการจับคู่ความเข้มของสัญญาณกับฐานข้อมูลนั้นมีความแม่นยำมากกว่าการหาจุดตัดของวงกลม 29.65 เปอร์เซ็นต์ และผู้วิจัยได้ทดลองเพิ่มเซ็นเซอร์อ้างอิงขึ้นในระบบ ซึ่งพบว่าการเพิ่มเซ็นเซอร์อ้างอิงนั้นจะทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งลดน้อยลง

Abstract

This research presents the studies and experiments of indoor object location system using Wireless Sensor Network (IEEE 802.15.4). This research computes object location by comparing two methods. First we used finding intersection point of radian for each reference sensor, and then by matching signal strength in database from analysis signal strength pattern for each distance. We also display the object location over our implemented application. Results show that the computation matching signal strength in database method has more accurated 29.65 percent than that of triangulation method. Also, we have experiment by increasing the number of reference sensors in system. Results shows that the increasing of number of reference sensors can reduce object location error as expected.

คำสำคัญ

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร, เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, ค่าความเข้มของสัญญาณ

1. บทนำ

ระบบระบุตำแหน่งในปัจจุบันที่เห็นได้ชัดคือ จีพีเอส (Global Positioning System) เทคโนโลยีนี้นำมาใช้เพื่อค้นหาเส้นทางและนำทางไปยังสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการไป แต่จีพีเอสนั้นมีข้อจำกัดเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในอาคาร เนื่องจากจีพีเอสใช้การวัดเวลาในการส่งข้อมูลระหว่างดาวเทียมกับวัตถุด้วยความเร็วแสง เมื่อใช้ในอาคารหรือที่ที่มีการกีดขวางสัญญาณดาวเทียมจะทำให้ไม่สามารถคำนวณตำแหน่งได้ ด้วยเหตุนี้การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารจึงได้ถูกนำมาพิจารณาประกอบกับในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีคุณภาพสูงขึ้นและมีราคาถูก สามารถประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆในชีวิตประจำวันได้อย่างแพร่หลาย การระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารนั้น สามารถนำเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) มาประยุกต์ใช้งานได้ เนื่องจากเซ็นเซอร์มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้สะดวก ใช้พลังงานต่ำ สามารถสร้างเครือข่ายได้ และการติดตั้งสามารถทำได้อย่างง่ายดาย ในการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่น การระบุตำแหน่งผู้ป่วยที่ต้องดูแลเป็นพิเศษในโรงพยาบาล, การระบุตำแหน่งสินค้าที่มีราคาสูงภายในโรงงาน, การระบุตำแหน่งเด็กเมื่อพลัดหลงในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นการสื่อสารระยะใกล้หรือที่เรียกว่า Wireless Personal Area Network (WPANs) เครือข่ายนี้มีทั้งความเร็วการรับส่งข้อมูลสูงและต่ำ งานวิจัยนี้ได้ใช้ IEEE 802.15.4 เป็น WPANs ความเร็วต่ำ หรือซิกบี (ZigBee) [8] มาตรฐานนี้สามารถครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ไมล์ในที่โล่งหรือภายนอกอาคาร ซึ่งการทดลองในอาคารนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ไกลประมาณ 60 ถึง 70 เมตร งานวิจัยนี้ได้ใช้ชิฟเซ็นเซอร์ไร้สาย XBee Pro ของบริษัท Max Stream ซึ่งใช้ความถี่ 2.4 GHz สามารถรับส่งข้อมูลสูงสุดที่ 250 kbps ตัว

ชิฟนั้นมีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่าย สำหรับวิธีการระบุตำแหน่งนั้นอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้อุลตร้าโซนิค (Ultrasonic), การใช้ค่าความแตกต่างของเวลา (Time Difference of Arrival), กาวัดค่ามุมที่มาถึง (Angle of Arrival) และการใช้ค่าความเข้มของสัญญาณที่วัดได้ (Received Signal Strength Indicator) อย่างไรก็ตามแต่ละวิธียังมีข้อจำกัดอยู่ด้วย การใช้อุลตร้าโซนิคนั้นจะสามาถระบุตำแหน่งได้เฉพาะภายในห้องเท่านั้น คลื่นเสียงจะไม่สามารถทะลุผ่านกำแพงได้ ส่วนการใช้ค่าความแตกต่างของเวลาและการวัดมุมนั้น จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูงเพิ่มเข้ามาในระบบ แต่สำหรับค่าความเข้มของสัญญาณนั้นสามารถเรียกใช้ค่าจากตัวชิฟได้โดยตรง ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมและการกระจายของสัญญาณวิทยุนั้นสามารถผ่านกำแพงและสิ่งกีดขวางได้ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ค่าความเข้มของสัญญาณมาเป็นข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์ตำแหน่งวัตถุ แต่เนื่องจากค่าความเข้มของสัญญาณมีความแปรปรวนเมื่ออยู่ภายในอาคาร และค่าที่วัดได้แต่ละครั้งนั้นจะไม่คงที่ แต่จะเข้าใกล้ค่าใดค่าหนึ่งเสมอ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีที่จะลดความแปรปรวนของความเข้มของสัญญาณเพื่อทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การวัดค่าความเข้มของสัญญาณ (Received Signal Strength Indication หรือ RSSI) [1-7]

เป็นวิธีการวัดความเข้มของสัญญาณของสัญญาณวิทยุระหว่างเซ็นเซอร์ไร้สายตัวหนึ่งไปยังเซ็นเซอร์ไร้สายอีกตัวหนึ่ง โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการดังนี้

$$RSSI = -(10n\log_{10} d + A)$$

เมื่อ n คือค่าคงที่ของการกระจายสัญญาณ, d คือระยะห่างจากตัวส่ง และ $\ddot{A}$ คือความเข้มของสัญญาณที่ได้รับใน 1 เมตร ค่า RSSI นั้นมีหน่วยเป็นเดซิเบลเมตร (dBm) เมื่อวิเคราะห์สูตรจะพบว่าสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสัญญาณกับระยะทางได้ เมื่อ d มีค่ามากส่งผลให้ค่าความเข้มของสัญญาณมีค่าลดน้อยลง โดยสูตรดังกล่าวมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับการทดลอง

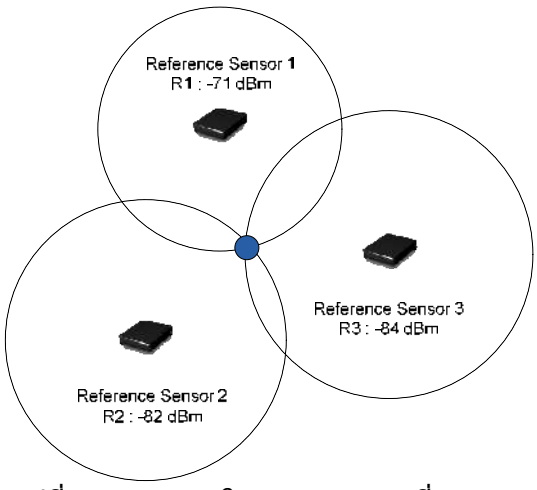
3.2 การทำสามเหลี่ยมระยะ (Trilateration) [2, 5]

เป็นการคำนวณตำแหน่งโดยใช้การตัดกันของวงกลม แสดงได้ดังรูปที่ 1 จุดที่วงกลมตัดกันจะถือว่าเป็นจุดที่วัตถุอยู่ โดยที่รัศมีของวงกลมแต่ละวงได้มาจากความเข้มของสัญญาณที่วัดได้ในขณะนั้น ค่าที่ได้ในแต่ละเซ็นเซอร์อ้างอิงจะถูกนำมาเข้าสมการปีทาโกรัส (Pythagoras) ดังนี้

$$(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 = r_i^2 \quad for\ i = 1, 2, 3$$

โดยที่ x_i และ y_i คือ พิกัดของแต่ละจุดอ้างอิง x_u และ y_u คือ พิกัดของวัตถุ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการแก้สมการโดยใช้กฎของคราเมอร์ (Cramer's Rule) ดังนี้

$$X_u = \frac{\det[A]_1}{\det[A]} \quad Y_u = \frac{\det[A]_2}{\det[A]}$$



รูปที่ 1 การคำนวณโดยการทำสามเหลี่ยมระยะ

3.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสัญญาณกับระยะทาง (Footprinting) [7]

เป็นการเก็บค่าความเข้มของสัญญาณในจุดที่สนใจ เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับระยะทางใดๆที่ทำการวัด เทคนิคนี้จะช่วยสร้างรูปแบบความเข้มของสัญญาณบนพื้นที่ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.4 การฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting)

สำหรับเส้นโค้งความเข้มของสัญญาณนั้น เป็นเส้นโค้งที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง (Non-Linear) ในการฟิตเส้นโค้งที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การประมาณค่าโดยใช้ฟังก์ชันสมการพหุนามลำดับใดๆ (Polynomial Function Degree m) แสดงสมการได้ดังนี้

$$y(x) = c_1 + c_2 x + c_3 x^2 + \ldots + c_{m+1} x^m$$

3.5 การจับคู่ความเข้มของสัญญาณในฐานข้อมูลอ้างอิง [4]

เป็นการเก็บข้อมูลความเข้มของสัญญาณอ้างอิงตามจุดต่างๆ เพื่อใช้ในการจับคู่กับค่าความเข้มของสัญญาณที่วัดได้จริง

Index	RSSI_REF1	RSSI_REF2	RSSI_REF3	RSSI_REF4	RSSI_REF5	X	Y	FLOOR
1	-53	-69	-80	-80	-63	32	4	3
2	-52	-66	-82	-76	-63	33	4	3
3	-52	-63	-83	-73	-64	34	4	3
4	-52	-61	-83	-70	-64	35	4	3
5	-52	-59	-84	-69	-65	36	4	3
6	-53	-57	-83	-67	-65	37	4	3
7	-54	-56	-83	-66	-66	38	4	3
8	-56	-55	-82	-65	-66	39	4	3
9	-57	-54	-82	-65	-67	40	4	3
10	-59	-54	-81	-65	-67	41	4	3

รูปที่ 2 ตัวอย่างฐานข้อมูลในระบบ

ฐานข้อมูลของงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยค่าความเข้มของสัญญาณของแต่ละเซ็นเซอร์อ้างอิงที่ถูกเฉลี่ย ค่าพิกัดบนแผนที่ และชั้นที่ทำการวัด

3.6 ระยะห่างยูคลิเดียน (Euclidian Distance) [1]

เป็นวิธีการคำนวณหารูปแบบที่ใกล้เคียงกับค่าที่อ้างอิง โดยระยะห่าง d น้อยที่สุดจะถือว่ารูปแบบดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับค่าที่อ้างอิงมากที่สุดและจะเลือกใช้ค่าความเข้มของสัญญาณชุดนั้น สูตรของระยะห่างยูคลิเดียนสามารถแสดงได้ดังนี้

$$d(x,y,z) = \sqrt{(x - x_{REF})^2 + (y - y_{REF})^2 + (z - z_{REF})^2}$$

วิธีการนี้ได้นำมาใช้ร่วมกับวิธีการจับคู่ความเข้มของสัญญาณในฐานข้อมูล

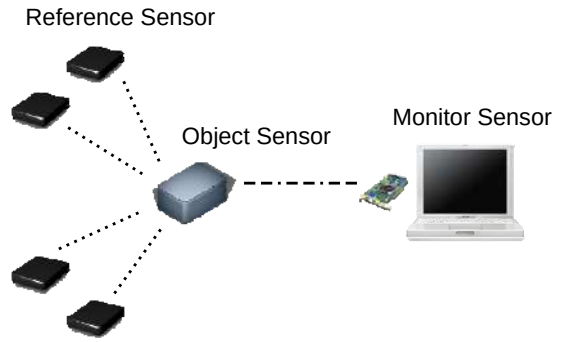
4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบระบุตำแหน่งของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย และส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้แสดงผล ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ XBee Pro ของบริษัท Max Stream จำนวน 7 ชุด โดยแบ่งเป็นเซ็นเซอร์อ้างอิง (Reference Sensor) จำนวน 5 ชุด เป็นเซ็นเซอร์วัตถุ (Object Sensor) ที่ติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega 168 จำนวน 1 ชุด และเซ็นเซอร์แสดงผล (Monitor Sensor) ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ 1 ชุด เพื่อทำการแสดงผลตำแหน่งวัตถุ ในส่วนของโปรแกรมประยุกต์นั้น ได้พัฒนาบนเทคโนโลยี .NET โปรแกรมประยุกต์จะแสดงผลตามวิธีที่เลือกใช้ วิธีการคำนวณตำแหน่งวัตถุนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การคำนวณโดยทำสามเหลี่ยมระยะและการจับคู่ความเข้มของสัญญาณในฐานข้อมูล ในการสร้างฐานข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลตามจุดต่างๆบนพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 4 ค่าที่เก็บนั้นจะต้องผ่านค่าเทร็ชโฮลด์ (Threshold) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ในการเลือกค่าความเข้มของสัญญาณนั้นจะใช้ข้อมูลที่ผ่านค่าเทร็ชโฮลด์จำนวน 10 ค่านำมาเฉลี่ยกัน หลังจากการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นผู้วิจัยได้ทำการประมาณค่าความเข้มของสัญญาณในพิกัดที่เหลือตามแกน *X* และ *Y* โดยใช้การฟิตกราฟแบบสมการพหุนามลำดับใดๆ (Polynomial Function Degree *m*) ข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งต่อไป

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบระบุตำแหน่งของงานวิจัยนี้ได้ออกแบบมาให้เซ็นเซอร์วัตถุเป็นตัวร้องขอความเข้มของสัญญาณจากเซ็นเซอร์อ้างอิงแต่ละตัวที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่ต่างๆ เมื่อเซ็นเซอร์อ้างอิงได้รับข้อความที่ร้องขอ จะส่งค่าความเข้มของสัญญาณพร้อมกับหมายเลขที่อยู่มาให้เซ็นเซอร์วัตถุ เซ็นเซอร์วัตถุจะทำการรวบรวมข้อมูลของเซ็นเซอร์ทุกตัวและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังเซ็นเซอร์แสดงผลที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ระบบระบุตำแหน่งในส่วนของชุดอุปกรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบระบุตำแหน่งวัตถุสำหรับชุดอุปกรณ์

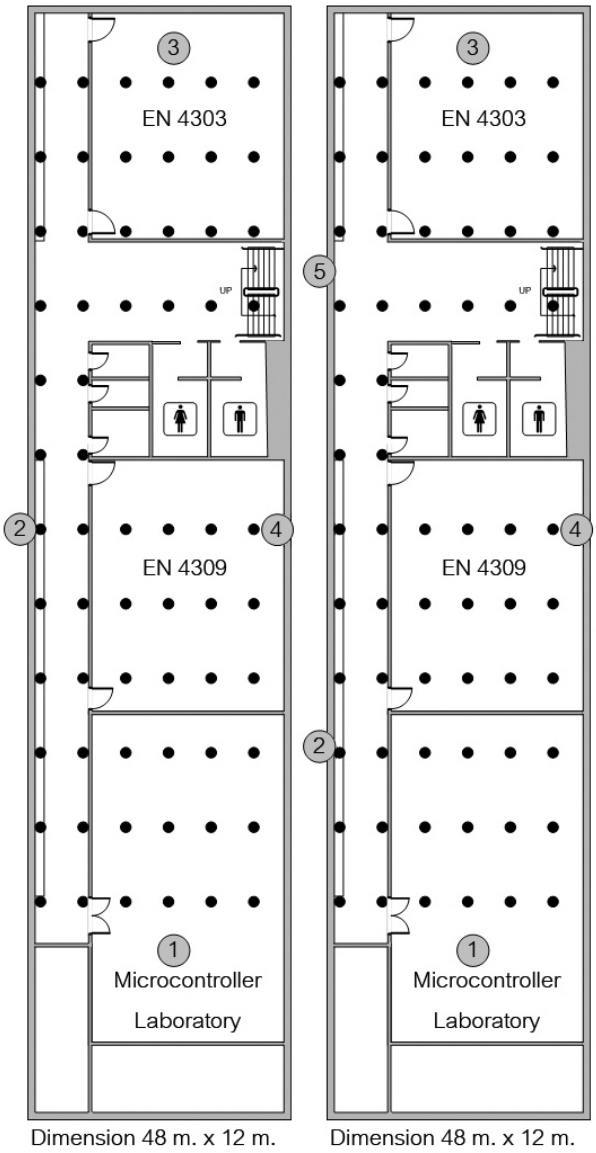
ข้อมูลดังกล่าวจะถูกใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณตำแหน่งวัตถุ ส่วนของการแสดงผลตำแหน่งนั้นได้ออกแบบให้แสดงผลเป็นจุดบนตารางแบบกริด (Grid) [6] แต่ละกริดนั้นได้กำหนดให้มีความกว้างและยาว 47.06 เซนติเมตร ในแผนที่ของโครงสร้างภายในอาคาร ข้อมูลการแสดงผลจะประกอบไปด้วยพิกัดบนแผนที่และสถานที่ที่วัตถุนั้นอยู่ โดยสามารถเลือกวิธีการคำนวณตำแหน่งในโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมาได้

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระยะห่างของเซ็นเซอร์แต่ละตัวนั้นจะต้องอยู่ในระยะไม่เกิน 60 เมตร ในสภาพแวดล้อมที่อยู่ในอาคาร ความยาวของข้อมูลสูงสุดที่ส่งแต่ละครั้งจะต้องไม่เกิน 100 ไบต์ จำนวนของเซ็นเซอร์อ้างอิงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ข้อมูลที่ส่งในระบบเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ส่วนแสดงตำแหน่งช้าลงเล็กน้อย การแสดงตำแหน่งกับวัตถุที่เคลื่อนที่นั้นสามารถระบุตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้าๆ หรืออยู่กับที่ได้ดีกว่าการถือเซ็นเซอร์วัตถุเดินไปอย่างรวดเร็ว

5. การทดสอบการใช้งาน

ได้ทดลองสุ่มตัวอย่างบนพื้นที่ต่างๆโดยการถือเซ็นเซอร์วัตถุและสังเกตุผลที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งวิเคราะห์ผลจากวิธีการคำนวณตำแหน่งในแบบต่างๆ ดังนี้ การคำนวณตำแหน่งโดยใช้สามเหลี่ยมระยะ และการคำนวณตำแหน่งโดยใช้การจับคู่ความเข้มของสัญญาณกับฐานข้อมูลโดยการใช้ 3, 4 และ 5 เซ็นเซอร์อ้างอิง ค่าความเข้มของสัญญาณในแต่ละเซ็นเซอร์อ้างอิงที่ผ่านค่าเทร็ชโฮลด์ที่กำหนดไว้จำนวน 10 ค่าจะถูกนำมาเฉลี่ยอีกครั้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณตำแหน่ง สำหรับสถานที่ทดลองของงานวิจัยนี้คือ ตึกภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ชั้น 3 พื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองมีขนาดประมาณยาว 48 เมตร กว้าง 12 เมตร เซ็นเซอร์อ้างอิงที่ใช้ในขณะนี้มีจำนวน 3 ถึง 5 ตัว โดยติดตั้งที่ห้องปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์, ระเบียงทางเดิน, ห้องเรียน EN 4309 และห้องเรียน EN4303 ดังแสดงในรูปที่ 4 สำหรับตำแหน่งในการติดตั้งเซ็นเซอร์อ้างอิงโดยการใช้ 3 และ 4 เซ็นเซอร์อ้างอิงจะเหมือนกันโดยจะปิดและเปิดเซ็นเซอร์อ้างอิงที่ 4 เมื่อทดลองโดยดารใช้ 3 และ 4 เซ็นเซอร์อ้างอิง ตามลำดับ ส่วนในการใช้ 5 เซ็นเซอร์อ้างอิง ตำแหน่งของเซ็นเซอร์ที่ 2 จะถูกย้ายมาอยู่ระเบียงทางเดินเป็นตำแหน่งระหว่างเซ็นเซอร์อ้างอิงตัวที่ 1 และ 4 จากนั้นเพิ่มเซ็นเซอร์อ้างอิงตัวที่ 5 ที่ระเบียงทางเดินเช่นเดียวกัน โดยจะติดตั้งอยู่ในตำแหน่งระหว่างเซ็นเซอร์อ้างอิงที่ 3 และ 4 สำหรับจุดที่ทำการเก็บข้อมูลแสดงเป็นวงกลมสีดำโดยจะมีระยะห่างเท่าๆกันในแต่ละแกน ในส่วนที่เป็นห้องน้ำจะไม่ทำการเก็บข้อมูล ในการทดสอบการใช้งานนั้นพบว่าภายใน 1 วินาทีจะได้ชุดข้อมูลความเข้มของสัญญาณในแต่ละเซ็นเซอร์อ้างอิงประมาณ 3 ถึง 5 ชุด



รูปที่ 4 ตัวอย่างสถานที่ที่ทำการทดลอง

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

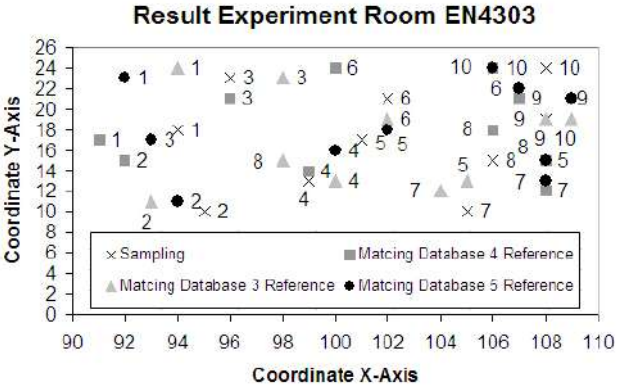
เป็นการทดลองภายในอาคารเรียนและระเบียงทางเดิน โดยภายในอาคารเรียนจะมีอุปกรณ์การเรียนการสอนและอุปกรณ์อิเล็คโทรนิค ในส่วนของระเบียงจะไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ การสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบความแม่นยำนั้นจะสุ่มตัวอย่างจำนวน 42 จุดโดยวิธีการคำนนตำแหน่งแต่ละวิธีการนั้นจะใช้จุดสุ่มตัวอย่างเดียวกัน

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความแม่นยำในระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น การอ้างอิง

ตำแหน่งนั้นจะใช้ค่าความเข้มของสัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์อ้างอิงแต่ละตัวมาเป็นข้อมูลสำคัญในการแสดงผล สำหรับลักษณะค่าความเข้มของสัญญาณนั้น ขั้นต้นผู้วิจัยได้ศึกษาและทดสอบวัดค่าความเข้มของสัญญาณในที่โล่งและภายในอาคารเพื่อลองเปรียบเทียบรูปแบบความเข้มของสัญญาณ ผลที่ได้คือ การเก็บข้อมูลในที่โล่งนั้นจะได้รูปแบบความเข้มของสัญญาณที่วิเคราะห์ได้ง่ายกว่า เนื่องจากไม่มีสิ่งรบกวนต่อค่าความเข้มของสัญญาณ เช่น เหล็ก, กำแพง เป็นต้น ในการเก็บข้อมูลภายในอาคารนั้นความเข้มของสัญญาณจะวิเคราะห์ได้ยากและค่าที่ได้นั้นมีความแปรปรวนอยู่มาก จึงจำเป็นต้องมีการเก็บรูปแบบความเข้มของสัญญาณในแต่ละพื้นที่หรือในห้องต่างๆโดยมีความสัมพันธ์กับระยะทาง วิธีการนี้จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายขึ้น แต่จะต้องเสียเวลาในการเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ด้วย ในส่วนของวิธีการจับคู่ความเข้มของสัญญาณกับฐานข้อมูลเมื่อรับข้อมูลความเข้มของสัญญาณจากเซ็นเซอร์วัตถุแล้ว อาจจะมีรูปแบบความเข้มของสัญญาณที่ไม่ตรงกับฐานข้อมูล จึงได้ใช้ระยะห่างยูคลิเดียนเพื่อหารูปแบบที่ใกล้เคียงกับค่าในฐานข้อมูลซึ่งช่วยให้การแสดงตำแหน่งทำได้ดีขึ้น

ผลการวิจัยพบว่าวิธีการจับคู่ค่าความเข้มของสัญญาณนั้นมีความแม่นยำในการแสดงผลดีกว่าการทำสามเหลี่ยมระยะ เนื่องจากค่าความเข้มของสัญญาณที่ได้นั้นเป็นเลขจำนวนเต็มทุกครั้ง เมื่อค่าที่ได้รับเกิดความแปรปรวนจะทำให้การคำนวณสามเหลี่ยมระยะเกิดความคลาดเคลื่อนเมื่อเข้าสมการของปีทาโกรัสส่งผลให้การแสดงตำแหน่งเกิดความคลาดเคลื่อนสูง ผลการทดลองในขั้นต่อมาได้เพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์อ้างอิงซึ่งพบว่าเซ็นเซอร์อ้างอิงที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการแสดงตำแหน่งขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากเป็นการเพิ่มรูปแบบความเข้มของสัญญาณในระบบทำให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดีขึ้น ในการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 3 ตัวนั้น อัตราความคลาดเคลื่อนในการแสดงตำแหน่งเฉลี่ยทั้งชั้นเท่ากับ 3.0833 เมตร จากนั้นได้เปรียบเทียบกับการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 4 ตัว และ 5 ตัว ผลที่ได้นั้นมีอัตราความคลาดเคลื่อนในการแสดงตำแหน่งเฉลี่ยทั้งชั้นเท่ากับ 2.3673 เมตร และ 2.2332 เมตร ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างผลการทดลองนั้นผู้วิจัยจะยกตัวอย่างผลการแสดงตำแหน่งที่ได้ในห้องเรียน EN 4303 ดังรูปที่ 5 โดยที่ รูปกากบาท คือ จุดสุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และรูปวงกลม คือ จุดที่คำนวณได้โดยใช้วิธีการจับคู่ความเข้มของสัญญาณจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 3, 4 และ 5 ตัว ตามลำดับ



รูปที่ 5 ตัวอย่างผลการทดลองในห้อง EN4303 โดยใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 3, 4 และ 5 ตัว โดยวิธีการจับคู่ความเข้มของสัญญาณ

ผลการวิจัยในพื้นที่ที่ทดลองของชั้น 3 ทั้งหมดโดยการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 3, 4 และ 5 ตัว ด้วยวิธีจับคู่ความเข้มของสัญญาณ ได้แสดงดังตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงความคลาดเคลื่อนในการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 2 ตัว

3 Reference	Min. Error	Max. Error	AVG Error
LAB MICRO	1.8824m	5.1766m	2.9413m
EN4309	1.4118m	5.6472m	3.7177m
EN4303	0m	3.7648m	1.5059m
Foot Path	0.4706m	9.8826m	4.1682m

ตารางที่ 2 แสดงความคลาดเคลื่อนในการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 4 ตัว

4 Reference	Min. Error	Max. Error	AVG Error
LAB MICRO	0.9412m	5.6472m	2.4707m
EN4309	0.9412m	5.6472m	2.4471m
EN4303	0.9412m	3.2942m	1.4589m
Foot Path	0.4706m	9.4120m	3.0925m

ตารางที่ 3 แสดงความคลาดเคลื่อนในการใช้เซ็นเซอร์อ้างอิง 5 ตัว

5 Reference	Min. Error	Max. Error	AVG Error
LAB MICRO	0.4706m	3.7648m	2.4118m
EN4309	1.4118m	3.2942m	2.3530m
EN4303	0.4706m	2.8236m	1.4118m
Foot Path	0.9412m	8.4708m	2.7564m

จากผลการทดลอง ค่าความคลาดเคลื่อนในการแสดงตำแหน่งยังอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้แม้ว่าจะมีบางช่วงที่ค่าความเข้มของสัญญาณแปรปรวนทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในบางตำแหน่งสูง สำหรับการเพิ่มเซ็นเซอร์อ้างอิงนั้นทำให้ผลของการแสดงตำแหน่งดีขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากเป็นการเพิ่มรูปแบบความเข้มของสัญญาณในพื้นที่ต่างๆให้แตกต่างกันมากขึ้น

6. บทสรุป

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการคำนวณตำแหน่งวัตถุด้วยการจับคู่ความเข้มของสัญญาณในฐานข้อมูลที่สร้างจากการประมาณค่าโดยใช้สมการพหุนามลำดับใดๆ เปรียบเทียบความแม่นยำกับการทำสามเหลี่ยมระยะ และได้ทดลองเปรียบเทียบความแม่นยำเมื่อมีจำนวนเซ็นเซอร์อ้างอิงเพิ่มขึ้น ผลการวิจัยพบว่าการคำนวณตำแหน่งด้วยการจับคู่ความเข้มของสัญญาณกับฐานข้อมูลนั้น แสดงผลของตำแหน่งได้ดีและแม่นยำมากกว่าการทำสามเหลี่ยมระยะ และการเพิ่มเซ็นเซอร์อ้างอิงส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนของการแสดงผลลดลง ความคลาดเคลื่อนโดยรวมของการแสดงตำแหน่งจากการทดลองนั้นเพียงพอต่อการใช้ระบุตำแหน่งของวัตถุภายในอาคาร

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

สามารถพัฒนาต่อไปเป็นระบบติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่ตลอดเวลาซึ่งต้องใช้อัลกอริทึมในการแสดงตำแหน่งเข้ามาช่วย เช่น ตัวกรองคาลแมน (Kalman Filter)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] P.Bahl, V.Padmanabhan. 2000. “RADAR: An in building RF based user location and tracking system,” IEEE Infocom.

[2] A.M.Ladd, K.E.Bekris, G.Marceau, A.Rudys, L.E.Kavraki, D.S.Wallach. 2002. “Robotics-based location sensing using wireless Ethernet,” ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM’02).

[3] M.Sugano, T.Kawazoe, Y.Ohta, M.Murata. 2006. “Indoor Localization System using RSSI Measurement of Wireless Sensor Network based on ZigBee Standard,” Wireless and Optical Communication.

[4] R.Zhou. 2006. “Wireless Indoor Tracking System (WITS),” doIT Conference on Software Research.

[5] Abdalkarim Awad, Thorsten Frunzke, Falko Dressler. 2007. “Adaptive Distance Estimation and Localization in WSN using RSSI Measures,” Proceedings of 10th EUROMICRO Conference on Digital System Design – Architectures.

[6] C.Hyunggi, K.Myungseok, P.Byungsung, KHagbae. 2007. “Performance Analysis of Location Estimation Algorithm in Zigbee Network Using Received Signal Strength.” AINAW.

[7] Widyawan, Martin Klepal, Dirk Pesch. 2007. “Influence of Predicted and Measured Fingerprint on the Accuracy of RSSI-based Indoor Location Systems,” WPNC.

[8] ZigBee Alliance, ZigBee Specification v1.0.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้

Automatic News Aggregator System based on Users' Preference

เจนจิรา หวังหลี ชญานิน ไทยนะ สุดาพร ยอดแก้ว และ ลัดดา ปรีชาวีรกุล
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
E-mail: {s4820128, s4820137, s4820813, ladda.p}@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ อินเตอร์เน็ตกลายเป็นแหล่งที่สำคัญมากในการกระจายประเด็นข่าวต่างๆ และเป็นสื่อกลางที่มีการเติบโตรวดเร็วที่สุด นอกจากนี้วิธีการนำเสนอข่าวสารทั้งหมดได้เปลี่ยนจากสิ่งพิมพ์ไปยังเว็บไซต์ การติดตามข่าวสารที่ทันสมัยเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ใช้ในยุคข่าวสาร ซึ่งมีการนำรูปแบบการดึงข่าวสารที่เรียกว่า Really Simple Syndication หรือ RSS มาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อนำเสนอเนื้อหาที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ โดยเว็บไซต์ข่าวสารต่างๆ มีการให้บริการ RSS สำหรับผู้ใช้ ซึ่งการอ่านข่าวสารที่ดึงจาก RSS ผู้ใช้จำเป็นต้องมีโปรแกรมใช้อ่าน อย่างไรก็ตามการให้บริการข่าวบนเว็บส่วนใหญ่ไม่ได้รองรับการเลือกรับข่าวสารตามความต้องการของผู้ใช้ เนื่องจากผู้ใช้แต่ละคนอาจจะสนใจประเด็นข่าวที่แตกต่างกัน ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ขึ้น โดยผู้ใช้สามารถที่จะสมัครสมาชิกของระบบนี้ โดยสมาชิกแต่ละคนสามารถเลือกรับประเภทข่าวสารที่ต้องการได้

คำสำคัญ: Really Simple Syndication, RSS, RSS feed, รวบรวมข่าว

Abstract

Nowadays, the Internet has become the ultimate place to accelerate the flow of relevant information and the fastest growing form of media. Additionally, the way to publish all news has been changed from papers to web sites. To catch up with news is important for any users in this information age. Most widely use feed format called Really Simple Syndication or RSS is used to publish frequently updated contents, especially news. Many news websites have also provided RSS service for users and to read rss feed, users need to have a reader. Web-based service is widely used for reader. However, most of them does not support for users' preference, since each user may prefer different topics. Therefore, we develop an automatic news aggregator system which any users can read all news. Furthermore, being subscribers of this system, each user enables to select their preferred topic news.

Keywords: News Aggregator, Really Simple Syndication, RSS, RSS feed

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้มีข่าวสารเกิดขึ้นอย่างมากมาย และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ต้องมีการติดตามข่าวสารอยู่เสมอเพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ โดยที่การติดตามข่าวสารนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ ทั้งโดยการดูโทรทัศน์ ฟังวิทยุ หรืออ่านหนังสือพิมพ์ นอกจากนี้แล้วยังสามารถติดตามข่าวสารได้จากทางอินเตอร์เน็ต

อินเตอร์เน็ตเป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายทั่วโลกเข้าไว้ด้วยกัน จึงทำให้มีบทบาทในการดำเนินชีวิตมากขึ้น ซึ่งการติดตามข่าวสารทางด้านอินเตอร์เน็ตนั้นสามารถติดตามข่าวสารได้จากเว็บไซต์ต่างๆ แต่อาจจะทำให้ผู้ใช้ไม่แน่ใจว่าข่าวสารที่ได้รับนั้นเป็นข่าวสารล่าสุด ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยี RSS (Really Simple Syndication) [4] เข้ามาใช้ในการรวบรวมข่าวสารล่าสุด ซึ่งสามารถตรวจสอบเว็บไซต์ที่ให้บริการ RSS feed โดยสังเกตสัญลักษณ์ "XML" หรือ "RSS" ในกรอบสีส้มที่ปรากฏบนเว็บไซต์ต่างๆ อย่างไรก็ตาม เว็บไซต์ส่วนใหญ่ที่ให้บริการ RSS feeds เป็นเว็บไซต์ของต่างประเทศ เช่น BBC [2], NEW YORK TIME [8], Boston Globe [3], Yahoo! [14]

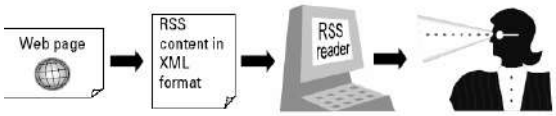
เป็นต้น ส่วนเว็บไซต์ในประเทศไทยยังคงมีจำนวนน้อย เช่น RSSTHAI [9], THAISARN [10], MANAGER [6] เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เว็บไซต์เหล่านี้จะให้บริการข่าวสารล่าสุดทั้งหมด โดยสมาชิกไม่สามารถเลือกรับข่าวสารที่ต้องการได้ ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ (Automatic News Aggregator System based on User's Preference: ANASUP) เพื่อรวบรวมข่าวสารล่าสุดประเภทต่างๆ จากหลายเว็บไซต์ โดยที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตามข่าวสารได้ทุกประเภท ส่วนผู้ใช้ที่สมัครสมาชิกสามารถเลือกรับข่าวสารแต่ละประเภทตามที่ต้องการได้ ทำให้ผู้ใช้ได้รับข่าวสารอย่างสะดวกรวดเร็ว และได้รับข่าวสารที่เป็นปัจจุบัน

เนื้อหาของบทความในส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงงานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 อธิบายการทำงานของระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี RSS ส่วนที่ 4 แสดงการพัฒนาระบบและผลลัพธ์ และส่วนที่ 5 เป็นบทสรุป

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี RSS

RSS ย่อมาจาก Really Simple Syndication เป็นเทคโนโลยีการส่งข้อมูลโดยใช้มาตรฐาน XML (Extensible Markup Language) [12] สำหรับเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัยจากเว็บไซต์ต่างๆ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเปิดเว็บไซต์ต่างๆตลอดเวลาเพื่อดูว่าข้อมูลข่าวสารมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยผู้ใช้สามารถเรียกดูเอกสาร RSS ได้โดยใช้โปรแกรมรวบรวมข่าวสารที่เรียกว่า Reader หรือ Aggregator ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ Software Reader และ Web-based RSS Reader ในปัจจุบันนี้มีแบบ plug-in เช่น Firefox browser [7] ก็จะมี RSS ฝังมาให้เราสามารถอ่านข่าวสารทั่วไปได้เหมือนกัน ซึ่งจะอธิบายโครงสร้างของ RSS feed ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของ RSS feed [4]

ขั้นตอนเกี่ยวกับสร้างและรับ RSS news feed บนเว็บไซต์

1) ระบุหัวข้อบนเว็บไซต์ ซึ่งหัวข้อจะต้องทันสมัยอยู่เสมอ

2) สร้างเอกสาร RSS ซึ่งอธิบายและเชื่อมโยงกับหัวข้อที่กำหนด โดยเอกสาร RSS จะอยู่ในรูปแบบ XML

3) ผู้ใช้บริการของ RSS news feed เพิ่ม URL ของ feed ไปยัง RSS Reader ซึ่งผู้ใช้บริการจะได้รับ URL โดยการกดปุ่มสัญลักษณ์ RSS หรือ XML บนเว็บไซต์ ซึ่งจะเชื่อมต่อไปยังเอกสาร RSS

4) ผู้ใช้บริการเปิด RSS Reader เพื่ออ่านเอกสารที่ feed

เอกสาร RSS จะอยู่ในรูปแบบ XML ซึ่งมีโครงสร้างของเอกสาร [13] ดังรูปที่ 2

```
1  <?xml version="1.0" encoding="Windows-874" ?>
2  <rss version="2.0">
3    <channel>
4          <title>… </title>
5          <link>…</link>
6          <description>…</description>
7          <item>
8                  <title>…</title>
9                  <link>…</link>
10                 <description>…</description>
11         </item>
12   </channel>
13 </rss>
```

รูปที่ 2 โครงสร้างของเอกสาร RSS

จากรูปที่ 2 โครงสร้างของเอกสาร RSS มีการกำหนดแท็กที่เป็นมาตรฐานดังนี้

1) ส่วน Header (บรรทัดที่ 1) เป็นส่วนที่กำหนดเวอร์ชันของ XML รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสาร และ กำหนดเวอร์ชันของ RSS

2) ส่วน Channel (บรรทัดที่ 3) แสดงถึงรายละเอียดของ RSS

3) ส่วน Item (บรรทัดที่ 7) เป็นข้อมูลภายในส่วนของ Channel ซึ่งใน Channel จะต้องประกอบด้วย Item อย่างน้อย 1 Item โดยที่แต่ละ Item จะประกอบด้วยแท็กที่อธิบาย

รายละเอียดของหัวข้อแต่ละรายการ โดยคำอธิบายแท็กต่างๆ ในส่วน Item แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างแท็กในส่วน Item

แท็กในส่วน Item	คำอธิบาย
<title>	หัวข้อของข้อมูล
<link>	ลิงค์เชื่อมโยงไปยังข้อมูลหลัก
<description>	รายละเอียดของข้อมูล
<category>	ประเภทของข้อมูล
<pubDate>	วันเวลาที่ทำการเผยแพร่ข้อมูล
<enclosure>	ไฟล์มีเดียที่แนบมากับข้อมูล

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี RSS มาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อรวบรวมและเผยแพร่ข่าวสาร ทำให้การอ่านข่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RSS ทั้งการประยุกต์ใช้ และการพัฒนาคุณสมบัติของ RSS

Wang และ คณะ [11] ได้เสนอ nReader ที่ใช้เทคโนโลยี RSS ในการดึงข่าวสารจากเว็บไซต์ต่างๆมานำเสนอให้กับผู้ใช้ ซึ่งมีการออกแบบส่วนแสดงผลข่าวสาร โดยแยกข่าวสารตามประเภทข่าว พร้อมทั้งแสดงรูปภาพ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้อ่านข่าวออนไลน์ได้อย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพ

Jun และคณะ [5] ได้เสนอ FeedEx ซึ่งเป็นระบบที่มีการดึงข่าวสารในรูปแบบใหม่ โดยระบบจะเปลี่ยนการดึงข่าวสารจากเซิร์ฟเวอร์ผู้ให้บริการโดยตรง มาเป็นการดึงข่าวสารจากเว็บไซต์ที่ให้บริการข่าว ทำให้ลดจำนวนครั้งในการดึงข่าวจากเซิร์ฟเวอร์ และได้รับข่าวสารที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

Ananthanarayanan และคณะ [1] ได้เสนอแนวคิดแบบ OWeB หรือ Offline Web Browsing ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครือข่าย เนื่องจากมีการใช้กลไกอัตโนมัติในการดึงข่าวสารจากเว็บไซต์ผู้ให้บริการข่าวและจัดเก็บข่าวสารที่ได้ในเครื่องผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถอ่านข่าวแบบออฟไลน์ได้

จากงานวิจัยที่กล่าวมาเห็นได้ว่ามีการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RSS ในหลายๆ ด้าน อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยที่กล่าวถึงการพัฒนาระบบรวบรวมข่าวสารที่ใช้เทคโนโลยี RSS ซึ่งผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิก และเลือกรับประเภทข่าวสารและเว็บไซต์ตามที่ต้องการได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ เพื่อรวบรวมข่าวสารล่าสุดประเภทต่างๆ จากหลายเว็บไซต์ โดยที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตามข่าวสารได้ทุกประเภท ส่วนผู้ใช้ที่สมัครสมาชิกสามารถเลือกรับข่าวสารแต่ละประเภทตามที่ต้องการได้

3. ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้

ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ (ANASUP) มีวัตถุประสงค์เพื่อ รวบรวมข่าวสารล่าสุดประเภทต่างๆ จากหลายเว็บไซต์ และนำเสนอให้กับผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตามข่าวสารได้ทุกประเภท ส่วนผู้ใช้ที่สมัครสมาชิกสามารถเลือกรับข่าวสารแต่ละประเภทตามที่ต้องการได้ ทำให้ผู้ใช้ได้รับข่าวสารอย่างสะดวกรวดเร็ว และได้รับข่าวสารที่เป็นปัจจุบัน

3.1 แนวคิดสำหรับการออกแบบ

ในการออกแบบระบบได้ออกแบบโดยคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) สามารถรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในเว็บไซต์ของประเทศไทย

2) ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกเพื่อเลือกรับประเภทข่าวสารตามที่ต้องการได้

3.2 สถาปัตยกรรมโดยรวม

ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้แบ่งการทำงานออกเป็นส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

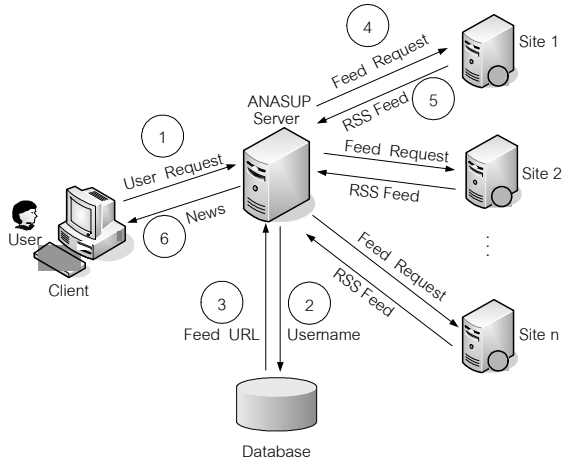
1) เซิร์ฟเวอร์ ทำการประมวลผลเพื่อดึงและรวบรวบเอกสาร RSS จากเว็บไซต์ต่างๆ ตามการร้องขอจากผู้ใช้

2) ไคลเอนต์ แสดงผลข่าวสารที่ได้จากการร้องขอ ผ่านทางบราวเซอร์ของผู้ใช้

3) ฐานข้อมูล ใช้เก็บข้อมูลประเภทข่าวสาร และเว็บไซต์ตามความต้องการของสมาชิกแต่ละคน

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ส่วนประกอบต่างๆ ทำงานร่วมกันเป็นขั้นตอนดังแสดงในแบบจำลอง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบจำลองระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้

ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) ผู้ใช้ร้องขอบริการข่าวสาร (User Request) จากหน้าเว็บไซต์

2) สำหรับผู้ใช้ซึ่งเป็นสมาชิก เซิร์ฟเวอร์จะทำการตรวจสอบชื่อผู้ใช้ (Username) ในฐานข้อมูล จากนั้นจะดึงข้อมูลประเภทข่าวสาร และชื่อเว็บไซต์ตามความต้องการของสมาชิก เพื่อค้นหา Feed URL ส่วนผู้ใช้ทั่วไป เซิร์ฟเวอร์จะดึง Feed URL ทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

3) Feed URL ที่ได้ จะส่งกลับมายังเซิร์ฟเวอร์

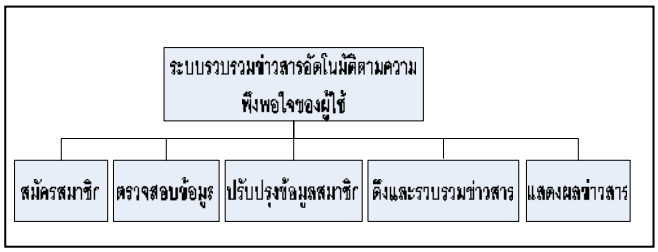
4) เซิร์ฟเวอร์จะส่งการร้องขอ RSS Feed ไปยังเว็บไซต์ผู้ให้บริการข่าวต่างๆ ตาม Feed URL ที่ได้

5) เซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการข่าวสารจะส่ง RSS Feed ในรูปแบบของ XML กลับมายังเซิร์ฟเวอร์

6) เซิร์ฟเวอร์ จะสกัด RSS Feed ซึ่งอยู่ในรูปของ XML เพื่อนำข้อมูลภายในแท็กต่างๆ เช่น หัวข้อของข้อมูล <title> รายละเอียดของข้อมูล <description> และไฟล์มีเดียที่แนบมากับข้อมูล <enclosure> มาแสดงผลให้กับผู้ใช้ (User) ผ่านทางบราวเซอร์ของผู้ใช้ โดยผู้ใช้ทั่วไปจะได้รับข่าวสารทั้งหมด ส่วนสมาชิกจะได้รับข่าวสารแต่ละประเภทตามที่ต้องการ

4. การพัฒนาระบบและผลลัพธ์

การพัฒนาระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ ใช้ภาษา PHP โดยพัฒนาเป็น Web-based Reader ใช้ AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการทำงานร่วมกันระหว่าง JavaScript กับ XML ส่วนบราวเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบระบบคือ Internet Explorer โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ส่วน แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผังการทำงานของระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้

4.1 การสมัครสมาชิก

ผู้ใช้สามารถสมัครเป็นสมาชิกได้โดยการป้อนข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ เลือกรับประเภทข่าวสารและเว็บไซต์ที่ต้องการ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลของระบบ จากนั้นสมาชิกสามารถนำชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน ไปใช้ในการเข้าระบบครั้งต่อไป

4.2 การตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลในการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ และสมาชิก โดยทุกครั้งที่มีการเข้าใช้งานระบบ ผู้ดูแลระบบและสมาชิกจะต้องป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งานระบบ และหากป้อนข้อมูลผิดพลาดจะไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้

4.3 ปรับปรุงข้อมูลสมาชิก

การปรับปรุงข้อมูลสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายสมาชิก และ ฝ่ายผู้ดูแลระบบ โดยที่มีการทำงานดังนี้

1) ฝ่ายสมาชิก สามารถ ดู เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก

2) ฝ่ายผู้ดูแลระบบ สามารถ ดู เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลของสมาชิกทุกคน

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4.4 ดึงและรวบรวมข่าวสาร

การดึงและรวบรวมข่าวสาร เป็นส่วนที่ตรวจสอบข่าวสารล่าสุดจากเว็บไซต์ต่างๆ โดยการดึง เลือก และรวบรวมข่าวสารล่าสุดเพื่อนำข่าวสารที่ได้มาแสดงผล

4.5 การแสดงผลข่าวสาร

การแสดงผลข่าวสาร เป็นส่วนที่แสดงผลข่าวสารล่าสุดที่ทำการดึงและรวบรวมมาจากเว็บไซต์ต่างๆ ซึ่งแบ่งการแสดงผลได้ดังนี้

1) ฝ่ายผู้ใช้ทั่วไป จะแสดงผลข่าวสารล่าสุดทั้งหมด

2) ฝ่ายสมาชิก จะแสดงผลข่าวสารล่าสุดตามประเภทข่าวและเว็บไซต์ที่เลือก

3) ฝ่ายผู้ดูแลระบบ จะแสดงผลข่าวสารล่าสุดตามประเภทข่าว และเว็บไซต์ที่เลือก

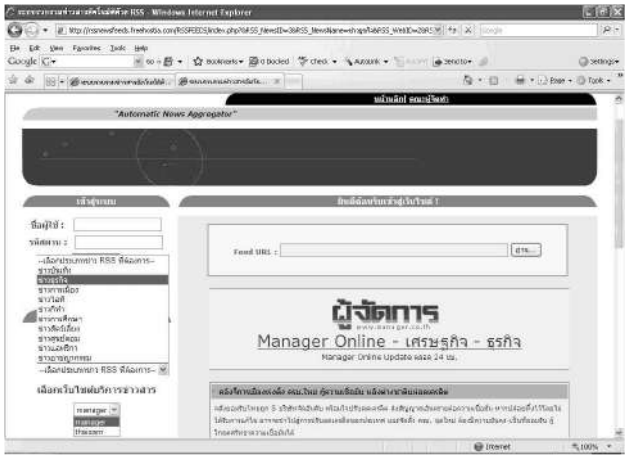
ในส่วนของการดึง รวบรวม และแสดงผลข่าวสาร มีขั้นตอนวิธีในการทำงานดังรูปที่ 5

```
Method getFeedUrl()
  if (user is member)
    get username
    get all newsTypes and websites from username
    choose newsType and website for reading
    get feedUrl from newsType and website
    getNews(feedUrl)
  else
    get all newsType and website from database
    choose newsType and website for reading
    getNews(feedUrl)
  end if
end method getFeedUrl
Method getNews(feedUrl)
  download feed content from feedUrl
  for each item in the feed
    get data in <title>, <description>
    and <enclosure> section
  end for
end method getNews
```

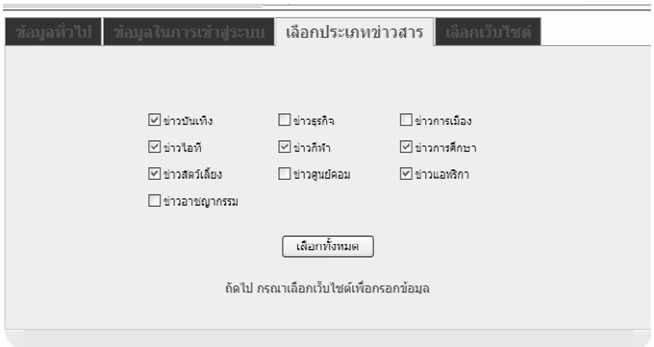
รูปที่ 5 ขั้นตอนวิธีการดึง รวบรวม และแสดงผลข่าวสาร

4.6 ผลลัพธ์จากการทดลอง

ทดสอบการทำงานโดยดึงเอกสาร RSS Feed จากเว็บข่าว ในส่วนของผู้ใช้ทั่วไปผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 6(ก) โดยจะแสดงผลข่าวสารล่าสุดทั้งหมด และส่วนของสมาชิกจะสามารถเลือกรับประเภทข่าวสารและเว็บไซต์ที่ต้องการได้ดังแสดงในรูปที่ 6(ข) และ (ค) จากนั้นจะแสดงผลข่าวสารตามประเภทข่าวและเว็บไซต์ที่สมาชิกต้องการดังแสดงในรูปที่ 6(ง)



ก) ผลการแสดง RSS Feed ของผู้ใช้ทั่วไป



ข) การลงทะเบียนเลือกรับประเภทข่าวสารของสมาชิก

ค) การลงทะเบียนเลือกรับเว็บไซต์ของสมาชิก

ง) ผลการแสดง RSS Feed ของสมาชิก

รูปที่ 6 แสดงผลลัพธ์จากการทดลอง

จากผลการทดลองเห็นได้ว่า ระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ สามารถรวบรวม RSS Feed และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารไปยังผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยส่วนของผู้ใช้ทั่วไปจะแสดงผลข่าวสารล่าสุดทั้งหมด และส่วนของสมาชิกจะแสดงผลข่าวสารล่าสุดตามประเภทข่าวและเว็บไซต์ ซึ่งได้จากข้อมูลการลงทะเบียนของสมาชิก

5.บทสรุป

บทความนี้นำเสนอระบบรวบรวมข่าวสารอัตโนมัติตามความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งระบบจะดึงและรวบรวมข่าวสารจากเว็บไซต์ต่างๆ จากนั้นจะแสดงข่าวสารล่าสุดทั้งหมดให้กับผู้ใช้ทั่วไป และส่วนของสมาชิกจะแสดงผลข่าวสารล่าสุดตามประเภทข่าวสาร และเว็บไซต์ที่สมาชิกได้ทำการลงทะเบียน โดยจัดทำเป็นระบบการให้บริการผ่านทางเว็บไซต์ ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง RSS Reader เพียงแค่ใช้บราวเซอร์ก็สามารถอ่านเอกสาร RSS ได้ ทำให้ผู้ใช้ได้รับข่าวสารอย่างสะดวกรวดเร็ว

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Anathanarayanan, G., Blagsvedt, S., and Toyama, K.,"OWEB: A Framework for Offline Web Browsing". Web Congress LA-Web Fourth Latin American, 2006, pp. 15-24.

[2] BBC [Online]. Available from: http://www.bbc.co.uk/ [2008, December]

[3] Boston Globe [Online]. Available from: http://www.boston.com/bostonglobe [2008, December]

[4] Ellen Finkelstein, Syndicating Web Sites with RSS Feeds For Dummies® (Hoboken: Wiley Publishing, 2005), pp. 9-29.

[5] Jun, S., and Ahamad, M., "FeedEx: Collaborative Exchange of News Feeds". The International World Wide Web Conference Committee (IW3C2), 2006, pp. 113-122.

[6] Manager Online [Online]. Available from: http://www.manager.co.th [2008, December]

[7] Mozilla [Online]. Available from: http://th.www.mozilla.com [2008, December]

[8] New York Times [Online]. Available from: http://www.nytimes.com [2008, December]

[9] RSSTHAI [Online]. Available from: http://www.rssthai.com [2008, December]

[10] THAISARN.com [Online]. Available from: http://www.thaisarn.com/th/index.html [2008, December]

[11] Wang, T., Yu, N., Li, Z., and Li, M., "nReader: Reading News Quickly, Deeply and Vividly". CHI-2006, 2006, pp. 1385-1390.

[12] W3C, "Extensible Markup Language (XML)", [Online]. Available from: http://www.w3.org/XML [2008, December]

[13] W3Schools, "RSS Tutorial", [Online]. Available from: http://www.w3schools.com/rss [2008, December]

[14] Yahoo [Online]. Available from: http://www.yahoo.com [2008, December]

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบตรวจสอบและรายงานสภาพเว็บไซต์ผ่าน IVR

อนุวัตร์ สมบุญ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
anuwat.sombun@nectec.or.th

บุญชัย งามวงศ์วัฒนา
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
boonchai.ngamwongwattana@nectec.or.th

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากสามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทั่วโลก โดยเฉพาะการทำธุรกรรมผ่านอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดธุรกิจและบริการแบบออนไลท์จำนวนมาก หน้าเว็บไซต์จึงเสมือนเป็นหน้าร้านค้าหรือสำนักงานแบบออนไลท์ที่ใช้ติดต่อกับลูกค้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หน้าเว็บไซต์จึงมีความสำคัญมาก เมื่อเกิดปัญหากับหน้าเว็บไซต์ผู้ดูแลจะต้องทราบทันทีเพื่อแก้ไขให้เว็บไซต์กลับมาใช้งานได้ตามปกติโดยทันทีทันใด งานตรวจสอบเว็บไซต์เป็นงานที่สำคัญงานหนึ่งเพราะเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งาน ผู้ให้บริการ และผู้ดูแลเว็บไซต์โดยตรง แต่การตรวจสอบเว็บไซต์ต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคหลายด้าน จำนวนหน้าเว็บไซต์เป็นอีกปัญหาหนึ่งเพราะในแต่ละเว็บไซต์จะประกอบด้วยหน้าเว็บไซต์จำนวนมาก บทความนี้เราได้เสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ด้วยระบบ VoIP Asterisk ซึ่งสามารถแจ้งเตือนปัญหาเกี่ยวกับเว็บไซต์ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ นอกจากนี้ยังมีการรองรับการยืนยันรับทราบการแจ้งเตือนผ่านระบบ IVR (Interactive Voice Response) ด้วย โดยใช้เทคโนโลยี text-to-speech ระบบสามารถรายงานปัญหาได้ รวมถึงชื่อเซิฟเวอร์ เวลาที่เกิดปัญหา และอื่นๆ และด้วยเทคโนโลยีของ VoIP (Voice over IP) ที่มีรูปแบบการให้บริการและราคาที่หลากหลาย เราแสดงให้เห็นว่าเราสามารถสร้างระบบการแจ้งเตือนที่มีประสิทธิภาพ และมีค่าใช้จ่ายถูกกว่าระบบอื่นๆ

Abstract

The Internet is a powerful technology that allows people all over the world to communicate and share the information. An important aspect of the Internet is electronic commerce that enables people to buy, sell, or exchange goods or merchandise. A website becomes an online store or office that can serve the customers anytime and from anywhere. When a problem arise on the server, services provided by the website could be disrupted; as a result, causing a revenue loss. Therefore, it is a crucial task for the administrator to ensure that the website is up and running all the time with the highest level of reliability. To achieve this task, the administrator must know as soon as possible so that the problem can be fixed within the least amount of time. In this paper, we present an alert notification system based on the VoIP Asterisk that can automatically check the status of the websites and issue the notification by a call to the administrator's mobile phone. Since nowadays most people carry a mobile phone, the administrator can get the notification wherever they are. In addition, the system supports IVR (Interactive Voice Response) that allows the administrator to acknowledge the problem to the system. With the incorporated text-to-speech technology, the system can speak out (through the phone) the server name, the down time, the problem, etc. And with the VoIP (Voice over IP) technology, numerous service/pricing plans are available by the carriers. This allows us to build an efficient alert notification system that is much more affordable than other alternatives.

คำสำคัญ

Asterisk, IVR (Interactive Voice Response), VoIP (Voice over IP), website monitoring

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตมีการใช้งานอย่างกว้างขวางมีบริการจำนวนมากบนอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะการเผยแพร่ข้อมูลบนเว็บไซต์ ทำให้ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจำนวนมากสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เว็บไซต์จึงมีความสำคัญมากเพราะเป็นเหมือนสื่อสารสนเทศสำหรับการเผยแผ่ข้อมูลข่าวสาร โฆษณาสินค้าและบริการต่างๆ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดธุรกรรมแบบออนไลน์ระหว่างผู้ใช้อินเทอร์เน็ตซึ่งอาจเป็นเจ้าของสินค้าหรือบริการกับลูกค้าหรือผู้รับบริการ ตัวอย่างเช่น การดำเนินธุรกิจการค้าหรือการซื้อขายบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียกกว่า E-Commerce ที่สามารถเข้าถึงลูกค้าได้อย่างรวดเร็วผ่านหน้าเว็บไซต์ หน้าเว็บไซต์จึงเปรียบเสมือนเป็นหน้าร้านค้าหรือสำนักงานบริการแบบออนไลน์ที่สามารถให้บริการได้ตลอดเวลา เมื่อเกิดปัญหากับหน้าเว็บไซต์ไม่สามารถใช้งานได้ทำให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตหรือลูกค้าคนสำคัญไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ เหมือนร้านค้าหรือสำนักงานบริการปิดบริการโดยที่เจ้าของธุรกิจไม่ทราบ สร้างความเสียหายให้แก่ธุรกิจ และเกิดการสูญเสียรายได้ การไม่สามารถเข้าใช้งานหน้าเว็บไซต์ของผู้ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอาจเกิดได้จาก

หลายสาเหตุ เริ่มตั้งแต่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์ที่ให้บริการเว็บไซต์ไม่ทำงาน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์ไม่สามารถใช้งานได้ บริการเว็บเซิฟเวอร์บนเครื่องเซิฟเวอร์ที่ให้บริการไม่ทำงาน โดยเฉพาะในหนึ่งเว็บไซต์จะประกอบด้วยหน้าเว็บไซต์ใช้งานจำนวนมาก เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าปัจจุบันหน้าเว็บไซต์ของเราทั้งหมดยังคงสถานะใช้งานได้ เราจะทราบได้อย่างไรเมื่อเกิดปัญหาเช่นนี้กับเว็บไซต์ของเรา จากปัญหาดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะการทำงานของเว็บไซต์ตลอดเวลาและแจ้งเตือนแก่ผู้ดูแลเว็บไซต์ทันทีที่เว็บไซต์เกิดปัญหาขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ดูแลเว็บไซต์สามารถทำการแก้ไขเว็บไซต์ให้สามารถกลับมาใช้งานได้โดยทันทีทันใด และทำให้เว็บไซต์สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาและมีความหน้าเชื่อถือมากขึ้นจากผู้ใช้อินเทอร์เน็ต

บทความนี้เราได้เสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR (Interactive Voice Response) เป็นระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสถานะการคงอยู่ของเว็บไซต์โดยการส่งข้อความเสียงแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์สามารถแจ้งได้ทั้งโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและง่ายดายโดยผู้ขอใช้บริการไม่มีต้องมีความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อนใดๆเลย เพียงผู้ใช้บริการสามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้และระบบสามารถทำการตรวจสอบหน้าเว็บไซต์ได้จำนวนไม่จำกัดตามความต้องการของผู้ใช้บริการ ที่สำคัญส่วนการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำ เนื่องด้วยการใช้ระบบการโทรผ่าน VoIP

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การตรวจสอบถานะการคงอยู่ของเว็บไซต์โดยทั่วไปจะทำการตรวจสอบโดยการเขียนสคริปสำหรับตรวจสอบหน้าเว็บไซต์ที่ต้องการและทำการแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล์หรือการส่งข้อความไปยังระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (SMS) การเขียนสคริปในการตรวจสอบผู้ตรวจสอบต้องมีความเชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรมภาษาและต้องทราบวิธีการตรวจสอบซึ่งต้องการความรู้เชิงเทคนิคในระดับหนึ่ง การส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล์เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกแต่จนกว่าผู้ตรวจสอบจะทราบว่าเว็บไซต์ผิดปกติผู้ตรวจสอบต้องตรวจสอบอีเมล์ถึงจะทราบได้ว่ามีอีเมล์แจ้งเตือนเข้ามาทำให้เกิดความล่าช้าในการรับรู้และแก้ปัญหา การส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเพราะสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเว็บไซต์ได้ทันที แต่ถ้าเกิดกรณีโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่ไม่มีสัญญาณหรือแบตเตอร์รี่หมดก็ทำให้พลาดการรับทราบการแจ้งเตือนได้เช่นกัน การส่งข้อความผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังมีความจำเป็นต้องมีเกตเวย์สำหรับการส่งข้อความหรือใช้บริการส่งข้อความของผู้ให้บริการส่งข้อความอื่นๆ ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ บางครั้งต้องมีค่าใช้จ่ายแบบเหมาจ่ายเป็นรายเดือนทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนขององค์กรธุรกิจขนาดเล็ก ส่วนการใช้โปรแกรมในการตรวจสอบที่มีการแจกจ่ายอยู่ทั่วไปบนอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้งานอาจจะต้องใช้ความรู้เชิงเทคนิคเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม การตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งานโปแกรมให้ทำงานตามต้องการ ซึ่งทำให้เกิดความซับซ้อนสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่มีความชำนาญทางด้านนี้

ระบบของเราสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อนเพราะใช้งานผ่านเว็บอินเทอร์เฟสเพียงใส่ข้อมูลที่จำเป็นก็สามารถทำการตรวจสอบเว็บไซต์ได้และการแจ้งเตือนของระบบทำงานผ่านทางระบบโทรศัพท์ช่วยลดค่าใช้จ่ายส่วนบริการส่งข้อความและยังสามารถเลือกใช้บริการแจ้งเตือนผ่านระบบ VoIP ซึ่งมีอัตราค่าโทรศัพท์ถูกเป็นพิเศษเพียง 0.17บาท/นาที เท่านั้น ตัวอย่างเช่นบริการ totnetcall [1] และสามารถโทรแจ้งเตือนได้ทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์พื้นฐานทำให้ไม่พลาดการแจ้งเตือนกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนไม่มีสัญญาณหรือแบตเตอร์รี่หมด

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 Asterisk

Asterisk [2] เป็นโปรแกรม open source สามารถทำหน้าที่เป็น IP PBX และ Hybrid PBX ให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์แบบ VoIP แบบอนาล็อกและแบบดิจิตอลได้ Asterisk สามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการเช่น Linux, Mac OS X, OpenBSD, FreeBSD และ Sun Solaris และรวมเอาคุณลักษณะการทำงานเกือบทั้งหมดของโทรศัพท์

ไว้ด้วย Asterisk สามารถทำหน้าที่เป็นระบบตอบรับอัตโนมัติ (IVR) ทำให้ระบบสามารถติดต่อระหว่างผู้ใช้งานได้ AGI (Asterisk Gateway Interface) เป็นส่วนติดต่อกับ Asterisk ทำให้เราสามารถเพิ่มฟังก์ชันการทำงานได้ โดยการทำงานเป็นลักษณะสคริป สามารถใช้ภาษาโปรแกรมเขียนติดต่อได้หลายภาษาเช่น Perl, PHP, C, Pascal, Bourne Shell ,Python, Java, .NET เป็นต้น Asterisk Manager API เป็นคำสั่ง API ทำงานติดต่อกับ Asterisk ผ่านทาง Socket เพื่อควบคุมการทำงานและอ่านสถานะของ PBX ผ่านโปรโตคอล TCP/IP ได้ ทำให้เราสามารถเพิ่มฟังก์ชันการทำงานตามต้องการได้ในการควบคุมการทำงานของ Asterisk เช่นระบบ Automated Attendant และการสั่งให้ระบบโทรออกเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสถานะของเว็บไซต์ของเราได้

3.2 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

HTTP [3] เป็นโปรโตคอลสื่อสารสำหรับการแลกเปลี่ยนสารสนเทศผ่านอินเทอร์เน็ตที่นำไปสู่การเชื่อมต่อกับเวิลด์ไวด์เว็บ HTTP เป็นการพัฒนาร่วมกันโดย World Wide Web Consortium (W3C) และ Internet Engineering Task Force (IETF) โดยออกมาเป็นชุดเอกสาร RFC ซึ่ง HTTP/1.1 เป็นรุ่นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน HTTP เป็นมาตรฐานที่ใช้ร้องขอและตอบรับระหว่างเครื่องลูกข่ายของผู้ใช้ปลายทางกับเครื่องแม่ข่ายที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ HTTP สามารถนำไปใช้ได้บนโปรโตคอลเครือข่ายใดๆ ก็ได้ ซึ่ง HTTP คาดหวังเพียงว่าจะเป็นการสื่อสารที่เชื่อถือได้ ดังนั้นโปรโตคอลใดๆ ที่มีการรับรองก็สามารถใช้งานได้ ปกติเครื่องลูกข่าย HTTP จะเป็นผู้เริ่มสร้างการร้องขอก่อน โดยเปิดการเชื่อมต่อ Transmission Control Protocol (TCP) ไปยังพอร์ตที่ เจาะจงของเครื่องแม่ข่าย (พอร์ต 80 เป็นค่าปริยาย) เครื่องแม่ข่าย HTTP จะเปิดรอรับข้อความการร้องขอของเครื่องลูกข่าย และเมื่อเครื่องแม่ข่ายได้รับการร้องขอแล้ว จะตอบรับด้วยข้อความสถานะอันหนึ่ง ตัวอย่างเช่น "HTTP/1.1 200 OK" และตามด้วยเนื้อหาของมันเองส่งไปด้วย เนื้อหานั้นอาจเป็นแฟ้มข้อมูลที่ร้องขอ ข้อความแสดงข้อผิดพลาด หรือข้อมูลอย่างอื่น ระบบของเราได้ใช้ข้อความแสดงสถานะหรือความผิดพลาด สำหรับแสดงสถานะของหน้าเว็บไซต์

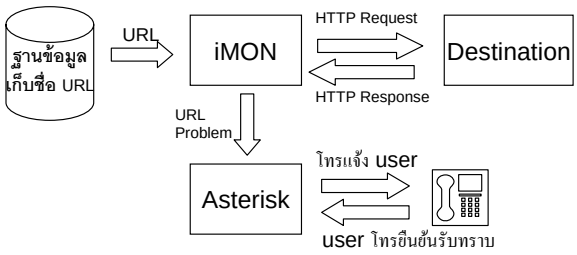
3.3 Vaja Text To Speech Synthesis

โปรแกรมวาจา [4] เป็นโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยพัฒนาโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยมนุษย์ภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงพูดในการใช้งานส่วนใหญ่ต้องใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาษา ทำให้ได้เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียงพูดจากข้อความ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้อความภาษาไทย เพื่อหาวิธีการอ่านข้อความแล้วแปลงข้อความภาษาไทยให้เป็นเสียงพูดภาษาไทยได้ ระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR ได้ใช้โปแกรมวาจาสำหรับสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยเก็บไว้สำหรับแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งานโดยการใช้งานโปรแกรมวาจาผ่านบริการเว็บเซอร์วิสของหน่วยปฏิบัติการวิจัยมนุษย์ภาษา โดยส่งข้อความภาษาไทยที่ต้องการสร้างข้อความเสียงไปยังวาจาเว็บเซอร์วิสแล้วทำการดาวน์โหลดไฟล์เสียงเก็บไว้ที่ฮาร์ดไดร์ทำให้ระบบสามารถสร้างไฟล์เสียงแจ้งเตือนได้อย่างอัตโนมัติ เมื่อมีการเพิ่มเว็บไซต์ใหม่ที่ต้องการตรวจสอบจากผู้ใช้งานภายในระบบ

4. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR หรือเรียกว่า iMoN (IVR Monitoring system) มีการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 1 คือระบบจะคอยตรวจสอบสถานะการคงอยู่ของหน้าเว็บไซต์หรือ Service HTTP ด้วยการส่ง HTTP Request ไปที่หน้าเว็บไซต์หรือ URL ที่สมาชิกต้องการให้ระบบคอยตรวจสอบ แล้วบันทึกข้อความที่ตอบกลับจากเว็บไซต์ลงฐานข้อมูล ถ้าระบบตรวจสอบแล้วพบว่า Service HTTP นั้นไม่สามารถใช้งานได้ ระบบจะโทรแจ้งไปยังสมาชิกเจ้าของ Service HTTP นั้นทันที การแจ้งเตือนของระบบจะทำการโทรศัพท์ไปยังสมาชิก เพื่อแจ้งเตือนความผิดพลาดเรื่อยๆ จนกว่าสมาชิกจะทำการยืนยันการรับรู้หรือครบจำนวนครั้งที่สมาชิกได้กำหนดไว้ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการใช้งานระบบของสมาชิกแต่ละคนเมื่อทำการสมัครใช้งาน การยืนยันการรับรู้สมาชิกสามารถทำการยืนยันการรับรู้ได้ทั้งทางโทรศัพท์และทางหน้าเว็บไซต์ของระบบ การยืนยันการรับรู้ผ่านทางโทรศัพท์

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR

จะติดต่อกับระบบ IVR ผ่านคำสั่ง AGI ซึ่งสามารถเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานได้ด้วยภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ โดยใช้คำสั่งที่มีเฉพาะที่เรียกว่า AGI Command [5] ของ Asterisk ทำให้ระบบสามารถทำงานได้ 2 ทิศทางติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านทางสายโทรศัพท์และยังสามารถใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์ของระบบได้ ผู้ใช้งานสามารถเพิ่ม URL แก้ไข กำหนดค่าการใช้งาน และดูบันทึกผลรายงานการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์ได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์รายงานผลของระบบอีกด้วย

4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนติดต่อ User ผ่านหน้าจอเว็บไซต์ของระบบ ส่วนทำการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์และส่วนแจ้งเตือนสถานะเว็บไซต์ไปยัง User การออกแบบเป็นดังต่อไปนี้

4.1.1 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานผ่านหน้าจอเว็บไซต์ของระบบ (Web User Interface)

ระบบของเราได้ออกแบบส่วนติดต่อผ่านเว็บไซต์สำหรับ User สมัครการใช้งาน กรอกรายละเอียดเกี่ยวกับ User และรายชื่อ URL ที่ต้องการตรวจสอบสถานะผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้ User ใช้งานได้สะดวก โดยไม่ต้องมีความรู้ทางเทคนิคที่ซับซ้อนเพียง User สามารถใช้อินเทอร์เน็ตและกรอกข้อมูลให้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้เท่านั้นเอง ระบบยังสามารถกำหนดค่าการรายงานผลได้ว่าจะให้โทรแจ้งเป็นจำนวนกี่ครั้งหรือต้องการให้มีการยืนยันการรับทราบกลับมายังระบบด้วย ผู้ใช้งานสามารถดูบันทึกรายงานการตรวจสอบสถานะผ่านเว็บไซต์ได้ ทำให้

```
Get URL from DataBase
while URL is not Empty
   if  HTTP Request (URL) equal to 5XX
        or HTTP Request (URL) equal to 4XX
      Collect Number of URL to array URL_FAIL_INFO
if URL_FAIL_INFO is not Empty
   Call Phone number to User
   Play voice Number URL_FAIL_INFO to User
```

รูปที่ 2 แสดงโค้ดการทำงานของระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR

สามารถตรวจสอบเวลาการทำงาน (uptime) และเวลาหยุดทำงาน (downtime) ของเว็บไซต์ได้ตลอดเวลา

4.1.2 ส่วนทำการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์ (Monitoring System)

ระบบจะนำรายชื่อ URL ที่ต้องการตรวจสอบสถานะของUser แต่ละคนที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลมาดำเนินการตรวจสอบ service HTTP ด้วยการส่ง HTTP Request ไปยัง URL ที่ต้องการตรวจสอบ และบันทึกผลจาก HTTP Response ที่ URL ตอบกลับมาลงฐานข้อมูล ผลที่ได้รับแสดงเป็น HTTP status code ถ้า status code อยู่ในกลุ่มรหัส 4xx และ 5xx ระบบจะตีความหมายว่า Service HTTP ของ URL ไม่สามารถใช้งานได้และจัดเก็บรายชื่อ URL ที่ไม่สามารถใช้งานนี้เอาไว้ เนื่องจาก User แต่ละคนอาจมีรายชื่อ URL ที่ต้องการตรวจสอบสถานะหลาย URL ดังนั้นเมื่อระบบทำการตรวจสอบ URL ทั้งหมดของ User แต่ละคน ระบบจะนำรายชื่อ URL มา

```
function call()
{
if($socket = fsockopen("localhost",5038))
{
echo $this->userout;
fputs($socket, "Action: Login\r\n");
fputs($socket, "ActionID: 1\r\n");
fputs($socket, "UserName: phpagi\r\n");
fputs($socket, "Secret: phpagi\r\n\r\n");
sleep(1);
fputs($socket, "Action: Originate\r\n" );
fputs($socket, "Channel: Zap/3/".$this->userout."\r\n" );
fputs($socket, "Context: custom-callto\r\n" );
fputs($socket, "Priority: 1\r\n" );
fputs($socket, "CallerID: iMoN callOut\r\n" );
fputs($socket, "Async: true\r\n" );
fputs($socket, "Variable: SERVNUM=".$this->server.
"|USERID=".$this->userid."\r\n\r\n" );
sleep(2);
fputs($socket, "Action: Logoff\r\n\r\n");
}
return true;
}
}
?>
```

รูปที่ 3 แสดงโค้ดคำสั่ง API ผ่านทาง Socket โทรแจ้งเตือน

จัดเรียงเพื่อรวบรวมแล้วโทรไปหา User ตามหมายเลขโทรศัพท์ที่แจ้งไว้ ขั้นตอนการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 2

4.1.3 ส่วนติดต่อแจ้งเตือนสถานะเว็บไซต์ไปยังผู้ใช้ระบบ (Alert System)

เราใช้ฟังก์ชันการทำงานเป็นระบบโทรศัพท์ PBX และ IVR ของ Asterisk สำหรับการโทรแจ้งรายงานสถานะเว็บไซต์ เราสั่ง Asterisk ติดต่อผ่าน AGI ด้วยภาษา PHP ทำการโทรออกแจ้งเตือนแก่ User ไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ User แจ้งไว้ตอนสมัครสมาชิก พ้อมทั้งบอกหมาย URL ที่เกิดปัญหาที่ User กำหนดไว้ในระบบ ในทางกลับกันระบบของเราสามารถให้ User ติดต่อกลับได้อีกด้วย โดยการโทรเข้ามาทำการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR และมีส่วนของการยืนยันการรับทราบ กรณีที่มีการกำหนดจำนวนครั้งของการโทรแจ้งเตือนหรือกำหนดให้ระบบโทรแจ้งเตือนไปเรื่อยๆ และหยุดโทรแจ้งเมื่อ User โทรเข้ามายังระบบเพื่อยืนยันการรับทราบผ่านระบบ IVR เมื่อ User โทรเข้ามายังระบบ ระบบ IVR จะทำการรับแบบอัตโนมัติ และมีเมนูเสียงให้เลือกว่า “ตรวจสอบ URL ที่ไม่สามารถใช้งานได้” หรือ ”ยืนยันการรับทราบ” ทำให้ระบบสามารถทำงานได้แบบสองทิศทางโดยหลังจากการยืนยันการรับทราบเสร็จสิ้นแล้ว ระบบจะไม่ทำการโทรแจ้ง URL ที่ผิดปกตินั้นไปยัง User อีก และหลังจากที่ระบบทำการตรวจสอบแล้วพบว่า URL นั้นมี Service HTTP เป็นปกติแล้วจะเปลี่ยนสถานะการรับรู้ในระบบฐานข้อมูลให้มีสถานะเป็นถูกอีกครั้ง

Asterisk Manager API [6] เป็นคำสั่ง API ทำงานติดต่อกับ Asterisk ผ่านทาง Socket เพื่อควบคุมการทำงานและอ่านสถานะของPBX ผ่านโปรโตคอล TCP/IP ซึ่งระบบของเราใช้สำหรับสั่งให้ Asterisk ทำการโทรแจ้งเตือนและส่งข้อความเสียงให้ผู้ใช้บริการ ตัวอย่างโค้ดแสดงดังรูปที่ 3 คำสั่ง Asterisk Manager API ที่สำคัญเช่น

- Login ทำการล็อกอินไปยัง Asterisk Manager
- Originate คำสั่งให้ Asterisk โทรออกไปยังหมายเลขที่กำหนดไว้ พร้อม context ที่ต้องการให้ user พบ รวมถึงส่งค่า SERVNUM (Server Number) และ USERID (User ID) ให้กับสคริปต์ AGI ภายใน context นั้นด้วย
- Logout ทำการล็อกเอาท์ออกจาก Asterisk Manager

4.2 ข้อจำกัดของระบบ

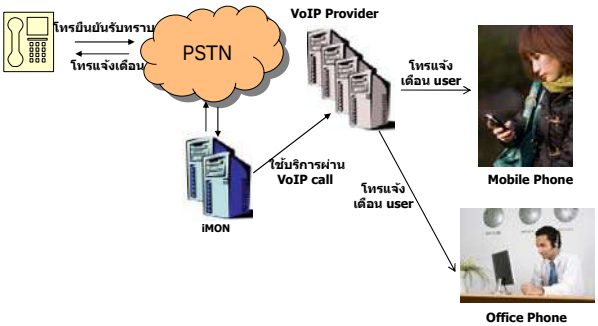
การทำงานของระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux และต้องทำการติดตั้งโปรแกรม Asterisk สำหรับใช้ฟังก์ชันโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้งาน ระบบจำเป็นต้องมีการ์ดอินเตอร์เฟสที่รองกับการทำงานกับโปรแกรม Asterisk หรือการ์ด X100P FXO [7] สำหรับติดตั้งสายโทรศัพท์จำนวนอย่างน้อยหนึ่งสาย สามารถติดต่อไปยังผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์ได้พร้อมกัน 1 คู่สาย สามารถขยายการรองรับการใช้งานได้โดยเพิ่มตามจำนวนการ์ดอินเตอร์เฟสและคู่สายโทรศัพท์

5. การทดลองการใช้งาน

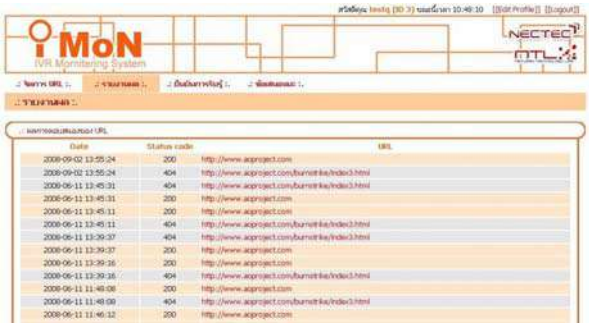
เราได้ทดลองใช้งานระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR โดยโครงสร้างระบบแสดงดังรูปที่ 4 เราทำการติดตั้งสคริปการทำงานของระบบและโปรแกรม Asterisk บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน โดยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่รันสคริปการตรวจสอบสถานะของเว็บไซต์และเก็บผลการตรวจสอบลงฐานข้อมูลของระบบ รวมทั้งรันสคริปควบคุมการทำงานโปรแกรม Asterisk ทำเป็น IP PBX สำหรับทำงานฟังก์ชันโทรศัพท์ติดต่อกับผู้ใช้งานทั้งการโทรแจ้งเตือนสถานะของเว็บไซต์และการโทรเข้ามายังระบบเพื่อตรวจสอบสถานะของเว็บไซต์หรือทำการยืนยันการรับทราบของผู้ใช้งานในกรณีที่มีการใช้ฟังก์ชันนี้

การทดลองใช้งานเราได้ทำการลงทะเบียนการใช้บริการผ่านหน้าเว็บไซต์ รายการของเว็บไซต์ที่ทำการตรวจสอบคือ http://www.aoproject.com,http://www.aoproject.com/burnstrike/index3.html ผลการตรวจสอบหน้าเว็บไซต์ http://www.aoproject.com ได้ผลการตรวจสอบเท่ากับ 200 ระบบทราบว่าเป็น Ok 200 อยู่ในโค้ดแสดงสถานะจำพวก Success 2xx แสดงว่าหน้าเว็บไซต์สามารถใช้งานได้ ส่วน http://www.aoproject.com/burnstrike/index3.html ได้ผลการตรวจสอบเท่ากับ 400 ระบบทราบว่าเป็น Bad request

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 4 โครงสร้างระบบการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์



รูปที่ 5 แสดงรายงานการตรวจสอบสถานะเว็บไซต์

400 อยู่ในโค้ดแสดงสถานะจำพวก Error 4xx, 5xx แสดงว่าหน้าเว็บไซต์มีความผิดปกติไม่สามารถใช้งานได้ ผลการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 5 ระบบจะทำการจดจำหมายเลข URL ของผู้ใช้งานที่มีความผิดปกติไว้ แล้วโทรแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านสายโทรศัพท์หรือบริการ VoIP เป็นข้อความเสียงบอกชื่อหมายเลขเว็บไซต์ที่ผิดปกติแก่ผู้ใช้งาน แล้วทำการบันทึกผลการโทรแจ้งไว้ในฐานข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผลรายงานได้ภายหลังผ่านหน้าจอเว็บไซต์และสามารถโทรฟังรายงานสถานะจากโทรศัพท์ได้อีกด้วย

6. บทสรุป

เราได้อธิบายการใช้งานระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างสคริปตรวจสอบสถานะเว็บไซต์ โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยวาจา และโปรแกรม Asterisk ซึ่งทำหน้าที่เป็น IP PBX และทำงานฟังก์ชันโทรศัพท์ทำให้ระบบสามารถทำการตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านโทรศัพท์ โดยการส่งข้อความเสียงแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบ เพื่อผู้ใช้บริการสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้ทันที ระบบตรวจสอบและรายงานสถานะเว็บไซต์ผ่านระบบ IVR เป็นต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการทดสอบแล้วว่าสามารถทำการตรวจสอบและแจ้งรายงานสถานะแก่ผู้ใช้บริการได้จริง และช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้ระบบส่งข้อความสำหรับการแจ้งเตือน ทำให้เว็บไซต์สามารถกลับมาใช้งานอย่างรวดเร็วเมื่อมีความผิดปกติ ทำให้เว็บไซต์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในการประยุกต์อย่างสมบูรณ์แบบ ควรพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะเว็บไซต์หรือเซิร์ฟเวอร์ให้รองรับการตรวจสอบโปรโตคอลได้มากขึ้นอย่างเช่น PING, HTTPS, FTP, SSH, SMTP, DNS, POP3, IMAP, MySQL และบริการต่างๆที่ทำงานผ่าน TCP/IP และระบบสามารถทำการตรวจสอบได้จากหลายเครือข่ายทั่วโลก เพื่อป้องกันความผิดพลาดและความน่าเชื่อถือจากการตรวจสอบได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Totnetcall. http://www.totnetcall.com/VoIP/rate.aspx สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

[2] B. Jackson, C. Clark III, L. Chaffin and J. Long, Asterisk Hacking. Burlington, MA: Syngress Publishing, 2007

[3] HTTP/1/1. http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

[4] VAJA Web service. http://vaja.nectec.or.th/ws/vaja-webservice.htm สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

[5] Asterisk AGI. http://www.voip-info.org/wiki-Asterisk+AGI สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

[6] Asterisk Manager API. http://www.voip-info.org/wiki-Asterisk+manager+API สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

[7] X100P FXO. http://www.x100p.com/products/FXO.php สืบค้น 12 มกราคม พ.ศ. 2552

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การปรับเปลี่ยนระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA เพื่อรองรับ IPv6

อากาศ กิตติวรเชฏฐ์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
nova_cengin@hotmail.com

นพปฎล พุมอาภรณ์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
noppapadol@hotmail.com

สุขุมาล กิติสิน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
sukumal.i@ku.ac.th

บทคัดย่อ

***ระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA[3] เป็นระบบจัดการแฟ้มข้อมูลกระจาย (Distributed File Systems)[1] ที่มีจุดเด่นคือสามารถแก้ไขข้อมูลได้แม้จะขาดการติดต่อกับ Server (Disconnected Operation) และในอนาคตระบบเครือข่ายกำลังจะก้าวเข้าสู่การใช้งาน IP version ที่ 6 (IPv6)[2] ซึ่งเป็นแบบแผนใหม่ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้งานทางระบบเครือข่ายที่เพิ่มมากขึ้น ทางผู้คณะจัดทำจึงเล็งเห็นว่าหากระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA ซึ่ง ณ ปัจจุบันทำงานอยู่บน IPv4[5] สามารถทำงานบนระบบ IPv6 ได้ก็จะสามารถขยายขอบเขตการใช้งานออกไปได้อย่างกว้างขวาง การทดสอบเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขข้อจำกัดนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญ แนวทางการปฏิบัติคือจะสร้างระบบทดสอบที่ประกอบด้วย client และ server ที่สามารถทำงานได้ทั้งบนเครื่องที่ใช้ IPv4 และ IPv6 แล้วทดสอบระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA บนระบบทั้งสองแล้วหาข้อผิดพลาดเพื่อแก้ไข**

จากการทดสอบและแก้ไขขณะนี้ระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA สามารถทำการยืนยันตัวผู้ใช้งานระบบผ่านทาง IPv6 ได้แล้วแต่ว่ายังไม่สามารถแก้ไขแฟ้มข้อมูลของระบบได้ เนื่องจากกระบวนการอ้างอิงถึงตัว server ยังใช้กับ IP address เพื่อการติดต่อ ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าควรเปลี่ยนเป็นอ้างอิงเป็นใช้ domain name ซึ่งสามารถอ้างอิงได้ทั้งบนระบบ IPv4 และ IPv6 จากการทดลองพบว่า RPC2[6] ซึ่งเป็น module สำหรับใช้ในการติดต่อระหว่าง client และ server สามารถรองรับการติดต่อแบบใช้ domain name บน IPv6 ได้

Abstract

Coda developed by the research group of M. Satyanarayanan at Carnegie Mellon University since 1987. It is a distributed file system providing flexibility to data server and network failures by using two essential methods -- disconnected operation and server replication. Nevertheless, Coda can recently be ported to many operating systems such as Linux, NetBSD, and FreeBSD etc. This notable file system is expected to become popular, widely used and full available for everyone. However Coda can be deployed on top of IPv4 networks which has been used for past twenty years and will be gradually replaced by IPv6 which can solve IPv4 address depletion. Our efforts are to port Coda to IPv6. This paper deeply represents how and where it is necessary Coda file system should be modified in order to support IPv6 and how Coda file system can be widely adopt in IPv6 world.

คำสำคัญ

CODA, IPv6, แฟ้มข้อมูล

1. บทนำ

ในปัจจุบันการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ร่วมงาน โดยทั่วไปแล้วข้อมูลต่างๆ ถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากสามารถจัดเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก สามารถเข้าและค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและแก้ไขได้ง่าย แต่ในการทำงานร่วมกันมากกว่าหนึ่งบุคคลขึ้นไป แต่ละคนอาจจะใช้แฟ้มข้อมูลชุดเดียวกัน ดังนั้นการที่จะเก็บข้อมูลที่แต่ละคนต้องการให้แยกออกจากกันอาจจะทำให้เกิดปัญหาหลายประการอาทิเช่น การซ้ำซ้อนของข้อมูล กล่าวคือถ้ามีการแก้ไขแฟ้มข้อมูลบางส่วน แฟ้มข้อมูลที่เก็บข้อมูลชุดเดียวกัน ที่ผู้ใช้คนอื่นสำรองไปใช้งานที่เครื่องของตนจะต้องถูกแก้ไขด้วย เพื่อให้ทุกคนที่ใช้งานได้ข้อมูลที่ตรงกัน จำเป็นต้องมีการติดตามว่าแฟ้มข้อมูลนั้นมีใครใช้งานบ้างแล้วตามไปแก้ไขทั้งหมด ซึ่งเกิดความยุ่งยากในการทำงาน

แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบแฟ้มข้อมูลทั่วไปนั้น ถ้าหากส่วนผู้ให้บริการหรือ File Server เกิดปัญหาไม่สามารถติดต่อได้ Mahadev Satyanarayanan นักวิจัยจากมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้มีการคิดค้นระบบจัดการแฟ้มข้อมูล Coda (Coda File System) ขึ้นมาเพื่อจัดการปัญหาการไม่สามารถติดต่อ Server ขณะทำงานได้ที่เรียกว่า Disconnected Operation เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้แม้ในขณะที่ส่วนให้บริการมีความขัดข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถมองแฟ้มข้อมูลที่อยู่บน Server เสมือนแฟ้มข้อมูลบนเครื่องตัวเอง และ ยังสามารถนำไปประยุกต์กับ

ระบบคอมพิวเตอร์ไร้สายแบบพกพาต่างๆ ซึ่งมีโอกาสที่จะหลุดจากการเชื่อมต่อกับส่วนให้บริการเมื่อไรก็ได้ ดังนั้นการแก้ปัญหาการไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Server ชั่วคราวของระบบแฟ้มข้อมูล Coda จะช่วยให้คอมพิวเตอร์ไร้สายแบบพกพา สามารถติดต่อกับ Server ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

คุณสมบัติอื่นๆของระบบแฟ้มข้อมูล Coda ยังมีความปลอดภัย เพราะก่อนการเข้าใช้งาน ผู้ใช้ต้องทำการยืนยันตนเอง (authentication) และข้อมูลที่ส่งจะถูกเข้ารหัสก่อนเพื่อป้องกันการถูกดักจับข้อมูลระหว่างทำงาน นอกจากนี้ยังมีการทำงานที่รวดเร็วเพราะระบบจะสำรองแฟ้มข้อมูลสำหรับใช้งานไว้บนเครื่องของผู้ใช้งาน ทำให้ไม่เสียเวลาในการส่งข้อมูลไปมาระหว่าง Server และ Client โดยไม่จำเป็น และยังปรับระดับการส่งข้อมูลให้เหมาะสมกับสภาพของระบบเครือข่ายในขณะนั้นได้อีกด้วย

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ในปัจจุบันในระบบเครือข่ายทั่วไปจะใช้โปรโตคอล IPv4 ในการอ้างอิง IP Address และมีการคาดการณ์ว่า IP Address ที่เราใช้กันในปัจจุบันนั้น อาจจะหมดลงในอนาคต จึงได้มีการนำ IPv6 ซึ่งเป็น Internet Protocol ที่สามารถรองรับผู้ใช้งานได้จำนวนมากกว่าด้วยขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บตำแหน่งที่อยู่ถึง 128 บิต (ใน IPv4 มีเพียง 32 บิต) และจะแทนที่ IPv4 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาระบบแฟ้มข้อมูล Coda File System ขึ้นเพื่อสนับสนุนโปรโตคอลรุ่นใหม่ที่จะนำมาใช้งานในอนาคตดังกล่าวนี้ได้

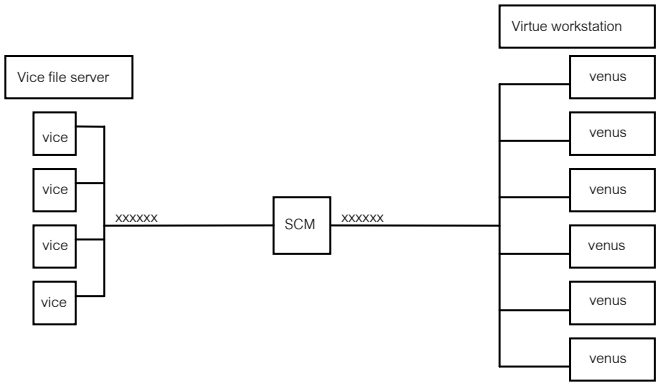
จากความนำที่กล่าวมาพบว่า Coda เป็นระบบจัดการแฟ้มข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เหมาะแก่การนำมาใช้สำหรับจัดการแฟ้มข้อมูลที่ใช้งานร่วมกันในองค์กร และ IPv6 ก็เป็นโปรโตคอลที่จะมีบทบาทสำคัญในโครงสร้างการสื่อสารในอนาคต แต่ Coda นั้นได้ถูกพัฒนาบน IPv4 จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงเพื่อให้สามารถทำการติดต่อกับ IPv6 ได้ ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญที่จะนำระบบแฟ้มข้อมูล Coda มาดัดแปลงให้สามารถทำงานได้บน IPv6 อย่างมีประสิทธิภาพในระบบเครือข่ายของอนาคตที่กำลังจะมาถึงนี้

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 Coda File System

ระบบแฟ้มข้อมูล Coda[15] ถูกพัฒนาโดย Carnegie Mellon University (CMU) ในปี 1990 และปัจจุบันได้รวมเข้ากับระบบปฏิบัติการ UNIX-base เช่น Linux ซึ่งระบบแฟ้มข้อมูล Coda จะอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับแฟ้มข้อมูลได้แม้จะขาดการติดต่อกับ server ไปแล้วก็ตาม นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่น ปลอดภัย และสามารถใช้งานแฟ้มข้อมูลบน server เสมือนกับแฟ้มข้อมูลนั้นอยู่บนเครื่อง client เอง

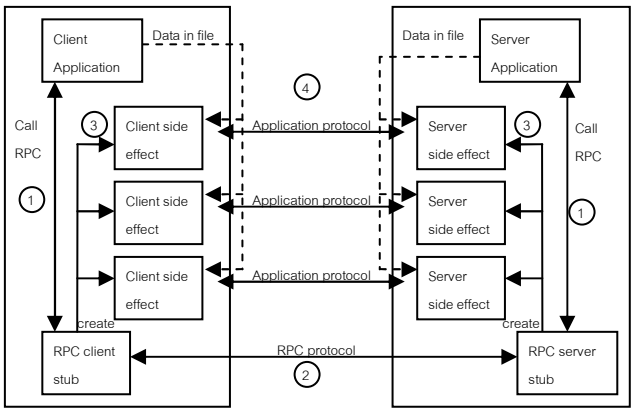
ระบบแฟ้มข้อมูล Coda เป็นเสมือนกับรุ่นที่สองของ ระบบแฟ้มข้อมูล Andrew (Andrew File Systems หรือ AFS[4]) ซึ่งแบ่งระบบออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มเล็กๆ ที่ทำหน้าที่เป็น server ของระบบชื่อว่า Vice โดยมี SCM (the master coda server) เป็นศูนย์กลางการจัดการกับ client รวมไปถึงการสำรองข้อมูลเพื่อให้สามารถกู้คืนได้ ส่วนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มของ client เรียกว่า Virtue workstations จะเป็นส่วนให้ผู้ใช้ติดต่อเข้าไปใช้งานระบบได้ ดังรูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของ ระบบจัดการแฟ้มข้อมูล Coda



รูปที่ 1 โครงสร้าง ระบบจัดการแฟ้มข้อมูล Coda

แต่ละ Virtue workstation จะมี user-level process ที่ชื่อว่า Venus มีหน้าที่ติดต่อแฟ้มข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน Vice และจะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับระบบได้ แม้จะขาดการติดต่อกับ server ไปแล้วก็ตาม นอกจากนี้ ยังคอยฟังการร้องขอข้อมูลภายในแฟ้มข้อมูลจากผู้ใช้งาน โดยเมื่อผู้ใช้งานเข้าไป directory /coda จะมีการติดต่อไปยัง server เพื่อขอข้อมูลภายในแฟ้มข้อมูล และเมื่อใช้คำสั่ง clog แล้วผู้ใช้งานจะสามารถแก้ไขข้อมูลภายในแฟ้มข้อมูลได้ แต่ถ้ายังไม่ได้ผ่าน

การใช้คำสั่ง แฟ้มข้อมูลจะเป็นแบบ Read Only หลังจากนั้นเมื่อมีการแก้ไขข้อมูลภายในระบบ venus จะทำการส่งข้อความที่แก้ไขกลับไปที่ server ผ่านทาง RPC2 ดังรูปที่ 2 แสดงการใช้งาน RPC2



รูปที่ 2 การใช้งาน RPC2

จากรูปที่ 2 ในขั้นแรกจะมีการสร้าง RPC2 module ขึ้นมาทั้งสองฝั่งเพื่อรอการสั่งการจากผู้ใช้งานระบบ เมื่อผู้ใช้งานต้องการติดต่อกับ server แบบเรียกใช้งานคำสั่งบน server ตามปกติ (Remote Procedure Call) ซึ่งการส่งข้อมูลกลับมาเป็น data type หรือ data structure ที่ทราบขนาดแน่นอน อย่างเช่นคำสั่ง clog ที่จะส่งผลกลับเพียงสถานะการยืนยันตัวผู้ใช้งานว่าถูกต้องหรือไม่ RPC2 ของ client จะติดต่อกับ server ผ่าน RPC Protocol เพื่อสั่งการและส่งผลกลับตามปกติตามหมายเลข 2 แต่หากผู้ใช้งานต้องการข้อมูลขนาดใหญ่ RPC2 ของ client ก็จะติดต่อกับ server แล้วทำการสร้าง side effect ดังหมายเลข 3 ซึ่ง side effect นั้นเป็นช่องสำหรับการส่งข้อมูลโดยสามารถเลือกได้ว่าจะใช้ protocol ใดในการส่งซึ่ง โดยปกติ RPC2 จะใช้ UDP เมื่อสร้าง side effect รอทั้ง 2 ฝั่งแล้วจะเริ่มส่งข้อมูลกันผ่าน protocol ที่กำหนดดังหมายเลข 4 เมื่อส่งข้อมูลครบก็จะปิด side effect นั้นและรอรับคำสั่งต่อไป

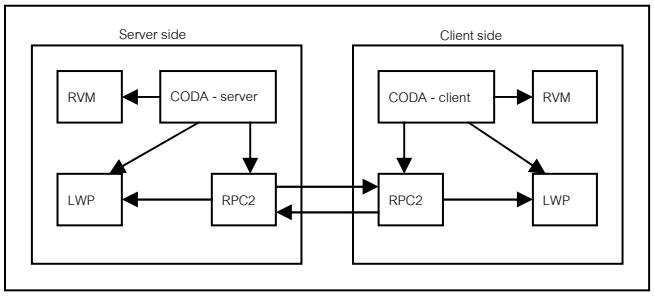
ความสามารถอื่นของ RPC2 คือ สามารถทำ multicast ได้ โดยเมื่อ client ทำการร้องขอข้อมูลไปใช้งาน Coda จะสร้างสำเนาไว้ในเครื่องของตนเองเก็บไว้ เมื่อมีการแก้ไขแฟ้มข้อมูลจะส่งกลับไปบอก server และ server จะ multicast ไปบอกกับ client อื่นที่ใช้งานข้อมูลเดียวกันว่า ข้อมูลชุดนี้มีการแก้ไข ถ้าหาก client เหล่านั้นยังติดต่อกับ server อยู่ จะสามารถรับข้อมูลและทำการแก้ไขสำเนาของไฟล์นั้นบนเครื่องตนเองและตอบกลับไปว่าได้รับการแก้ไขแล้ว แต่หาก client เครื่องใดไม่สามารถติดต่อกับ server ได้ในขณะนั้น server จะจดจำไว้ว่า client เครื่องนั้นยังไม่ได้รับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและเมื่อใดที่ client เครื่องนั้นได้เข้าติดต่อกับ server จึงจะทำการส่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงกลับไปอย่างเหมาะสม

4. รายละเอียดการพัฒนา

ในการดำเนินงานจะต้องสร้างเครือข่ายที่สามารถทำงานได้ทั้งบนระบบ IPv4 และ IPv6 สำหรับทดสอบระบบแฟ้มข้อมูล Coda แล้วจึงทดสอบหาข้อผิดพลาดโดยดูจาก output ของการทำงาน และ Log File นอกจากนี้ยังใช้โปรแกรมตรวจสอบความผิดพลาดในระหว่างการทำงานของระบบ (Debugger) เพื่อหาว่ามีความผิดปกติที่ส่วนใด จึงเข้าไปหาสาเหตุและแก้ไขพร้อมทั้งรายงานและสรุปผล

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบแฟ้มข้อมูล Coda แบ่งออกเป็นส่วนย่อยเพื่อทำงานในส่วนต่างๆ คือ RVM[8], RPC2, LWP และตัว Coda เอง นอกจากนี้ Coda ยังแบ่งออกเป็น 2 ฝั่งคือ client กับ server ในการดัดแปลงระบบแฟ้มข้อมูล Coda ให้ทำงานได้บนระบบ IPv6 นั้นจำเป็นต้องเข้าใจการทำงานและการติดต่อระหว่างกันในส่วนต่างๆ เพื่อจะตรวจสอบและแก้ไขการทำงานได้ตรงจุด ภาพรวมของการติดต่อระหว่างส่วนย่อยต่างๆ ของ Coda แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การติดต่อระหว่างส่วนย่อยภายในระบบแฟ้มข้อมูล CODA

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 LWP

Light-weight Process หรือ LWP เป็นส่วนที่ Coda และ RPC2 ใช้ในการจัดการเรื่อง Thread สำหรับการทำงานที่ต้องทำแบบคู่ขนาน (concurrent)

4.2.2 RVM

Recoverable Virtual Machine หรือ RVM ทำหน้าที่สำหรับกู้คืนข้อมูลในกรณีที่แฟ้มข้อมูลของ client นั้นไม่ตรงกัน

4.2.3 RPC2

RPC[7] มาจากคำว่า remote procedure call ซึ่งเป็นกลวิธีในการติดต่อกันระหว่าง Server และ Client โดยที่ผู้ติดต่อนั้นมีการเคลื่อนที่และระยะการติดต่อที่ขยายอยู่ตลอดเวลาซึ่งกระบวนการติดต่อนี้จะทำงานอยู่บน IP และ UDP Protocol ในระบบ RPC ชุดเริ่มแรกนั้นได้ถูกนำมาใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Server และ Client ในระบบ Andrew File System หรือ AFS ซึ่งเป็นแม่แบบของ Coda File System จึงจำเป็นต้องมีการ implement RPC มาเป็น RPC2 นั่นเอง

4.2.4 CODA

ระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ และมีชื่อเรียกเฉพาะ ดังนี้

4.2.4.1 Vice

เป็นชื่อของเครื่อง server ที่จะเป็นส่วนในการจัดการเรื่องการเก็บข้อมูลในแฟ้มข้อมูล การแบ่งสิทธิของผู้ใช้งานระบบ ฯลฯ

4.2.4.2 Venus

เป็นชื่อของ process ในฝั่ง client ซึ่งเริ่มต้นด้วยการสั่ง ./usr/local/etc/venus.init start จะคอยรับคำสั่ง clog สำหรับการยืนยันตัวตนผู้ใช้งานระบบ ถ้าหากผ่านจึงจะทำการเชื่อมต่อกับ vice server และคอยทำการ update แฟ้มข้อมูลไปที่ vice server โดยอัตโนมัติ

จากการทำงานดังกล่าว จึงสามารถสรุปได้ว่า การจะดัดแปลงการทำงานของระบบแฟ้มข้อมูล CODA ให้สามารถใช้งานได้บนระบบ IPv6 นั้นน่าจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของส่วนที่ใช้ในการติดต่อระหว่าง server กับ server หรือ server กับ client นั่นคือคำสั่ง clog ในฝั่ง client และ auth2.init update.init codasrv.init ในฝั่งของ server โดยอาจจะมีส่วนของการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและชื่อของเครื่องที่อยู่ในกลุ่ม server

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

5.1.1 เริ่มต้น IPv6 และทดสอบ

หลังจากการติดตั้งระบบ IPv6 โดยการแก้ไขข้อมูลในแฟ้มข้อมูล `/etc/sysconfig/network` และแฟ้มข้อมูล `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` แล้วทำการเริ่มการทำงานของ service network ใหม่ด้วยคำสั่ง `service network restart` จากนั้นจึงทดสอบด้วยคำสั่ง `dig` เพื่อ resolve domain name ที่กำหนดให้ด้วย DNS และจะตอบกลับมาว่า domain name นั้นได้ถูกกำหนดให้กับ IP address ใด หากค้นหาไม่พบจะได้คำตอบว่าไม่สามารถค้นหาได้ โดยทดสอบด้วยคำสั่ง `dig server.ipv6.net AAAA` (`AAAA` เป็นส่วนเสริมเพื่อบอกว่าเป็นการ resolve แบบ IPv6) ได้ผลลัพธ์กลับมาว่า domain name ชื่อ `server.ipv6.net` ที่อยู่ในหมวด `AAAA` มี IP Address เป็น `2002:9e6c:153a::1`

ต่อมาจึงทดสอบด้วยคำสั่ง `ping6` เพื่อทดลองส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่กำหนดบนระบบ IPv6 แล้ววัดคุณภาพในการส่ง โดยครั้งแรก การใช้คำสั่ง `ping6` จาก client ไปยัง server พบว่าไม่สามารถส่ง packet จาก client ไปยัง server ได้ทางคณะผู้จัดทำจึงลองใช้คำสั่ง `ping6` จาก server เข้าสู่เครื่อง server ปรากฏว่า `ping6` สามารถทำงานได้ตามปกติแล้วคณะผู้จัดทำจึงทดลอง `ping6` แบบนี้อีกหลายครั้ง ได้ผลเช่นเดิม คณะผู้จัดทำคาดว่าน่าจะเกิดจากการที่ระบบเครือข่ายที่คณะผู้จัดทำใช้ไม่ได้เป็น IPv6 แท้ IP Address ที่กำหนดให้กับ domain name ของ client และ server ทางคณะผู้จัดการใช้ IP Address ของ Tunnel 6 to 4 (tun6to4) แทนเพื่อให้สามารถส่ง packet จากเครื่องที่ใช้ IPv6 ผ่านเข้าไปในเครือข่ายที่เป็น IPv4 ได้ มีผลทำให้การจะส่ง packet

ออกจาก tunnel นี้จะต้องมี packet เข้ามาก่อนจึงจะสามารถทำได้

5.1.2 ทดสอบ Coda client

- เข้าสู่ directory `/coda` ว่าตอนที่ยังไม่ได้ทำการใดๆกับระบบจัดการแฟ้มข้อมูล CODA เลย จะสามารถกระทำการใดกับแฟ้มข้อมูลได้บ้าง ได้ผลดังนี้

```
   [root@client ~]# cd /coda
   [root@client coda]# ls
   NOT_REALLY_CODA
   [root@client coda]# cd server.codomo.net
   -bash: cd: server.codomo.net: No such
file or directory
```

- ใช้คำสั่ง `venus-setup` ตามด้วย domain name ที่เป็น IPv6 ของ server เป็นการบอก venus ว่าจะเรียกใช้แฟ้มข้อมูลจาก server ด้วยการติดต่อแบบ IPv6 ได้ผลดังนี้

```
   [root@client /]# venus-setup
server.ipv6.net
   == Loading coda kernel module.
   /etc/services already has new services
registered! Good.
   /etc/services ready for Coda
```

- ใช้คำสั่ง `./usr/local/etc/venus.init start` แล้วกลับไปทำงานกับแฟ้มข้อมูลอีกครั้ง ได้ผลดังนี้

```
   [root@client /]#
./usr/local/etc/venus.init start
   Starting venus:
/usr/coda/venus.cache/pid exists, venus
already running?.
   done.
   [root@client /]# cd coda
   [root@client coda]# cd server.codomo.net
   [root@client server.codomo.net]# ls
   hello  hello_v2
   [root@client server.codomo.net]# vi
hello
   <file still read only>
```

ในขั้นนี้สามารถเข้าถึงแฟ้มข้อมูลที่เป็นสำเนาบนเครื่องได้แต่หากต้องการแก้ไขนั้นจำเป็นต้องผ่านการใช้คำสั่ง `clog` ก่อน

- ทำการยืนยันตัวตนผู้ใช้งานระบบด้วยคำสั่ง `clog` แล้วกลับไปทำงานกับแฟ้มข้อมูล ได้ผลดังนี้

```
   [root@client /]# clog admin
   username: admin@server.ipv6.net
   Unable to resolve addresses for Coda
auth2 servers in realm 'server.ipv6.net'
   Password:
   Invalid login (RPC2_FAIL (F)).
   [root@client /]# cd coda
   [root@client coda]# cd
server.codomo.net/
   [root@client server.codomo.net]# ls
   hello  hello_v2
   [root@client server.codomo.net]# vi
hello
   <file still read only>
```

จะเห็นได้ว่าไม่สามารถทำการ login ด้วยคำสั่ง clog ได้

5.1.3 ตรวจสอบ source code และ แก้ไข

เมื่อเข้าไปตรวจสอบ source code ของ function `U_GetAuthServers`(auser.c) ได้พบว่ามีการเรียกใช้ function `getaddrinfo` ซึ่งมี parameter ที่ชื่อว่า `structure addrinfo *hints` มีหน้าที่เป็นตัวกำหนดว่า `addrinfo` ที่จะได้เป็นผลลัพธ์จาก function นี้ จะมีรูปแบบใด ภายใน `addrinfo` จะมีสมาชิกตัวหนึ่งที่ชื่อ `ai_family` เป็นตัวบอกว่า `addrinfo` นี้อยู่ใน IP protocol ใดซึ่งมีสามแบบ คือ `PF_INET` `PF_INET6` และ `PF_UNSPEC` ซึ่งหมายถึงการทำงานบน IP protocol version 4 version 6 และ ไม่เจาะจงตามลำดับ

`struct addrinfo *hints` ถูกสร้างและกำหนดค่าที่ function `GetRealmServers` โดยให้ `ai_family` เป็น `PF_INET` ดังนั้น addrinfo ที่ได้ จะมีเฉพาะบน IPv4 เท่านั้น

คณะผู้จัดทำจึงทำการแก้ไขโดยให้ `ai_family` เป็น `PF_INET` ก่อน ถ้าหาก ผลลัพธ์จาก `coda_getaddrinfo` เป็น NULL แล้วจึง เปลี่ยนค่า `ai_family` เป็น `PF_INET6` แล้วก็ส่งเข้าไปใน `coda_getaddrinfo` อีกรอบ ผลการทำงานคือ `clog` ผ่าน และสามารถเข้าไปใน `directory /coda` ได้ และมองเห็น directory ที่เป็นชื่อของ domain name แบบ IPv4 และ IPv6 ของ server แต่ directory ที่เป็น domain name แบบ IPv6 นั้นเป็น link error ส่วน แบบ IPv4 นั้น สามารถเข้าไปอ่านได้ แต่ไม่สามารถแก้ไขได้

6. บทสรุป

6.1 ผลการปฏิบัติงานในส่วนของ Client

ในขณะนี้ client สามารถทำคำสั่ง `clog` ได้อย่างถูกต้องแล้ว แต่ในส่วนของ venus ที่ทำการติดต่อกับ server หลังจากทำการ `clog` แล้วนั้น ยังไม่สมบูรณ์โดย RPC2 นั้นสามารถทำการ bind ระหว่าง client กับ server ได้ 3 วิธีคือ

RPC2_HOSTBYNAME RPC2_HOSTBYADDRINFO และ RPC2_HOSTBYINETADDR แต่การติดต่อกับ server บน IPv6 โดยใช้ RPC2 นั้นที่เป็นไปได้มี 2 วิธีคือ RPC2_HOSTBYNAME และ RPC2_HOSTBYADDRINFO แต่ CODA เลือกใช้งาน RPC2_HOSTBYINETADDR ทางทีมงานจึงทดลองเปลี่ยนเป็นใช้งานแบบ RPC2_HOSTBYNAME ซึ่งบน IPV4 นั้นยังไม่เกิดข้อผิดพลาดใดๆ แต่บน IPv6 นั้นได้รับการตอบกลับจาก RPC2 Layer มาเป็น RPC2_NOBINDING จึงต้องทำการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

6.2 ผลการปฏิบัติการในส่วน Server

ในส่วนของ Coda นั้น มีฟังค์ชั่นในส่วนของ Server ที่เรียกว่า ViceGetVolumeLocation(IN VolumeId volid, OUT RPC2_BoundedBS HostPort); ซึ่งถูกเรียกใช้ในกรณีที่คำร้องขอของฝั่ง Client ในการเข้าหาข้อมูลในส่วนของ replicated volume โดยหลังจากการทำงาน client จะทำการค้นหาและได้ลำดับรายการข้อมูลของ volume ในลักษณะ IPv4 หรือ hostname จากนั้นจะทำการสำรองเก็บข้อมูลไว้ที่ไฟล์ /vice/db/servers โดยเราสามารถใช้ hostname แทนได้ทั้ง IPv4 และ IPv6 แสดงให้เห็นว่า Vice Server สามารถหาและจัดเก็บ HostEntry, ClientEntry และ HostAddress ตาม Server แต่ละตัวใน SCM และ Venus Request จาก Client แต่ละคนที่อยู่ในรูปแบบ IPv6 ได้อย่างสมบูรณ์ หากแต่ปัญหาที่ยังเกิดขึ้นมาจากการที่ RPC2_GetRequest ไม่สามารถรองรับและ resolve IPv6 ใน filter ที่ Coda File Server ต้องการได้ซึ่งเป็นปัญหาที่รอการตรวจสอบต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของ Rod Van Meter และ Jan Harkes ผู้ให้คำปรึกษาแนวทางการแก้ไขในการพัฒนาระบบบน IPv6 และขอขอบคุณทีมผู้พัฒนาระบบแฟ้มข้อมูล Coda แห่งมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon ประเทศสหรัฐอเมริกาที่เปิดโอกาสให้มีการพัฒนาแฟ้มข้อมูลตัวนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ และเป็นรากฐานที่สำคัญในการวิจัยและพัฒนาระบบแฟ้มข้อมูลที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Silberschatz, Galvin (1994). Operating System concepts, chapter 17 Distributed file systems. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-59292-4

[2] RFC 1752 (http://tools.ietf.org/html/rfc1752): The Recommendation for the IP Next Generation Protocol

[3] Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen, Distributed Systems: Principles and Paradigms, page 604 – 623.

[4] Howard, J.H., Kazar, M.L., Nichols, S.G., Nichols, D.A., Satyanarayanan, M., Sidebotham, R.N., & West, M.J. (February 1988). "Scale and Performance in a Distributed File System". ACM Transactions on Computer Systems 6 (1): 51-81.

[5] RFC 791 (http://tools.ietf.org/html/rfc791) : Internet Protocol

[6] M. Satyanarayanan (Editor) Richard Draves, James Kistler, Anders Klemets, Qi Lu, Lily Mummert, David Nichols, Larry Raper, Gowthami Rajendran, Jonathan Rosenberg, Ellen Siegel, “RPC2 User Guide and Reference Manual” available at http://www.coda.cs.cmu.edu/doc/html/rpc2_manual.html

[7] RFC 1057 (http://tools.ietf.org/html/rfc1057) - Specifies version 1 of ONC RPC

[8] Henry M. Mashburn, Mahadev Satyanarayanan, David Steere, Yui W. Lee, School of Computer Science, CMU, “RVM: Recoverable Virtual Memory, Release 1.3” http://www.coda.cs.cmu.edu/doc/html/rvm_manual.html

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาสายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบแถบความถี่กว้าง

ระพีพันธ์ แก้วอ่อน
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
tod_dodo@hotmail.com

ไกรศร สาริขา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
gook_pong@hotmail.com

ประยุทธ อัครเอกฒาลิน
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
sivilize@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้ได้นำเสนอการพัฒนาการออกแบบและการสร้างสายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบแถบความถี่กว้าง ซึ่งได้ทำการจำลองแบบการทำงานด้วยโปรแกรมออกแบบสายอากาศย่านความถี่ไมโครเวฟ (IE3D)โดยการออกแบบให้สายนำสัญญาณที่มีโครงสร้างเป็นระนาบร่วม เพื่อให้สามารถใช้งานในย่านความถี่กว้าง จากการทดสอบสายอากาศที่สร้างขึ้นพบว่าสายอากาศมีแบนด์วิดท์กว้าง 109.5% ณ ความถี่กลาง ในขณะที่สายอากาศที่มีผู้วิจัยไว้จะมีแบนด์วิดท์การใช้งานที่แคบคือประมาณ 50 -60% โดยสายอากาศแบบร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่วิจัยขึ้น จะมีขนาดเล็กกว่าแบบสี่เหลี่ยมที่ความถี่ใช้งานเริ่มต้นเดียวกัน ซึ่งมีแถบความถี่อยู่ในย่านการใช้งานของระบบการสื่อสารไร้สาย เช่น GSM 1800, GSM 1900, IMT-2000 และโดยเฉพาะระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN) ทั้งสองความถี่ คือ 2.4 GHz และ 5.2 GHz

Abstract

This paper presents to developed for the designation and implementation of a broadband coplanar waveguide (CPW)-fed equilateral hexagonal slot antenna. The antenna has been simulated by IE3D program. The antenna has been simulated by IE3D program. The transmission line has been designed to be a coplanar structure. It is found that the proposed antenna is accessible a bandwidth about 109.5% at the centre frequency compared to other existing antennas that have narrow bandwidths of 50 – 60%. When comparing with the square slot antenna whiles the same range of bandwidth, the proposed antenna is smaller. This antenna can be employed for several application band such as GSM 1800, GSM 1900, IMT- 2000 and wireless LAN network both 2.4 GHz and 5.2 GHz.

คำสำคัญ

สายอากาศแบนด์กว้าง, สายนำสัญญาณระนาบร่วม

1. บทนำ

ระบบสื่อสารแบบไร้สายในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างมากจึงต้องการสายอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง คือ สายอากาศที่สามารถใช้งานในย่านความถี่กว้าง ยิ่งสายอากาศมีแบนด์วิดท์ที่กว้างมากประสิทธิภาพในการสื่อสารยิ่งมากไปด้วย งานวิจัยนี้ศึกษาสายอากาศแบบร่อง (Slot antenna) ที่มีการป้อนโดยสายนำสัญญาณระนาบร่วม (CPW-fed) เป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีผู้วิจัย [1-6] นำมาสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากสายอากาศบนโครงสร้างสายนำสัญญาณระนาบร่วมมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ ไม่ว่าจะมีค่าการสูญเสียของสัญญาณ และการผิดเพี้ยนต่ำมีแบนด์วิดท์ที่กว้างกว่าสายอากาศในแบบอื่น ๆ เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างวงจรรวม เช่นมีงานวิจัย [1] ที่ใช้เทคนิคการเพิ่มแบนด์วิดท์ของสายอากาศ โดยใช้การจูนสตับสี่เหลี่ยมที่ทำให้ได้แบนด์วิดท์เพิ่มขึ้น และในส่วนของงานวิจัยนี้ได้พัฒนารูปร่างของสายอากาศ ให้มีขนาดเล็กลงและใช้เทคนิคการเพิ่มแบนด์วิดท์ของสายอากาศโดยใช้วิธีการจูนสตับสามเหลี่ยมด้านเท่า ที่ทำให้ได้แบนด์วิดท์กว้างถึง 109.5% บทความนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาการออกแบบสายอากาศแบบใหม่ที่ใช้งานได้ในความถี่กว้าง โดยใช้เทคนิคเด่นที่ผสมผสานของสายอากาศโดยเฉพาะสายอากาศร่องควันภูเขาไฟ [4] ซึ่งมีข้อดีที่มีแบนด์วิดท์มากถึง 125% แต่มีข้อเสียที่มีขนาดใหญ่มาก และออกแบบยาก กับสายอากาศแบบช่องสี่เหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วม [1] ที่มีข้อดีขนาดเล็ก แต่มีข้อเสียที่มีแบนด์วิดท์น้อยคือ 60 % ได้เป็นสายอากาศแบบใหม่เรียกว่าสายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณ

ระนาบร่วมแบบแถบความถี่กว้าง ที่รวมเอาข้อดีของสายอากาศ [1] และ [4] ได้สายอากาศแบบใหม่ที่มีขนาดเล็กแต่มีแบนด์วิดท์มากถึง 109.5% ที่ความถี่ตั้งแต่ 1.85 – 6.39 GHz ซึ่งครอบคลุมการใช้ย่านความถี่ เช่น ความถี่ย่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ และย่าน WLAN

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

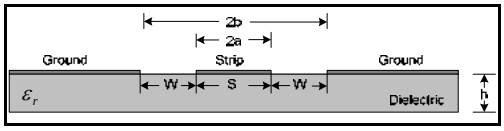
สายนำสัญญาณที่ถูกนำมาใช้งานในย่านความถี่ไมโครเวฟมีอยู่หลายชนิด ได้แก่สายโคแอกเชียลไมโครสตริป และสายนำสัญญาณระนาบร่วม ซึ่งไมโครสตริปกับสายนำสัญญาณระนาบร่วมจะนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการออกแบบ การสร้าง และยังสามารถพัฒนาไปเป็นวงจรรวมไมโครเวฟ จากผลการวิจัย และพัฒนาที่ผ่านมาโครงสร้างที่เป็นไมโครสตริปจะประสบปัญหา และข้อจำกัดเช่น เมื่อต้องการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำเป็นจะต้องมีช่องผ่าน (Via Holes) เพื่อเชื่อมต่อตัวนำด้านบนกับระนาบกราวด์ด้านล่าง ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณสูง (High Dispersion) และการสูญเสียสูง (High Insertion Loss) เพื่อแก้ปัญหางานวิจัยนี้จึงนำเสนอสายนำสัญญาณโครงสร้างระนาบร่วมที่มีกราวด์ด้านบนดังแสดงในรูปที่ 2-1 จากผลการวิจัย และการพัฒนาที่ผ่านมาโครงสร้างระนาบร่วมที่มีกราวด์ด้านบนสามารถลดการผิดเพี้ยนของสัญญาณ (Low Dispersion) และการสูญเสีย (Low Insertion Loss) โครงสร้างที่ได้มีความแข็งแรง สามารถลดช่องผ่าน และเป็นโครงสร้างที่ง่ายต่อการออกแบบเพื่อใช้งาน

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 โครงสร้างสายนำสัญญาณแบบระนาบร่วม

สายนำสัญญาณแบบระนาบร่วมถูกคิดค้นขึ้นโดย Wen ในปี ค.ศ.1969 ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสายนำสัญญาณแบบระนาบร่วมชนิดที่ไม่มีกราวด์ด้านล่าง Waveguide) ในภาพที่ 2-1

3.2 การหาคุณลักษณะของสายนำสัญญาณ แบบระนาบร่วมชนิดไม่มีกราวด์ด้านล่าง



รูปที่1โครงสร้างสายนำสัญญาณระนาบร่วมชนิดไม่มีกราวด์ด้านล่าง

การวิเคราะห์หาค่าคุณลักษณะของสายนำสัญญาณแบบระนาบร่วม โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการส่งคงรูปเพื่อหาค่าคงที่ไดอิเล็กตริกประสิทธิผล (Effective Dielectric Constant) และค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะ (Characteristic Impedance) จะอยู่ในเทอมอัตราส่วนของการอินทิกรัลวงรีแบบสมบูรณ์ขั้นแรก (Complete Elliptic Integral of the First Kind) โดยกำหนดให้

C คือ ค่าความจุไฟฟ้าโดยรวมของสายนำสัญญาณ

C^a คือ ค่าความจุไฟฟ้า แต่จะแทนไดอิเล็กตริกทั้งหมด

$$\varepsilon_{re} = \frac{C}{C^a} \quad (1)$$

$$V_p = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_{re}}} \quad (2)$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f\sqrt{\varepsilon_{re}}} \quad (3)$$

$$Z_o = \frac{1}{Cv_p} = \frac{1}{c\sqrt{\varepsilon_{re}}C^a} \quad (4)$$

ε_{re} หมายถึง ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกประสิทธิผลของฐานรอง

V_p หมายถึงความเร็วเฟสในสายนำสัญญาณ

λ_g หมายถึงความยาวคลื่นในสายนำสัญญาณ

c หมายถึง ความเร็วของสนามไฟฟ้าในอวกาศว่าง

Z_o หมายถึง อิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายนำสัญญาณ

ค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายนำสัญญาณหาได้จาก

$$Z_o = \frac{30\pi K'(k_1)}{\sqrt{\varepsilon_{re}}K(k_1)} \quad (5)$$

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกประสิทธิผลหาได้จาก

$$\varepsilon_{re} = 1 + q(\varepsilon_r - 1) \quad (6)$$

โดยที่ $$q = \frac{1K(k_2)K'(k_1)}{2K'(k_2)K(k_1)} \quad (7)$$

เมื่อ q หมายถึง ตัวประกอบการคูณ (Filling Factor)

และ $$k_1 = \frac{a}{b} \quad (8)$$

$$k_2 = \frac{\sinh(\pi a/2h)}{\sinh(\pi b/2h)} \quad (9)$$

$$k_3 = \frac{\tanh(\pi a/2h_1)}{\tanh(\pi b/2h_1)} \quad (10)$$

เมื่อ $$a = \frac{S}{2} \quad (11)$$

$$b = \frac{(2W+S)}{2} \quad (12)$$

โดยที่ h หมายถึง ความสูงของฐานรองไดอิเล็กตริก

S หมายถึง ความกว้างของสายนำสัญญาณ

W หมายถึง ความกว้างของร่อง

การอินทิกรัลวงรีแบบสมบูรณ์ขั้นแรกสามารถหาได้โดย

$$K(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2\sin^2\theta}} \quad (13)$$

เมื่อ θ หมายถึง ตัวแปรเชิงซ้อนโดย

$$K'(k_1) = K(k_1') \quad (14)$$

$$k_1' = \sqrt{1-k_1^2} \quad (15)$$

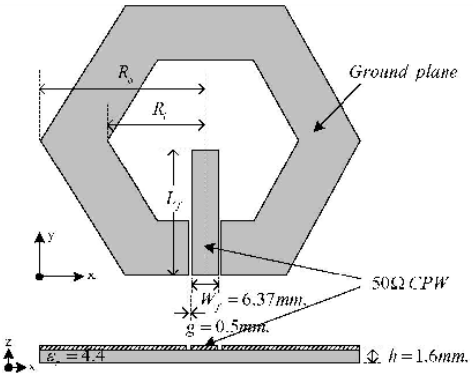
4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

การออกแบบในงานวิจัยนี้ ได้ทำการออกแบบสายนำสัญญาณโครงสร้างระนาบร่วมไม่มีกราวด์ด้านล่าง ซึ่งประกอบไปด้วยสตริป (Strip) อยู่ตรงกลางด้านบนของฐานรองไดอิเล็กตริก (Substrate) โดยมีความกว้างของสตริป (W_f)= 6.37 มม. ด้านข้างทั้งสองด้านของสตริปมีลักษณะเป็นร่อง (Slot) และระนาบกราวด์ตามลำดับ มีความกว้างระหว่างสตริปถึงระนาบกราวด์(g) = 0.5 มม. และวัสดุที่นำมาใช้เป็นแผ่นวงจรพิมพ์แบบหน้าเดียว โดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 ซึ่งเป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่หาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพง โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก(ε_r) = 4.4 Loss Tangent (δ)= 0.025 ความสูงของฐานรองไดอิเล็กตริก(h) = 1.6 มม. และความหนาของทองแดง(T_k)= 0.018 มม.

4.2 การออกแบบสายอากาศร่องหกเลี่ยมด้านเท่า

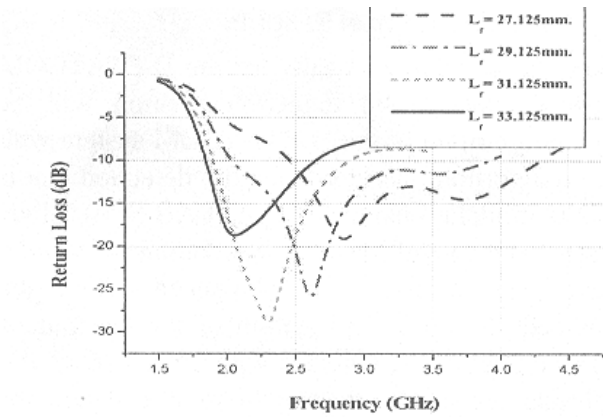
ในขั้นตอนแรกกำหนดค่าเริ่มจากการสเกลที่ R_0 =35มม. R_i = 21 มม. และทดลองเพิ่มความยาวของสายนำสัญญาณ(L_f)4 ค่า คือ 27.125 มม., 29.125 มม.,และ 31.125 มม., 33.125 มม. ขั้นตอนที่ 2 คือ ได้ค่า L_f ที่พอใจแล้วก็คงค่านั้นไว้ แล้วทำการปรับค่าขนาดร่องของสายอากาศ (R_i)3 ค่าคือ 21, 23 และ 25 มม., เมื่อได้ค่า R_i เป็นที่พอใจก็คงค่านั้นไว้ แล้วทำการปรับเลื่อนร่องหกเหลี่ยมด้านเท่า S_h ขึ้น จนกว่าจะได้ค่าแบนด์วิดท์ของการใช้งานที่ต้องการให้ครอบคลุมในย่านการสื่อสารไร้สาย โดยได้แสดงโครงสร้างสายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่า ที่แสดงพารามิเตอร์ในการปรับเปลี่ยนค่า ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างสายอากาศแสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่า

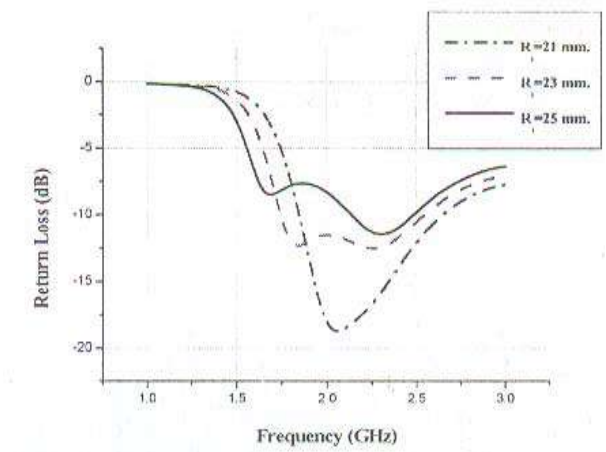
ผลการจำลองการทำงานโดยปรับความยาวของสายนำสัญญาณ(L_f)ปรับขนาดของร่องหกเหลี่ยมด้านเท่า(R_i) และปรับเลื่อนร่องของสายอากาศ S_h แสดงค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ แสดงดังรูปที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



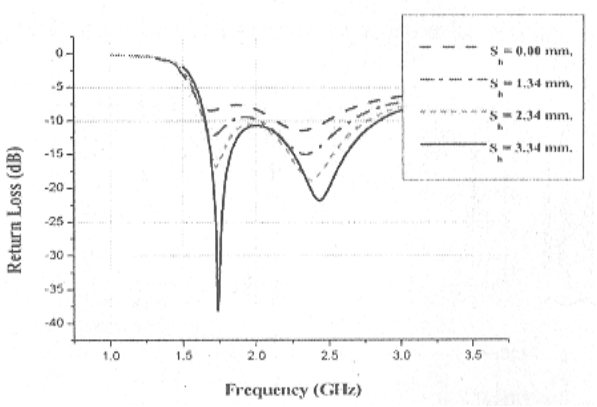
รูปที่ 3 ผลการจำลองค่า S_{11} โดยปรับความยาวของ L_f

จากรูปที่ 3 เมื่อปรับค่า L_f เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความถี่เรโซแนนซ์ที่ $\left(f_{r_1}\right)$ เลื่อนลงมาทางด้านความถี่ต่ำ ถึงจะส่งผลให้แบนด์วิดท์ลดลง แต่มีผลช่วงของความถี่และแบนด์วิดท์ใกล้เคียงที่ต้องการยิ่งขึ้น



รูปที่ 4 ผลการจำลองค่า S_{11} โดยการปรับขนาด R_i

จากการจำลองเมื่อปรับค่า R_i เพิ่มขึ้นมีผลให้มีผลให้ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 1 $\left(f_{r_1}\right)$ เลื่อนลงมาทางด้านความถี่ต่ำอย่างชัดเจน

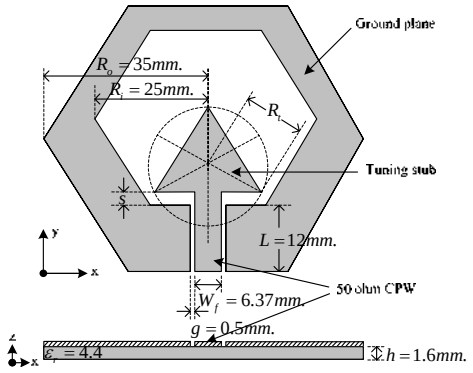


รูปที่ 5 ผลงานจำลองค่า s_{11} โดยการปรับขนาด S_h

จากการจำลองเมื่อเพิ่มค่า L_f, R_i และ S_h มีผลให้ค่าการสูญเสียเนื่องจากการย้อยกลับ $\left(S_{11}\right)$ ลดต่ำลง จึงทำให้ค่าแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นและครอบคลุมในย่านการใช้งานตามต้องการ

4.การเพิ่มแบนด์วิดท์สายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่า

สายอากาศแบบร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าที่ป้อนด้วยสานนำสัญญาณระนาบรวม ดังในรูปที่5 โดยที่ช่อนการแพร่กระจายคลื่นหกเหลี่ยมด้านเท่ามีขนาดรัศมี R_i สายป้อนสัญญาณที่ใช้สายนำสัญญาณระนาบร่วมมีค่าอิมพิแดนซ์ 50 Ω มีความกว้าง W_f และช่องระหว่างสายนำสัญญาณ กับ กราวดือ g ในส่วนถัดมาที่ต่อกับสายป้อนสัญญาณ คือ ส่วนของตับรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้ในการปรับจูน (Triangular Widened Tuning Stub)

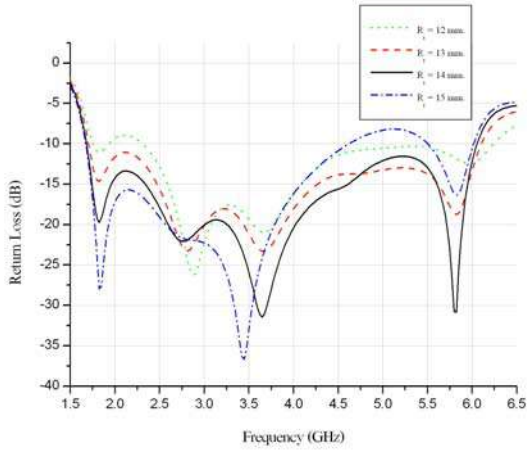


รูปที่ 6 สายอากาศร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าแบบแถบความถี่กว้างที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วม

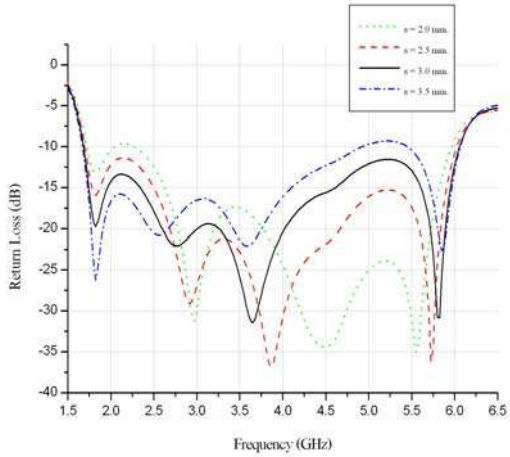
มีระยะรัศมีสามเหลี่ยมด้านเท่าในการออกแบบสายอากาศนี้ เริ่มต้นจะกำหนดค่าขนาดของสายอากาศ $R_o = 35$ มม., $R_i = 25$ มม., $L = 12$ มม., และค่า $g = 0.5$ มม. เนื่องจากบทความนี้มุ่งเน้นพัฒนาให้สายอากาศเพิ่มประสิทธิภาพในด้านแบนด์วิดท์เป็นหลักจึงสนใจพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของแบนด์วิดท์มากที่สุด ในที่นี้คือค่า R_t และ s ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

5.การสร้างและทดสอบ

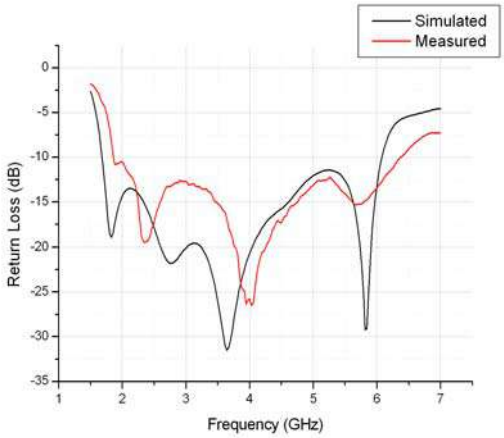
เริ่มต้นจากการออกแบบสายนำสัญญาณให้ได้ค่า 50 Ω โดยกำหนดค่า $W_f = 6.37$ และ $g = 0.5$ มม. ทำการออกแบบสายอากาศ และปรับเปลี่ยนค่าโดยใช้โปรแกรม IE3D ในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นผลการจำลองการเปลี่ยนแปลงค่า R_t ในช่วงความถี่ 1.5-6.5 GHz ทั้ง 4 ค่าได้แก่ 12, 13, 14 และ 15 มม. โดยถ้าเพิ่มขนาดของ R_t มากขึ้น ค่าความถี่ของค่าความสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับด้านสูงของสายอากาศจะมากขึ้นตามลำดับ ส่วนค่าแบนด์วิดท์ที่ได้แต่ต่างกันเพียงเล็กน้อย ในการปรับค่า $R_t = 14$ มม. มีค่าความสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับของสายอากาศต่ำที่สุด ส่วนในรูปที่ 8 แสดงให้เห็นผลการจำลองการเปลี่ยนแปลงค่า s ในช่วงความถี่ 1.5 GHz ถึง 6.5 GHz ทั้ง4ค่าได้แก่ 1, 2, 3 และ4 มม.ในการปรับค่า $s = 3$ มม. มีค่าแบนด์วิดท์ ของสายอากาศมากที่สุดคือ 113.24% ส่วนผลการวัดค่าการสูญเสียย้อนกลับ ของสายอากาศในช่วงความถี่ 1-7 GHz โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ข่ายงาน Agilent รุ่น 8719ES ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 9 ส่วนผลการวัดค่าแบบรูปการแพร่กระจายคลื่น (radiation pattern) ของสายอากาศที่ความถี่ 2.2 และ 5.8 GHz แสดงผลในรูปที่ 10 จากผลการจำลองการทำงานและงานวัด ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้สายอากาศมีประสิทธิภาพคือ $R_t = 14$ มม. และ $s = 3$ มม. โดยมีค่าดังนี้ $R_o = 35$ มม. $R_i = 25$ มม. $L = 12$ มม. $W_f = 6.37$ มม. และค่า $g = 0.5$ มม. แบนด์วิดท์ที่ได้จากการจำลองการทำงานประมาณ 113.24 % และเมื่อนำค่าที่ได้จากการออกแบบไปสร้างเป็นสายอากาศจริงดังแสดงในรูปที่ 10 ค่าแบนด์วิดท์ที่ได้จากการวัดประมาณ 109.5%



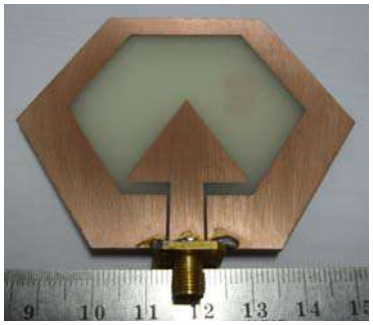
รูปที่ 7 ผลการจำลองค่าการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า R_t



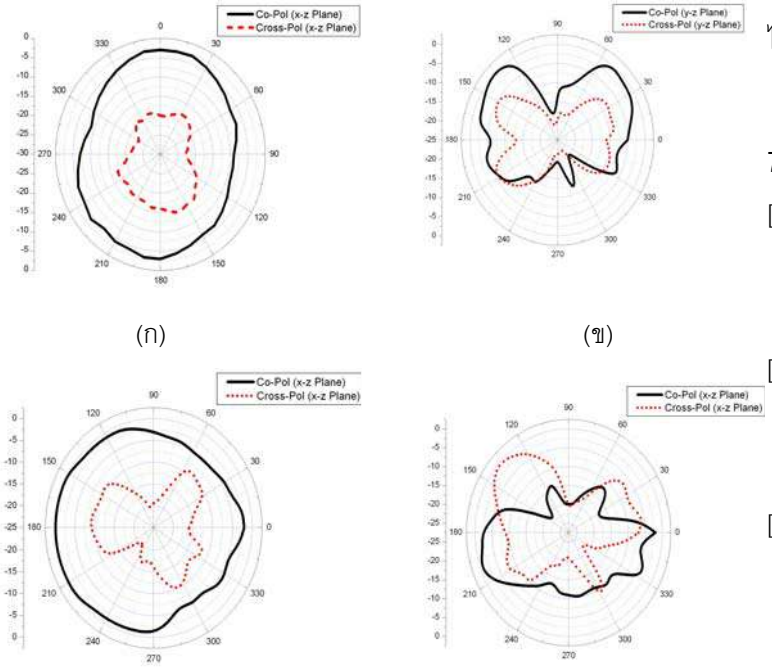
รูปที่ 8 ผลการจำลองค่าการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า s



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบผลการจำลองกับการวัดค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ วัดที่ความถี่ 1-7 GHz มีค่าแบนด์วิดท์ประมาณ 109.5 %



รูปที่ 10 ชิ้นงานวิจัย



รูปที่ 11 ผลการวัดแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบ

(ก) y-z ที่ความถี่ 2.2 GHz (ข) y-z ที่ความถี่ 5.8GHz

(ค) x-z ที่ความถี่ 2.2 GHz (ง) x-z ที่ความถี่ 5.8GHz

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอและออกแบบสายอากาศแบบร่องหกเหลี่ยมด้านเท่าขนาดเล็ก โดยใช้หลักการป้อนสัญญาณบนโครงสร้างสายนำสัญญาณระนาบร่วม จากผลการวิจัยพบว่าสายอากาสมีแบนด์วิดท์ที่ค่าการสูญเสียย้อนกลับสูงกว่า 10 dB ที่ความถี่ 1.85-6.39 GHz หรือ ประมาณ 109.5 % งานวิจัยนี้สายอากาศมีขนาดเล็ก และมีแบนด์วิดท์มากกว่างานวิจัยอื่นซึ่งนับเป็นงานวิจัยในย่านระบบสื่อสารไร้สาย ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการออกแบบ และสร้างสายอากาศระบบสื่อสารไร้สายที่ต้องการใช้งานในย่าน GSM 1800,1900 และ WLAN และอุปกรณ์ไมโครเวฟอื่น ๆ ในรูปของวงจรรวมได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.เวช วิเวก และรศ.ดร.ประยุทธ อัครเอกฒาลินที่ได้ให้คำแนะนำเสมอมาตลอดการทำงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Agrawall, N.P., Kumar, G., Ray, K.P. **1998** Wideband planar monopole antennas. *IEEE Transaction on Antennas Propagation, AP-46*, 249-251.

[2] Marchais, C., Ray, G.L., Sharaiha, A. **2006** Stripline slot antenna for UWB communication. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 5*, 319-322.

[3] Hammoud, P.P., Colomel, F. **1993** Matching the input impedance of a broadband disc monopole. E*lectronics Letters*, 29, 406-407.

[4] Sze, J.Y., Wong, K.–L. **2001** Bandwidth enhancement of a microstrip-Line Fed Printed Wide slot antenna. *IEEE Antennas and Wireless Propagation, 49*(7), 1020-1024.

[5] Chen, H.D. **2003** Broadband CPW-fed square slot antennas with a widened tuning stub. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 51*(8), 1982-1986.

[6] Ren, Y.-J., Chang, K. **2006** An Annual Ring Antenna for UWB Communications. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 5*, 274-276.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

(FOREIGN WORKERS SYSTEM ON PDA)

อภิเดช พงษ์สระพัง
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
max_com_kku@hotmail.com

อนุสรา มโนรมณ์
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
kwan_4702@hotmail.com

ศรัญญา กัลย์จาฤก
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
kanjaruek@nkc.kku.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนคอมพิวเตอร์พกพาขนาดเล็กพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ตำรวจนำไปใช้งานจริงในการตรวจสอบแรงงานต่างด้าวที่หลบหนีเข้าเมือง ซึ่งสามารถพกพาได้ง่ายและสะดวกโดยนำเอาข้อมูลและรูปภาพแรงงานต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในประเทศไทยจากกรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน ในปีพุทธศักราชนั้นๆ เข้ามาเก็บในฐานข้อมูลบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล เน้นการค้นหาข้อมูลพื้นฐานหลักๆ บนเครื่อง ทำให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบและติดตามสืบสวนจับกุมข้อมูลแรงงานต่างด้าวที่ผิดกฎหมายข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทุกครั้งหลังจากขึ้นทะเบียนแรงงานต่างด้าวเรียบร้อยแล้ว

Abstract

The Foreign Workers System on PDA Is the program developed for searching foreign worker's data in database on PDA that show picture and data of foreign workers registered with the Department of Employment, the Ministry of Labor, in each year. The program is outstanding in searching primitive data for the convenience of the police in tacking illegal foreign workers. The data of registered foreign workers will be updated regularly after the registering of foreign workers each year organized by the Ministry.

คำสำคัญ

แรงงานต่างด้าว , เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

1. บทนำ

ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล(PDA) เป็นการนำเอาข้อมูลและรูปภาพของแรงงานต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในประเทศไทย โดยจดทะเบียนถูกต้องตามกฎหมายกับกรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน เก็บในหน่วยความจำของเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล ซึ่งทำให้ผู้ปฏิบัติงานในภาคสนาม เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจมีความสะดวกในการสืบสวนจับกุมแรงงานต่างด้าวที่หลบหนีเข้าเมือง

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องมาจากความไม่สะดวกในการดำเนินการสืบสวนจับกุมแรงงานต่างด้าวที่หลบหนีเข้ามาทำงานในเมืองไทย โดยไม่จดทะเบียนอย่างถูกกฎหมาย เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหรือตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารประจำตัวแรงงานต่างด้าว โดยเจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานในภาคสนาม

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าว โดยนำเอาข้อมูลและรูปภาพแรงงานต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในประเทศไทยจากกรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน ในปีพุทธศักราชนั้นๆ เข้ามาเก็บในฐานข้อมูลบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล จากนั้นพัฒนาการค้นหาข้อมูลบนเครื่อง ทำให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบและติดตามสืบสวนจับกุมและสามารถดำเนินคดีได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ และใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลเก็บข้อมูลและรูปภาพในฐานข้อมูลในรูปแบบ XML (Extensible Markup Language) และในส่วนโปรแกรมประยุกต์จะเรียกใช้ข้อมูลจาก XML บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล โดย XML เป็นภาษา Markup ที่ใช้อธิบาย

หรือพรรณนาข้อมูลที่จัดเก็บ ได้รับการพัฒนามาจาก SGML (Standard Generalized Markup Language) ที่เป็นข้อกำหนดในการสร้างหรือจัดทำเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่กำหนดโดย W3C หรือ World Wide Web Consortium ซึ่งเป็นภาษาที่นิยมใช้และได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน เป็นภาษามาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.1 เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้

3.1.1 โปรแกรมเลียนแบบ (Emulator) ใช้งานเพื่อเป็นแบบจำลองในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งจะได้รูปแบบในการแสดงผลที่เหมือนจริง สามารถปรับปรุง แก้ไขโปรแกรมได้บนปฏิบัติการ Windows Mobile

3.1.2 โปรแกรม Microsoft Visual Studio.NET (C#) ใช้ในการสร้างแอพลิเคชันและการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

3.1.3 โปรแกรม AppServ ใช้เป็นโปรแกรมในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยจะเก็บข้อมูลนำเข้าของระบบงาน

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

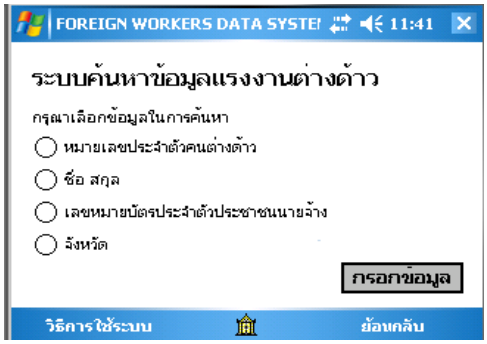
โครงสร้างซอฟต์แวร์ เป็นการแสดงภาพโดยรวมของระบบทุกขั้นตอน ดังภาพที่1

ภาพที่ 1 ภาพแสดงโครงสร้างของระบบ

โดยนำข้อมูลคำร้องขอจดทะเบียนแรงงานต่างด้าวบันทึกในฐานข้อมูล MySQL จากนั้นเขียนโปรแกรมประยุกต์เพื่อส่งข้อมูลในรูปแบบ XML เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล และเขียนโปรแกรมประยุกต์เพื่อค้นหาข้อมูล

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนที่ 1 หน้าหลัก ประกอบด้วย ส่วนของการค้นหาข้อมูลโดยเลือกข้อมูลในการค้นหา ตามที่ต้องการ เช่น เลขรหัสประจำตัวคนต่างด้าว ชื่อ สกุล เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชนนายจ้างและจังหวัดที่คนต่างด้าวพักพิงอยู่ เป็นต้น ดังภาพที่ 2 เลือกการค้นหาหลักจากหมายเลขประจำตัวแรงงานต่างด้าว ระบบแสดงดังภาพที่ 3



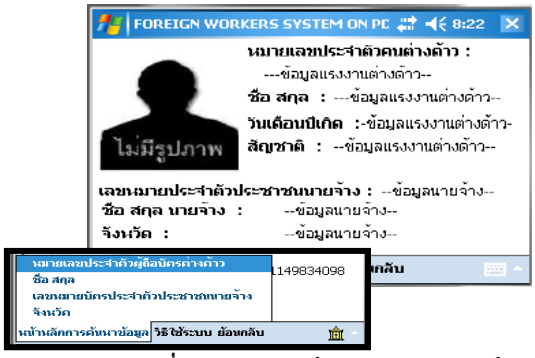
ภาพที่ 2 ภาพแสดงหน้าหลักในการค้นหาข้อมูลแรงงานต่างด้าว

ส่วนที่ 2 ส่วนที่กรอกข้อมูล เพื่อทำการค้นหา เลือกที่เลขรหัสประจำตัวคนต่างด้าว จากภาพที่ 2 กรอกข้อมูลเลขรหัสประจำตัวคนต่างด้าว ระบบจะทำการค้นหาข้อมูล ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ภาพแสดงการค้นหาข้อมูลแรงงานต่างด้าว

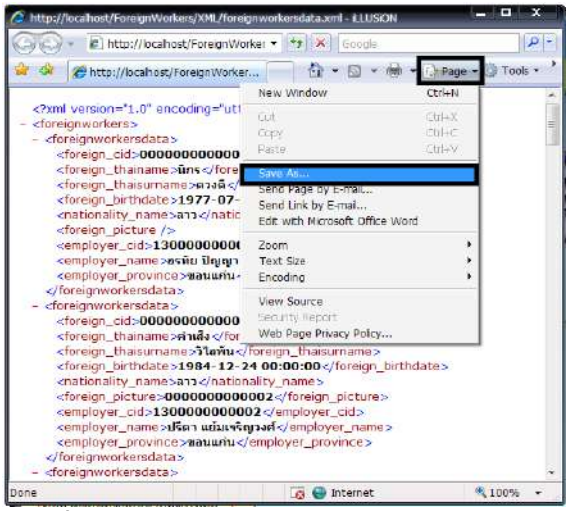
ส่วนที่ 3 ส่วนแสดงข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล โดยรายละเอียดข้อมูลประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวผู้ถือบัตรต่างด้าว ชื่อสกุล

วันเดือนปีเกิด สัญชาติ (พม่า ลาวและกัมพูชา) รูปภาพของแรงงานต่างด้าว เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชนนายจ้าง ชื่อสกุลนายจ้าง จังหวัดที่พักพิงแรงงานต่างด้าวในประเทศไทย ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพแสดงข้อมูลแรงงานต่างด้าว

ส่วนที่ 4 ส่วนนำออกข้อมูลแรงงานต่างด้าวในรูปแบบเอกสาร XML เพื่อเป็นฐานข้อมูลบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล



ภาพที่ 5 ภาพแสดงข้อมูลแรงงานต่างด้าวในรูปแบบเอกสาร XML

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

3.4.1 ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลของแรงงานต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในประเทศไทยบนหน่วยความจำของเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

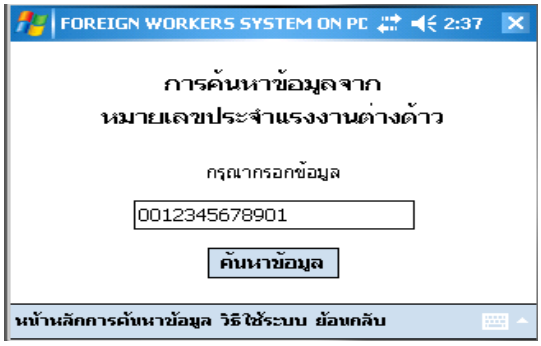
3.4.2 สามารถเรียกดูข้อมูลของแรงงานต่างด้าวที่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในประเทศไทยผ่านโปรแกรมโดยการค้นหาจาก เลขประจำตัวคนต่างด้าว ชื่อ นามสกุล สัญชาติ เลขประจำตัวประชาชนนายจ้าง

3.4.3 ระบบสามารถทำงานบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลโดยมีขีดความสามารถในการรองรับข้อมูล

5. การทดสอบการใช้งาน

การค้นหาโดยตรงจากหมายเลขประจำตัวคนต่างด้าว

กรอกข้อมูลหมายเลขประจำตัวคนต่างด้าว ตัวอย่างคือ “0012345678901” คลิกที่ปุ่มค้นหา ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพแสดงตัวอย่างการค้นหาข้อมูลจากหมายเลขประจำตัวคนต่างด้าว

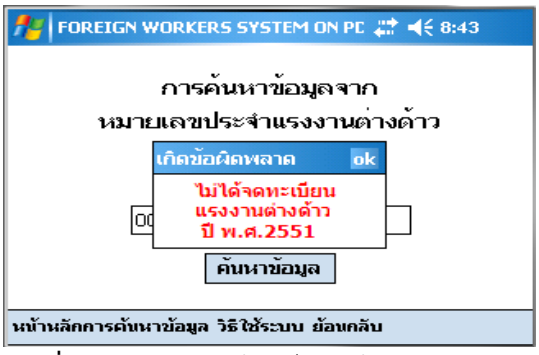
ผลการทดลองระบบ

ผลที่ได้จากการค้นหาข้อมูลแรงงานต่างด้าว หากแรงงานต่างด้าวคนนั้น ได้จดทดทะเบียนตามกฎหมาย ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ภาพแสดงข้อมูลแรงงานต่างด้าวจากการค้นหาบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

หากแรงงานต่างคนนั้นไม่ได้ขึ้นทะเบียนอย่างถูกต้องตามกฎหมายหรือหลบหนีเข้าเมือง โดยที่ไม่มีข้อมูลในระบบและปรากฏกล่องข้อความขึ้น ดังภาพที่ 8

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



ภาพที่ 8 ภาพแสดงการค้นหาไม่พบข้อมูลแรงงานต่างด้าว

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้กับซอฟแวร์

เครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (Personal Digital Assistanceหรือ Pocket PC) ที่มีระบบปฏิบัติการWindows Mobile 5.0 โปรแกรม Microsoft .NET Compact Framework 2.0 และโปรแกรม ThaiWinCE และ Memory 8 GB ขึ้นไป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนาซอฟต์แวร์

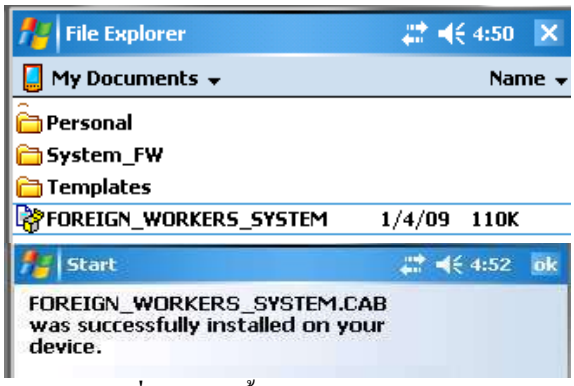
1. โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET (C#)
2. โปรแกรม XML Spy IDE
3. โปรแกรม AppServ version 2.5.9
4. โปรแกรม Windows Mobile 5.0 Pocket PC SDK
5. โปรแกรม Adobe Dream weaver CS3
6. โปรแกรม Adobe Photoshop CS3

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้พัฒนาซอฟต์แวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC CPU Pentium 4 2.8 GHz RAM 1 GB Hard disk 80 GB
2. เครื่อง Pocket PC CPU 200 MHz OS Window Mobile 5.0 Memory 10 GB

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบการใช้งานจริงในเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล ปรากฏว่าสามารถทำการติดตั้งและใช้งานได้ดังภาพที่ 9 โดยทำการติดตั้งโปรแกรมและคัดลอกฐานข้อมูล XML ใน System_FW เป็นการเก็บข้อมูลแรงงานต่างด้าวและรูปภาพแรงงานต่างด้าวทั้งหมดลงเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล



ภาพที่ 9 การติดตั้งโปรแกรมและฐานข้อมูล

สามารถทำการเข้าสู่โปรแกรมได้ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 การเข้าสู่โปรแกรม

ในการใช้ภาษา XML เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลและรูปภาพบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล สามารถทำให้สามารถค้นหาข้อมูลได้ตามความต้องการ โดยไม่ต้องอาศัยการเชื่อมต่อกับเครือข่าย

6. บทสรุป

ระบบข้อมูลแรงงานต่างด้าวบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลเป็นระบบที่ช่วยเหลือผู้ปฏิบัติงานในภาคสนาม เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ ให้สามารถดำเนินการสืบสวนจับกุม แรงงานต่างด้าวที่หลบหนีเข้าเมือง ได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องเปิดเอกสารตรวจสอบรายชื่อ แต่ค้นหาข้อมูลจากเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลแทน สามารถช่วยค้นหาข้อมูลแรงงานต่างด้าวที่จดทะเบียนกับกรมการจัดหางาน และสามารถแสดงรายละเอียดข้อมูลสำคัญพร้อมรูปภาพในขณะที่ปฏิบัติงานได้

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

6.1 เพิ่มความสามารถรองรับทุกภาษา

6.2 เชื่อมต่อข้อมูลผ่านเครือข่าย เพื่อปรับปรุงข้อมูล

7. กิตติกรรมประกาศ

งานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนและความกรุณาอย่างดียิ่งจากอาจารย์ศรัญญา กัลย์จาฤก อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และพันตำรวจโทชัย สงวนสิน รองผู้กำกับการฝ่ายเทคโนโลยีและสารสนเทศ สำนักงานตำรวจภูธรภาค 1 ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของงานและทำให้โครงงานเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณเขตพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและศูนย์พัฒนาอีเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติที่ได้สนับสนุนรางวัลการทำโครงงานคอมพิวเตอร์นี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กองตรวจและคุ้มครองคนหางาน กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน (ใช้เฉพาะเจ้าหน้าที่) ; แนวปฏิบัติเจ้าหน้าที่ เรื่อง การตรวจสอบการทำงานของคนต่างด้าวและการดำเนินคดีผู้ฝ่าฝืนพระราชบัญญัติการทำงานของคนต่างด้าว พ.ศ.2521

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนินาฏ ลีดส์ ; กฎหมายการทำงานของคนต่างด้าว : ISBN-12 978-974-288-4611 พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์วิญญูชน จำกัด 39/200-201 ซอยวิภาวดีรังสิต 84 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210

[3] กรมการจัดหางานกระทรวงแรงงาน;_http://122.154.5.7/workpermit/main/information/News.asp: คู่มือการจดทะเบียนสำหรับนายจ้าง/สถานประกอบการในการขอรับใบอนุญาตทำงาน การขอต่ออายุใบอนุญาตทำงานของแรงงานต่างด้าวหลบหนีเข้าเมืองสัญชาติพม่า ลาว และกัมพูชา ปี 2551

[4] สำนักบริหารแรงงานต่างด้าว กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน ถนนมิตรไมตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400 ; http://www.doe.go.th/workpermit/index.html : เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแรงงานต่างด้าว

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

IPv6 Tunnel Broker: ระบบอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อเครือข่าย IPv6 สำหรับผู้ใช้ตามบ้าน

พนิตา พงษ์ไพบูลย์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
panita@nectec.or.th

ฉัตรชัย จันทร์อินทร์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
chatchai@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอระบบอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อ IPv6 สำหรับเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต IPv6 ให้กับผู้ใช้ตามบ้านที่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตยังไม่เปิดให้บริการ IPv6 ระบบ IPv6 Tunnel Broker จะช่วยสร้างท่ออัตโนมัติเพื่อเชื่อมต่อไปยังเครือข่าย IPv6 และแจกจ่ายเลขหมาย IPv6 address ให้กับผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการตั้งค่าใดๆ ระบบนี้รองรับระบบปฏิบัติการ Windows XP และ Linux และใช้ได้กับทั้ง public และ private IPv4 address

Abstract

This article proposes a semi-automatic IPv6 tunnel configuration system with a goal to connect end users to IPv6 networks in a simple, convenient manner. Such system, called "IPv6 Tunnel Broker", will automatically allocate and configure public IPv6 addresses to end users' computers regardless of whether a user has a public or private IPv4 address.

คำสำคัญ

IPv6, Next Generation Internet, Tunnel Broker, Teredo

1. บทนำ ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

กลไกสำคัญในการทำงานของอินเทอร์เน็ตคืออินเทอร์เน็ตโพรโทคอล (Internet Protocol) ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือหมายเลขที่ใช้ในการอ้างอิงเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตทั่วโลก หมายเลขของโพรโทคอล ดังกล่าว (ซึ่งในปัจจุบันคือรุ่นที่ 4, IPv4) กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้และจะส่งผลกระทบต่อการขยายตัวของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คณะทำงาน IETF ได้ตระหนักถึงปัญหาสำคัญดังกล่าวและได้พัฒนาอินเทอร์เน็ตโพรโทคอลรุ่นใหม่ขึ้นคือรุ่นที่หก (Internet Protocol version 6; IPv6) โดยมีการปรับปรุงโครงสร้างของตัวโพรโทคอลในส่วนของจำนวนหมายเลขที่มากยิ่งขึ้นและยังมีการปรับปรุงคุณลักษณะอื่นๆ อีกหลายประการทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและความปลอดภัยของตัวโพรโทคอลเพื่อให้สามารถตอบสนองการขยายตัวและความต้องการใช้งานเทคโนโลยีบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในอนาคตได้เป็นอย่างดี

การปรับเปลี่ยนเครือข่ายจาก IPv4 เป็น IPv6 ทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การสร้างอุโมงค์ (IPv6-in-IPv4 tunnel) เพื่อให้ข้อมูลในรูปแบบของ IPv6 สามารถส่งออกไปบนเครือข่าย IPv4 ได้ หรือการแปลงข้อมูล (translation) โดยใช้อุปกรณ์เซิฟเวอร์แปลงแพ็กเก็ต IPv6 ให้อยู่ในรูปแพ็กเก็ต IPv4 อย่างไรก็ตามเทคนิคการปรับเปลี่ยนเหล่านี้มีความซับซ้อน ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการตั้งค่าที่อุปกรณ์เครือข่ายของตน ในบางกรณีต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริม และบางครั้งจำเป็นต้องใช้ public IPv4 address ในการเชื่อมต่อ ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้การใช้งาน IPv6 ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อเครือข่าย IPv6 สำหรับผู้ใช้ทั่วไปตามบ้าน โดยใช้เทคนิคการเชื่อมต่อแบบอุโมงค์ IPv6-in-IPv4 tunnel ระบบที่พัฒนาขึ้นทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (broker) ช่วยเชื่อมต่อผู้ใช้เข้ากับ IPv6 Internet โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ชุดคำสั่ง IPv6 ผู้ใช้เพียงแค่ดาวน์โหลดและติดตั้งสคริปต์ในคอมพิวเตอร์ของตนเอง สคริปต์จะตั้งค่าการเชื่อมต่ออุโมงค์และเลขหมาย IPv6 address ให้แก่ผู้ใช้โดยอัตโนมัติ ผู้ใช้ไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมและไม่จำเป็นต้องมี public IPv4 address ระบบ IPv6 Tunnel Broker นี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ทั่วไปที่ต้องการใช้งาน IPv6 แต่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตยังไม่เปิดให้บริการ ระบบ

นี้ผ่านการทดสอบภาคสนามตั้งแต่ปี 2550-2551 และพบว่าสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการปรับเปลี่ยนเครือข่ายแบบอุโมงค์

Tunnel หรือการทำอุโมงค์เป็นการ encapsulate แพ็กเก็ตข้อมูลที่ต้องการส่งไว้ในอีกแพ็กเก็ตหนึ่ง เนื่องจากแพ็กเก็ตที่อยู่ภายในไม่สามารถถูกส่งไปยังปลายทางได้ จึงต้องอาศัยการห่อหุ้มด้วยแพ็กเก็ตอื่น การทำอุโมงค์เพื่อใช้งาน IPv6 นั้นใช้เมื่อเครือข่ายเชื่อมต่ออยู่ด้วยไม่สนับสนุน IPv6 จึงจำเป็นต้องหุ้มแพ็กเก็ต IPv6 ไว้ภายใต้แพ็กเก็ต IPv4 อีกที เมื่อแพ็กเก็ตมาถึงปลายทางของอุโมงค์ เครือข่ายปลายทางจะตรวจสอบ IPv4 header ซึ่งจะทราบว่าภายในเป็นแพ็กเก็ต IPv6 ดั้งนั้นตัวเกตเวย์จะกำจัด IPv4 header ออก เหลือแต่ IPv6 แพ็กเก็ตแล้วส่งต่อไปยังปลายทางที่ใช้หมายเลข IPv6 ที่ระบุใน IPv6 header การทำ Tunnel สำหรับใช้งาน IPv6 มีหลายวิธี เช่น

1) Manually Configured Tunnel คือการติดตั้งอุโมงค์ด้วยมือเหมาะสำหรับการเชื่อมต่อสองเครือข่าย IPv6 เข้าด้วยกัน ผ่านเครือข่าย IPv4 โดยต้องมีอุปกรณ์เกตเวย์ที่สองฝั่งทำหน้าที่เป็นทางเข้าและทางออกของอุโมงค์ โดยเกตเวย์แต่ละด้านจะต้องทราบหมายเลข IPv6/IPv4 ของปลายอุโมงค์อีกด้าน ผู้ดูแลระบบทั้งสองฝั่งจะต้องใส่หมายเลข IP address ของปลายทางอุโมงค์เข้าไปเอง วิธีนี้จึงต้องการการดูแลสูงและจำเป็นต้องใช้ public IPv4 address ที่เกตเวย์ทั้งสองฝั่ง

2) 6to4 Tunnel (RFC3056) แตกต่างจาก Manually Configured Tunnel ที่เกตเวย์แต่ละด้านของอุโมงค์ไม่ต้องเก็บหมายเลข IPv4/IPv6 ของเกตเวย์อีกฝั่ง เกตเวย์จะทราบหมายเลข IPv4/IPv6 ของเครื่องปลายทางได้จาก Destination IP address เกตเวย์ 6to4 Tunnel ใช้ IPv6 Prefix พิเศษขึ้นต้นด้วย 2002 และตามด้วย IPv4 address ในรูปเลขฐานสิบหก ดังนั้น 6to4 Prefix จะมีความยาวอย่างน้อย 48 บิต เช่น หาก IPv4 address ของเกตเวย์คือ 202.57.124.186 (แปลงเป็นเลขฐานสิบหกได้ CA39:7CBA) IPv6 prefix ของเกตเวย์คือ 2002:CA39:7CBA::/48 การกำหนด Prefix วิธีนี้จะทำให้ทราบหมายเลข IPv4 ของเกตเวย์ปลายทางได้โดยอัตโนมัติ ผู้ดูแลระบบไม่ต้องตั้งค่าใดๆ อย่างไรก็ตามเกตเวย์จำเป็นต้องใช้ public IPv4 address ในการเชื่อมต่อเช่นเดียวกับวิธีแรก

3) Teredo (RFC 4380) เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างอุโมงค์ให้แก่เครือข่ายที่ใช้ Network Address Translation (NAT) ช่วยแก้ไขข้อจำกัดของอุโมงค์สองประเภทแรก Teredo ใช้หลักการห่อหุ้ม IPv6 แพ็กเก็ต ด้วย UDP/IPv4 แพ็กเก็ต การใช้งานต้องมี Teredo Server มีหน้าที่จัดการค่าการเชื่อมต่อระหว่าง Teredo Client และ Teredo Relay ซึ่งเป็นเสมือนปลายอุโมงค์สองด้าน Teredo ใช้ IPv6 prefix 2001:0000::/32

2.2 มาตรฐาน IPv6 Tunnel Broker

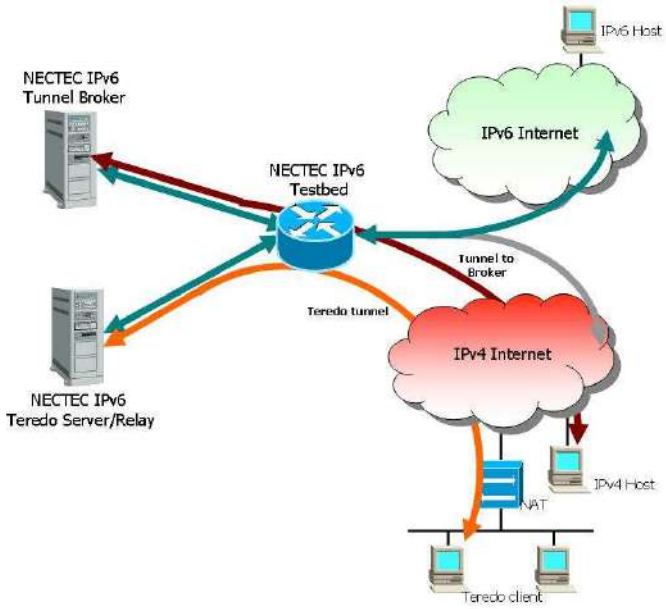
เทคนิคการทำ IPv6 Tunnel Broker ปรากฏอยู่ใน RFC 3053 [1] ซึ่งนำเสนอโมเดลการใช้ IPv6 Tunnel Broker ผ่านเวบไซต์เพื่อง่ายในการติดต่อกับผู้ใช้งาน แต่มีข้อเสียคือ ถ้าหมายเลข IPv4 ของผู้ใช้งานมีการเปลี่ยนแปลง อุโมงค์ที่ติดตั้งไว้จะใช้ไม่ได้ ผู้ใช้ต้องมาเปลี่ยนแปลงข้อมูล IPv4 ด้วยตนเองที่ระบบ และมาตรฐานนี้ไม่รองรับการใช้งานผ่าน NAT ปัญหาดังกล่าวถูกจัดการด้วย Tunnel Setup Protocol (TSP) [2] ซึ่งใช้ signaling protocol ในการติดตั้งค่าทั้งสองฝั่งระหว่างฝั่งผู้ใช้และฝั่ง tunnel server ส่งผลให้สามารถรองรองรับการเปลี่ยนแปลงหมายเลข IPv4 อัตโนมัติและการใช้งานผ่าน NAT

ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตหลายๆ ที่ในต่างประเทศให้บริการ IPv6 Tunnel Broker ฟรี แต่เนื่องจากเป็นผู้ให้บริการต่างประเทศ หากผู้ใช้สองจุดในประเทศไทยต้องการสื่อสารกันผ่าน IPv6 ข้อมูลจะถูกส่งอ้อมไปยังเครือข่ายของ broker ที่ต่างประเทศก่อนจะย้อนกลับมาหาปลายทางในประเทศไทย ผู้ใช้ทั้งสองจุดในประเทศไทยไม่สามารถส่งข้อมูลติดต่อกันโดยตรง ทำให้ประสิทธิภาพในการสื่อสารลดลง ตัวอย่างบริการ IPv6 Tunnel Broker ในต่างประเทศ ได้แก่ Hexago ในแคนาดาซึ่งใช้หลักการ TSP ข้างต้น Hurricane Electric ในอเมริกา SixXS ในยุโรปและ Academia Sinica ที่ไต้หวัน บริการแต่ละแห่งแตกต่างกันในแง่ของระบบปฏิบัติการที่รองรับ ความยาวของ prefix ที่แจกและความสามารถใช้งานร่วมกับ NAT [3-6]

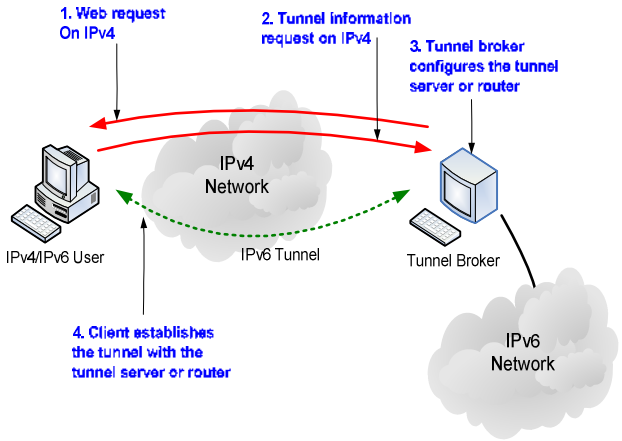
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของระบบ IPv6 Tunnel Broker



รูปที่ 2 แสดงการทำงานของระบบ IPv6 Tunnel Broker

โครงสร้างของระบบ IPv6 Tunnel Broker ที่เราพัฒนาขึ้นประกอบด้วยสองส่วน ตามรูปที่ 1

1. IPv6 Tunnel Broker เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่าง IPv4 และ IPv6 ทำหน้าที่เป็นทั้ง web server, tunnel server และ dns server โดยผู้ใช้จะต้องลงทะเบียนผ่านเวบที่นี่เพื่อขอใช้งาน IPv6 จากนั้นตัว IPv6 Tunnel Broker นี้จะสร้าง tunnel รอ และส่งสคริปต์ให้ผู้ใช้นำไปติดตั้งบนเครื่องของตน Script นี้จะทำการตั้งค่าเชื่อมต่อที่ปลายอุโมงค์ฝั่งผู้ใช้ เมื่อเสร็จสิ้นผู้ใช้สามารถใช้งานเครือข่าย IPv6 ผ่านทาง tunnel ที่ถูกสร้างเตรียมไว้ ข้อมูลที่วิ่งสู่ IPv6 Internet จะวิ่งผ่าน Tunnel Broker นี้
2. Teredo Server/Relay เป็นทั้งอุปกรณ์ server และ relay ในตัวเดียว ช่วยจัดการสร้างอุโมงค์ในกรณีที่ผู้ใช้มีการใช้งาน NAT ลักษณะการทำงานคือผู้ใช้จะต้องลงทะเบียนผ่านเวบที่ IPv6 Tunnel Broker ซึ่งจะตรวจสอบว่าผู้ใช้ใช้ private IPv4 address จึงส่งต่อข้อมูลการเชื่อมต่อไปให้ Teredo Server เพื่อขอใช้งาน โดย Teredo Server จะตั้งค่าเชื่อมต่อที่ปลายอุโมงค์ฝั่ง Teredo Relay และแจกชุด Teredo prefix ให้กับฝั่งผู้ใช้ ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรมเพื่อใช้งาน Teredo Client ที่เครื่องของตน ข้อมูลที่วิ่งสู่ IPv6 Internet จะวิ่งผ่าน Teredo Relay นี้

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.2.1 ระบบจัดการผู้ใช้ (User management)

IPv6 Tunnel Broker แบ่งผู้ใช้เป็น 2 กลุ่ม คือผู้ใช้ธรรมดาและผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้ธรรมดาสามารถลงทะเบียนผ่าน website http://tb.ipv6.nectec.or.th โดยตรง ระบบจะสร้างบัญชีการใช้งานประกอบด้วย username และ password โดยจะแจ้งให้ทราบทาง e-mail ที่ลงทะเบียนไว้ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยน password ของตนเองได้ ผู้ใช้สามารถดูและแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ ระบบจะลบบัญชีที่ไม่มีการใช้งานมากกว่า 1 ปี นอกจากนี้ผู้ใช้ธรรมดาสามารถสร้าง tunnel ใหม่โดยมีอายุ 30 วัน สามารถต่ออายุ tunnel ได้ และสามารถดูรายละเอียดและสถิติการใช้งานเกี่ยวกับ tunnel ของตนได้

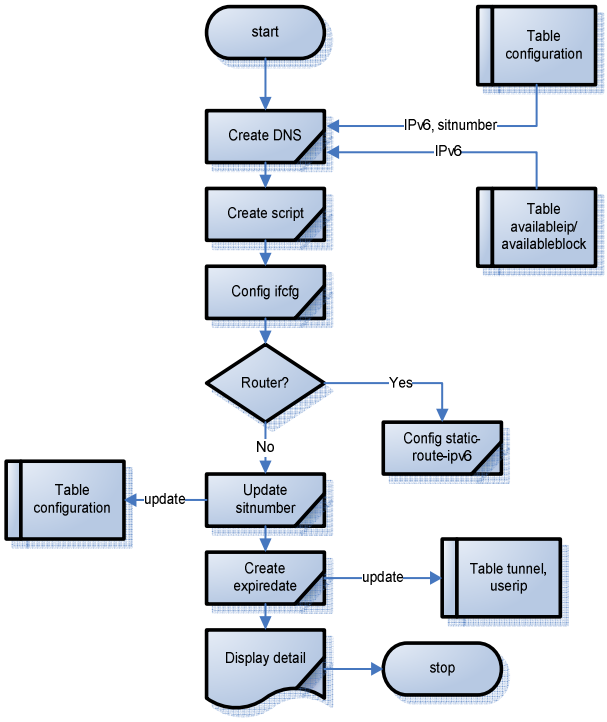
ส่วนบัญชีของผู้ดูแลระบบถูกสร้างขึ้นโดยผู้ดูแลระบบใหญ่เท่านั้น ผู้ดูแลระบบสามารถดูและแก้ไขบัญชีผู้ใช้ธรรมดา สามารถดูรายละเอียดจำนวน tunnel ในระบบและภาพรวมการเข้าใช้งานและสถิติการส่งข้อมูลผ่าน tunnel ทั้งหมด นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบสามารถทำทุกอย่างที่ผู้ใช้ธรรมดาทำได้

3.2.2 ระบบจัดการ Tunnel (Tunnel Management)

IPv6 Tunnel Broker จะบันทึก IPv4 address ของ user ที่ลงทะเบียนเพื่อสร้าง tunnel ใหม่ และจะจัดสรร IPv6 address เบอร์เดียวหรือชุดของ /64 IPv6 prefix (แล้วแต่ว่าผู้ใช้ลงทะเบียนขอใช้งานเป็นโฮสต์หรือเร้าเตอร์) พร้อมทั้งบันทึกวันที่ tunnel ถูกสร้างและกำหนดให้มีอายุการใช้งาน 30 วัน นอกจากนี้ระบบจะสร้าง domain name สำหรับแต่ละ

tunnel มีรูปแบบ username-n.tb.ipv6.nectec.or.th โดยที่ n คือจำนวน tunnel ที่ผู้ใช้คนนี้มี เนื่องจากผู้ใช้ 1 คน (1 username) อาจลงทะเบียนขอสร้าง tunnel จากหลายเครื่อง ระบบอนุญาตให้สร้าง 1 tunnel ต่อ 1 IPv4 address เท่านั้น

จากนั้นระบบจะสร้างสคริปต์สำหรับติดตั้งจำนวน 2 ชุด สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows XP และ Linux อย่างละชุด เพื่อให้ผู้ใช้เลือกดาวน์โหลดไปใช้ และระบบจะสร้าง tunnel interface สำหรับปลายอุโมงค์ในฝั่งตนเองรอไว้ ระบบจะลบ tunnel ที่หมดอายุถ้าไม่ได้รับการต่ออายุภายใน 10 วัน ลำดับขั้นตอนการสร้าง tunnel แสดงในรูปที่ 3 ตัวอย่างสคริปต์สร้าง tunnel บน Windows XP แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้าง Tunnel

```
>ipv6 install
>netsh interface ipv6 install
>netsh interface ipv6 add v6v4tunnel TB <user IPv4> <TB IPv4>
store=persistent
>netsh interface ipv6 add address TB <user IPv6> store=persistent
>netsh interface ipv6 add route ::/0 TB <TB IPv6> store=persistent
>netsh interface ipv6 set interface TB forwarding=enabled
store=persistent
```

รูปที่ 4 ตัวอย่างสคริปต์สร้าง tunnel บน Windows XP

สำหรับการสร้าง Teredo tunnel สำหรับผู้ใช้ NAT รองรับเฉพาะผู้ใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Linux ขั้นตอนการสร้าง tunnel เหมือนข้างต้น โดยระบบใช้ซอฟต์แวร์ Miredo [7] ช่วยจัดการ Teredo tunnel ดังตัวอย่างในรูปที่ 5

```
#!/bin/bash
cd /usr/local/src
wget http://www.remlab.net/files/miredo/miredo-1.0.4.tar.bz2
tar xvjf miredo-1.0.4.tar.bz2
cd miredo-1.0.4
./configure --prefix=/usr/local/miredo
make
make install
```

รูปที่ 5 ตัวอย่างสคริปต์ใช้งาน Teredo บน Linux

3.2.3 ระบบจัดการ IP address (IP Address Management)

IPv6 Tunnel Broker จะจัดสรร IPv6 address หรือ IPv6 prefix ของ tunnel ที่หมดอายุให้กับผู้ใช้งานรายใหม่ หากไม่มีหมายเลขที่หมดอายุจะจัดสรร IPv6 address เริ่มตั้งแต่ 2001:f00:1ffc:1:0:fffe::/96 และ IPv6 prefix เริ่มตั้งแต่ 2001:f00:1ffc:ffff::/32 เรียงลำดับจากมากไปน้อย หมายเลข IPv6 ที่ปลายอุโมงค์ฝั่ง tunnel server จะลงท้ายด้วย 1 เช่น 2001:f00:1ffc:1:0:fffe:0:1 ฝั่งผู้ใช้จะลงท้ายด้วย 2 เช่น 2001:f00:1ffc:1:0:fffe:0:2

3.2.4 ระบบบันทึกการใช้งาน (Usage Management)

IPv6 Tunnel Broker จะบันทึกเวลาของผู้ใช้งานเพื่อดูความถี่การเข้าใช้งาน บันทึกจำนวนครั้งการต่ออายุ tunnel และบันทึกสถิติปริมาณการใช้งานต่างๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบของกราฟ

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบ IPv6 Tunnel Broker ที่พัฒนาขึ้นปัจจุบันยังไม่สามารถรองรับ NAT บน Windows เนื่องจากซอฟต์แวร์ Miredo ที่ใช้รองรับเพียง Linux และ BSD และยังไม่มีการพัฒนา Teredo client บน Windows สำหรับ IP ที่ไม่ได้ผ่าน NAT สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux ตระกูล Fedora เท่านั้น เนื่องจากการตั้งค่าการเชื่อมต่อเครือข่าย ใน Linux แต่ละตระกูลจะมีคำสั่งแตกต่างกันออกไป

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ระบบ IPv6 Tunnel Broker ได้เปิดให้บริการทดสอบฟรีแก่บุคคลทั่วไปที่ http://tb.ipv6.nectec.or.th ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2550 ถึงตุลาคม 2551 โดยระบบติดตั้งอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ Pentium IV 2.4 GHz หน่วยความจำ 512 MB ความจุดิสก์ 80 GB เซิฟเวอร์นี้มีสองอินเทอร์เฟส อินเทอร์เฟสแรกเชื่อมต่อเครือข่าย IPv4 แบนด์วิดท์ 100 Mbps อินเทอร์เฟสที่สองต่อ Native IPv6 ไปยังเครือข่ายไทยสาร ซึ่งมีแบนด์วิดท์เชื่อมต่อไปยังเครือข่าย IPv6 ต่างประเทศที่ 155 Mbps

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

4.2.1 ผลการใช้งานจากฐานข้อมูล

ในช่วงทดสอบพบว่ามีผู้ลงทะเบียนเพื่อใช้งาน IPv6 Tunnel Broker จำนวน 419 คน (username) มีการสร้าง tunnel แบบธรรมดาจำนวน 225 tunnels โดยผู้ใช้ 125 คน (ผู้ใช้ 1 คนอาจสร้างหลาย tunnel ได้บนหลายคอมพิวเตอร์) ผู้ใช้เลือก tunnel ชนิด end-host 153 tunnels ชนิด router 72 tunnels จำนวน public IPv4 ที่ลงทะเบียนใช้ tunnel มีทั้งสิ้น 207 IP address นอกจากนี้มีจำนวน tunnel ที่ผ่านการต่ออายุ 18 tunnels ในส่วนของผู้ใช้ที่ไม่มี public IPv4 address มีการเชื่อมต่อแบบ Teredo ทั้งหมด 59 tunnels โดยผู้ใช้ 59 คน

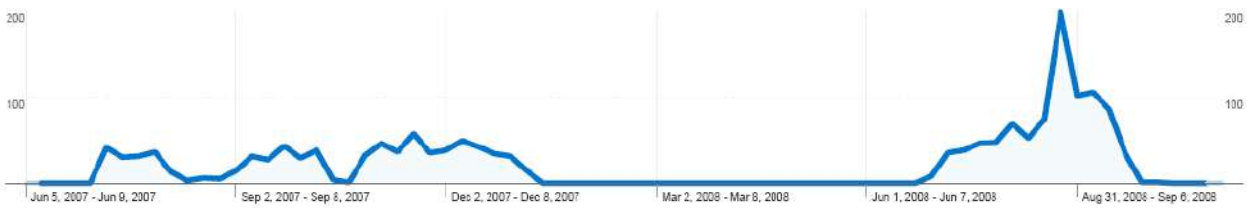
จากการเก็บรวบรวมปริมาณข้อมูล IPv6 ที่รับส่งโดยผู้ใช้ IPv6 tunnel broker พบจำนวน IPv6 flow 376,459 flows จำนวนปลายทางที่ผู้ใช้ติดต่อด้วยมีทั้งหมดเพียง 39 ปลายทาง (นับเฉพาะปลายทางที่ไม่ใช่ prefix 2001:f00:1ffc::/48 ซึ่งเป็น prefix ของผู้ใช้ระบบ) คาดว่าเป็นเพราะปัจจุบันยังไม่ค่อยมี server ที่ให้บริการ IPv6 application มากนัก ปลายทางที่มีการรับส่งข้อมูล IPv6 มากที่สุดได้แก่ 2001:4c40:1::6667 แอปพลิเคชั่นที่มีการใช้งาน IPv6 มากที่สุดได้แก่ irc และ http ตามลำดับ จำนวนพอร์ตต้นทางและปลายทางทั้งหมดที่พบคือ 288 และ302 พอร์ต ตามลำดับ ในการทดสอบระบบรองรับการสร้าง tunnel interface สูงถึง 875 อินเทอร์เฟสโดยไม่มีปัญหา

4.2.2 ผลการใช้งานจาก Google Analytics

Google Analytics [8] ถูกนำมาใช้เก็บสถิติจำนวนผู้เข้าเยี่ยมชมเวบ IPv6 Tunnel Broker ตั้งแต่มิถุนายน 2550 ปริมาณการใช้งานระบบมีรายละเอียดดังนี้ จำนวนการเข้าเยี่ยมชมเวบไซต์ทั้งสิ้น 2,062 ครั้ง จากผู้ชม 1,535 คน มีเพียง 27% ของผู้เยี่ยมชมที่ลงทะเบียนใช้งานจริง จำนวนหน้าเวบที่ถูกเรียกดูทั้งสิ้น 11,095 หน้า โดยเฉลี่ย 5.38 หน้าต่อคน รูปที่ 6 แสดงปริมาณผู้เยี่ยมชมในสัปดาห์ต่างๆ ตั้งแต่มิถุนายน 2550 – ตุลาคม 2551 จำนวนผู้ชมสูงสุด ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2551 จำนวน 75 คน ส่วนช่วง ธันวาคม 2550 – มิถุนายน 2551 ไม่มีผู้ใช้เพราะระบบหยุดให้บริการชั่วคราว

ตารางที่ 1 แจกแจงรายชื่อประเทศต้นทางของผู้ใช้ อันดับแรกคือประเทศไทยจำนวน 1,523 คน คิดเป็น 73.86% ที่น่าสนใจคืออันดับสองและสามคือผู้ใช้จากประเทศจีน 7.81% และอิตาลี 4.90% ตามลำดับ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต 10 อันดับแรกคือ ISP ในประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 2 ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่ผู้ใช้งาน IPv6 Tunnel Broker มีการเชื่อมต่อแบบ DSL แสดงให้เห็นว่าบริการ Tunnel Broker นี้ถูกใช้งานกับผู้ใช้ในตามบ้านเป็นหลักตรงตามวัตถุประสงค์

ตารางที่ 4 แสดงประเภทของระบบปฏิบัติการและบราวเซอร์ของผู้ใช้ ผลปรากฏว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่ใช้ Windows และ Internet Explorer ซึ่งในการพัฒนาเราได้เน้นทดสอบระบบ กับ Internet Explorer และ Firefox เป็นหลัก นับว่าเราคาดการณ์ได้ถูกต้องเพราะผู้ใช้กว่า 94% ใช้บราวเซอร์หนึ่งใน



รูปที่ 6 จำนวนผู้เยี่ยมชมรายสัปดาห์

สองตัวนี้ นอกจากนี้ระบบ IPv6 Tunnel Broker ปัจจุบันรองรับระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux ซึ่งนับเป็นกว่า 98% ของผู้ใช้ทั้งหมด

ตารางที่ 1 รายชื่อประเทศต้นทางของผู้ใช้

Country/Territory	Visits	Pages/Visit	Avg. Time on Site
Thailand	1,523	5.10	00:03:54
China	161	5.55	00:04:53
Italy	101	8.99	00:04:54
Slovenia	31	9.16	00:06:14
Bulgaria	29	3.86	00:02:25
United States	29	3.00	00:02:18

ตารางที่ 2 รายชื่อ ISP ต้นทางของผู้ใช้

Network Location	Visits	Pages/Visit	Avg. Time on Site
truehisp	143	4.61	00:03:47
imported inetnum object for kasets	116	8.83	00:06:09
adsl huaweibb truelocal infrastructure true internet co. ltd.	114	6.54	00:05:10
tot public company limited bangkok	111	4.86	00:04:08
adsl huaweibb truehisp infrastructure true internet co. ltd.	94	5.70	00:06:01
maxnet internet service provider bangkok	87	3.91	00:02:04
true internet co. ltd.	70	4.80	00:04:04
uninet(inter-university network)	52	2.96	00:03:12
cat telecom data comm. dept intrenet office	50	4.60	00:03:09
tot adsl ip address pool	45	3.00	00:02:55

ตารางที่ 3 รูปแบบการเชื่อมต่อของผู้ใช้

Connection Speed	Visits	Pages/Visit	Avg. Time on Site
Unknown	1,111	5.40	00:03:59
DSL	556	5.55	00:04:29
Dialup	196	5.68	00:04:11
T1	127	4.05	00:02:47

ตารางที่ 4 ระบบปฏิบัติการและบราวเซอร์ของผู้ใช้

Browser and OS	Visits	Visits
Internet Explorer / Windows	1,268	61.49%
Firefox / Windows	568	27.55%
Firefox / Linux	110	5.33%
Opera / Windows	35	1.70%
Mozilla / Linux	18	0.87%
Safari / Windows	12	0.58%
Chrome / Windows	10	0.48%
Firefox / Macintosh	8	0.39%
Safari / Macintosh	6	0.29%
Mozilla / Windows	5	0.24%

5. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอระบบ IPv6 Tunnel Broker เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อเครือข่าย IPv6 สำหรับผู้ใช้ตามบ้าน ระบบนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ในประเทศไทยเพราะปัจจุบันผู้ใช้ตามบ้านไม่มีทางเลือกในการเข้าถึงเครือข่าย IPv6 ยังไม่มี ISP รายใดให้บริการ IPv6 DSL หรือ Dialup แม้ว่าจะมีบริการ Tunnel Broker ของต่างประเทศให้เลือกใช้ได้ แต่การส่งข้อมูลอ้อมนอกประเทศ ทำให้ประสิทธิภาพการสื่อสารนั้นไม่ดีเท่าบริการในประเทศ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์และมีผู้ใช้ในประเทศไทยจำนวนมากสนใจใช้บริการ IPv6 Tunnel Broker นี้

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ผลการทดสอบพบว่ามีผู้สนใจระบบ IPv6 Tunnel Broker จากต่างประเทศจำนวนมาก จึงควรปรับปรุงระบบให้มี GUI ทั้งภาษาไทยและอังกฤษเพื่อรองรับผู้ใช้กลุ่มนี้ นอกจากนี้ยังพบกลุ่มผู้สนใจที่ใช้ระบบปฏิบัติการนอกเหนือจาก Windows XP และ Linux จึงควรพิจารณาสร้างสคริปต์เพิ่มเติมเพื่อรองรับ Macintosh, Windows Vista หรือ Linux อื่นนอกเหนือจาก Fedora Core ท้ายสุดคือการรองรับผู้ใช้ NAT บน Windows

6. กิตติกรรมประกาศ

ระบบ IPv6 Tunnel Broker นี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก Pan-Asia ICT R&D Grants Programme สนับสนุนโดย UNDP-APDIP, IRDC, และ APNIC Project Ref. No. 0502A6_S01

7. เอกสารอ้างอิง

[1] A. Durand, P. Fasano, I. Guardini, and D. Lento, “IPv6 Tunnel Broker,” RFC 3053, January 2001.

[2] M. Blanchet and F. Parent, “IPv6 Tunnel Broker with the Tunnel Setup Protocol (TSP),” Internet Draft, May 2008.

[3] Hexago, http://www.hexago.com.

[4] Hurricane Electric Free IPv6 Tunnel Broker, http://tunnelbroker.net.

[5] SixXS IPv6 Deployment, http://www.sixxs.net.

[6] Gateway6 HTTP Server, http://tb2.ipv6.ascc.net.

[7] Miredo: Teredo IPv6 tunneling for Linux and BSD, http://www.remlab.net/miredo.

[8] Google Analytics, http://www.google.com/analytics.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

(A Warrant of Arrest Online System on PDA)

พงษ์ศักดิ์ บุญสมพงษ์
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
noom_pkbn@hotmail.com

ปิยนาถ จตุรงค์
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
spaket_ty@hotmail.com

ศรัญญา กัลย์จาฤก
ม.ขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
kanjaruek@nkc.kku.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เจ้าหน้าที่ตำรวจใช้ ในการค้นหาข้อมูลผู้ต้องหาเพื่อดึงสำเนาหมายจับที่อยู่บนเครื่อง Web Server ผ่านเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล หรือ PDA (Personal Digital Assistance) แสดงต่อหน้าผู้ต้องหาหรือแสดงข้อมูลรายละเอียดสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อการสืบหาผู้ต้องหา เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถทำการจับกุมผู้ต้องหาได้ สามารถนำไปใช้ติดตามจับกุมผู้ต้องหา ทำให้สามารถดำเนินคดีได้อย่างทันต่อเหตุการณ์

Abstract

A warrant of arrest online system is developed for police's searching and accessing warrant data on web server via PDA to display in the face of the suspects or searching useful details for the arrest of the suspects. So that, the police can takes the suspects to the justice on time.

คำสำคัญ

หมายจับ, เครื่องเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

1. บทนำ

ระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลพัฒนาเพื่อนำเอาข้อมูลผู้ต้องหาจากระบบสารสนเทศ POLIS มาสร้างเป็น Web Application โปรแกรม Web Client ของสถานีตำรวจภูธรทั่วประเทศจะติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครื่อง Web Server และพัฒนาเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลในการค้นหาข้อมูล เพื่อดึงสำเนาหมายจับ มาแสดงต่อหน้าผู้ต้องหาหรือแสดงข้อมูลรายละเอียดสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อการสืบหาผู้ต้องหา เจ้าหน้าที่ตำรวจได้รับข้อมูลสามารถทำการจับกุมผู้ต้องหาได้อย่างแม่นยำ ระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลสามารถติดตั้งโปรแกรม เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไร้สาย หรือ GPRS ได้ ทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถนำไปใช้ติดตามจับกุมผู้ต้องหา และสามารถดำเนินคดีได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ผ่านอุปกรณ์ไร้สาย

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องมาจากเหตุการณ์การกระทำความผิดของผู้ไม่ประสงค์ดีต่อบุคคลอื่นมีอยู่มาก ผู้ที่ต้องเข้าไปแก้ไขปัญหาคือเจ้าหน้าที่ตำรวจ ซึ่งการที่เจ้าหน้าที่ตำรวจจะจับผู้ต้องหาที่มีหมายจับของศาลได้นั้น จะต้องนำสำเนาหมายจับจากสถานีตำรวจที่ทำการขอหมายจับจากศาลไปแสดงต่อหน้าผู้ต้องหาจึงสามารถทำการจับกุมได้ และถ้าเกิดกรณีที่ผู้ต้องหาหลบหนีไปอยู่ท้องที่อื่น เจ้าหน้าที่ตำรวจที่อยู่ท้องที่ที่ผู้ต้องหาหลบหนีไป จะไม่สามารถจับกุมผู้ต้องหาได้ เนื่องจากไม่มีสำเนาหมายจับจากสถานีตำรวจที่ออกหมายจับ เป็นผลให้การจับกุมผู้ต้องหาเกิดความล่าช้าออกไป

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบหมายจับออนไลน์บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลขึ้นมาเพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลเพื่อดึงสำเนาหมายจับ แสดงต่อหน้าผู้ต้องหาหรือแสดงข้อมูลรายละเอียดสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อการสืบหาผู้ต้องหา เจ้าหน้าที่ตำรวจได้รับข้อมูลของผู้ต้องหาสามารถทำการจับกุมผู้ต้องหาได้ อีกทั้งข้อมูลที่ได้รับมาเป็นข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์ ถูกต้อง แม่นยำ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบหมายจับออนไลน์ พัฒนาโดยพันตำรวจเอก ภุชงค์ ภัทรพงศ์สินธุ์ เป็นระบบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการจัดการหมายจับในระดับสถานีตำรวจ สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทั้งในระดับจังหวัด ระดับภาค และระดับประเทศ ลดความยุ่งยากซ้ำซ้อนในการบริหารจัดการข้อมูลหมายจับ เรียกดูสถิติข้อมูลได้ ทุกที่ ทุกเวลาผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

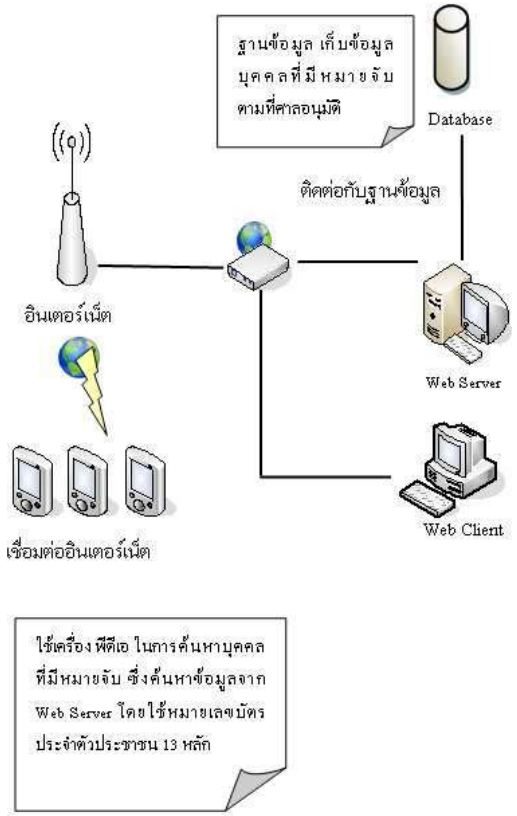
3.1 เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้

3.1.1 โปรแกรม Windows Mobile Emulator คือโปรแกรมที่จำลอง PDA ในแบบ Windows Mobile เหมือนกับคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่มีไอพีแอดเดรสสามารถเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตได้

3.1.2 โปรแกรม Microsoft Visual Studio.NET (C#) จะใช้ในการสร้างแอพลิเคชันและการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ



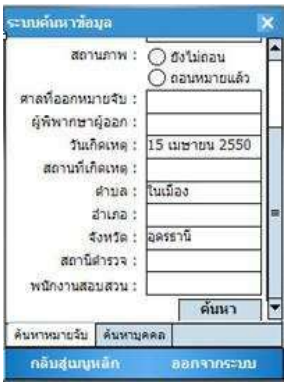
ภาพที่ 1 ภาพแสดงสถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบโดยผู้ใช้ทำการค้นหาข้อมูลด้วยเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล ที่มีการดึงข้อมูลหมายจับจาก Web Server ผ่านทางเครือข่าย

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 การออกแบบภายนอก

1. การค้นหาบุคคล จากภาพที่ 2 แสดงหน้าจอการค้นหาข้อมูลจากชื่อนามสกุล เลขบัตรประจำตัวประชาชนหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ต้องหา



ภาพที่ 2 ภาพแสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลบุคคล

2. การค้นหาหมายจับ จากภาพที่ 3 ทำการค้นหาข้อมูลหมายจับของแต่ละบุคคล โดยการระบุเลขที่หมายจับหรือเลขที่คดีอาญา

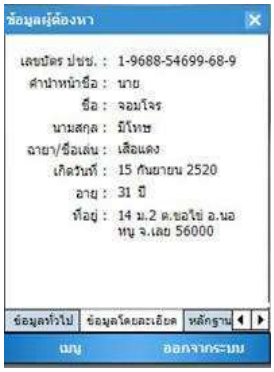
ภาพที่ 3 ภาพแสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลบุคคล

3. การแสดงข้อมูลค้นคืน จากภาพที่ 4 แสดงผลลัพธ์จำนวนหมายจับของผู้ต้องหาแต่ละคน

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ภาพที่ 4 แสดงจำนวนหมายจับของผู้ต้องหา

4. การแสดงข้อมูลผู้ต้องหา จากภาพที่ 5 เมื่อทำการค้นหาระบบจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ต้องหา



ภาพที่ 5 ภาพแสดงข้อมูลโดยละเอียดของผู้ต้องหา

5. แสดงรายการหมายจับของผู้ต้องหาที่ถูกออกหมายจับหลายฉบับ ดังแสดงในภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ภาพแสดงรายการหมายจับของผู้ต้องหา

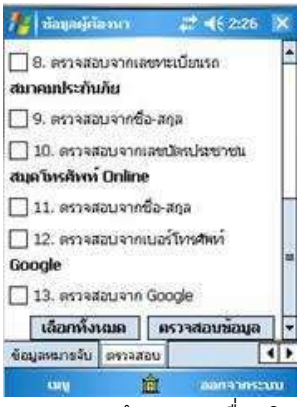
6. รายละเอียดหมายจับ จะแสดงข้อมูลสถานะภาพการจับกุมผู้ต้องหาอันเป็นข้อมูลสำคัญในการจับกุมผู้ต้องมาดำเนินคดี ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ภาพแสดงหน้าจอรายการหมายจับ

7. หลักฐานสื่อหมายจับ จากภาพที่ 8 สามารถตรวจสอบหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการกระทำผิดกฎหมายของผู้ต้องหา

ภาพที่ 8 ภาพแสดงหน้าจอรายการหลักฐานสื่อหมายจับ

8. การเชื่อมโยง เพื่อตรวจสอบความเคลื่อนไหวของผู้ต้องหา จากภาพที่ 8 ในกรณีที่ผู้ต้องหาทำการหลบหนี สามารถตรวจสอบความเคลื่อนไหวหรือพฤติกรรมของผู้ต้องหาตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้



ภาพที่ 8 ภาพแสดงหน้าจอการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลอื่น

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

1. สามารถใช้งานได้เฉพาะบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลเท่านั้น

2. อาศัยการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ต

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software)

1. โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET (C#)
2. ฐานข้อมูล AppServ version 2.5.9
3. โปรแกรม Windows Mobile 5.0 Pocket PC SDK

ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่มี CPU Pentium 4 2.8 GHz, RAM 1 GB ,Hard disk 80 GB
2. เครื่อง Pocket PC ที่มี CPU 200 MHz ระบบปฏิบัติการ Window Mobile 5.0, Memory 10 GB

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผลการทดลองการใช้งานของระบบหมายจับออนไลน์ การทำงานในส่วนของโปรแกรมที่ใช้พัฒนาบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลและการดึงข้อมูลที่ถูกเก็บไว้บน Web server มาแสดงบน PDA ได้อย่างสมบูรณ์ตามเงื่อนไขที่ต้องการค้นหา

6. บทสรุป

6.1 ระบบสามารถตรวจสอบผู้ต้องสงสัยจากเลขหมายบัตรประจำตัวประชาชนได้

6.2 ระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลจาก web sever ได้ตลอดเวลา

6.3 ระบบสามารถแสดงรายละเอียดของผู้ต้องหาได้อย่างถูกต้อง

6.4 ระบบสามารถแสดงสำเนาหมายจับได้อย่างถูกต้อง

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาเรื่องระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
2. สามารถเก็บข้อมูลลงบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล ได้โดยไม่ต้องดึงข้อมูลมาจาก web server

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์ศรัญา กัลย์จาฤก อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่นและพันตำรวจเอกภุชงค์ ภัทรพงศ์สินธุ์ ผู้กำกับการสถานีตำรวจภูธรอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับการทำโครงงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงงานและทำให้โครงงานเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งขอขอบพระคุณ การแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย National Software Contest (NSC) ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการคิดริเริ่มเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้ได้พัฒนาความรู้ และได้ประสบการณ์ในการประกวดแข่งขันพัฒนาซอฟต์แวร์

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. วิศวกรรมซอฟแวร์ (Software Engineering) กรุงเทพฯ เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอลซัลท์, 2550.

[2] พงษ์พันธ์ ศิวิลัย. SQL SERVER 2005 ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น; 2549.

[3] พันตำรวจเอกภุชงค์ ภัทรพงศ์สินธุ์. โปรแกรมบริหารจัดการหมายจับ MJ 2008 Ver.1.0[online][อ้างเมื่อ24 มิถุนายน 2551]. จาก : http://mhaijab.net/home/

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย จีน (ฉบับอิเล็กทรอนิกส์)

ประถมพงศ์ บังเกิดสุข
สุวรรณา เมธีภัทรากูล
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ball_ptp@hotmail.com, bhcumail@gmail.com
Website: http://project.cs.hcu.ac.th/cdict/

บทคัดย่อ

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน เป็นพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งรวบรวมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ 3 ภาษา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และภาษาจีนแบบย่อ (Chinese Simplified) อธิบายความหมายด้วยภาษาไทย มีรูปภาพตัวอย่างประกอบคำอธิบาย และทำการจัดแบ่งคำศัพท์ให้เป็นหมวดหมู่ สำหรับผู้ใช้งานระบบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ที่เป็นสมาชิก และผู้ดูแลระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถสืบค้นความหมายของศัพท์คอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังให้ผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกเข้ามามีส่วนร่วมสร้างเนื้อหาของพจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ โดยสามารถเพิ่มหรือปรับปรุงแก้ไขคำศัพท์ สามารถเรียกดูประวัติการแก้ไขและย้อนกลับการแก้ไขได้ และให้ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลคำศัพท์ที่ผู้ใช้เพิ่มหรือปรับปรุงแก้ไข โดยตรวจสอบจากแหล่งอ้างอิงข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ เว็บไซต์ เป็นต้น และสามารถกำหนดสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน พัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดของ Social Network และความรู้เกี่ยวกับพจนานุกรมมาประยุกต์ใช้ พัฒนาด้วยภาษา PHP ส่วนการจัดการฐานข้อมูลเลือกใช้ MySQL ส่วนของการจำลองเครื่อง Web Server เลือกใช้ Apache HTTP Server

Abstract

Computer Vocabulary Dictionary (English, Thai, and Chinese) online project is built for collecting computer vocaburaies in three language: English, Thai, and Chinese (Chinese Simplified). It have Thai meaning, image representation, and example. All of vocabularies are group in categories such as Network, Database, Algorithm, and etc. There are three groups of user in this system: general user, member, and administrator. Every user can search and retrieve vocabulary information. Besides, users who are member can help each other for creating and managing the content of computer dictionary. They can add, edit and view the history of vocabulary information; moreover, they can undo their action to previous version. Administrator is the one who manage the user right and access to the system. He also have to evaluate and prove every content of vocabulary inserted or updated before pubishing it to the web site by using many References such as book, website and etc. This program applied from Social Network and knowledge about dictionary concept which developed from PHP language, using MySQL for database management and using Apache HTTP Server to simulate the web server

คำสำคัญ

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ Computer dictinary

1. บทนำ

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน เป็นพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ 3 ภาษา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และภาษาจีนแบบย่อ (Chinese Simplified) อธิบายความหมายด้วยภาษาไทย มีรูปภาพตัวอย่างประกอบคำอธิบายเพื่อเพิ่มความเข้าใจ ส่วนแสดงผลมีทำการจัดแบ่งคำศัพท์ให้เป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการใช้งาน พร้อมทั้งมีส่วนแสดงคำศัพท์ใกล้เคียงกรณีที่ไม่มีคำศัพท์ที่ผู้ใช้สืบค้นในฐานข้อมูล

ผู้ใช้งานระบบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ที่เป็นสมาชิก และผู้ดูแลระบบ โดยผู้ใช้งานทั่วไปสามารถสืบค้นความหมายของศัพท์คอมพิวเตอร์ได้ ส่วนผู้ใช้งานที่เป็น

สมาชิกสามารถเข้ามามีส่วนร่วมสร้างเนื้อหาของพจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ โดยสามารถเพิ่มหรือปรับปรุงแก้ไขคำศัพท์ สามารถเรียกดูประวัติการแก้ไขและย้อนกลับการแก้ไขได้ ซึ่งผู้ดูแลระบบคือผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลคำศัพท์ที่ผู้ใช้เพิ่มหรือปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้นำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง โดยทำการตรวจสอบจากแหล่งอ้างอิงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ เช่น หนังสือ เว็บไซต์ และพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน เป็นต้น รวมทั้งทำหน้าที่ในการกำหนดสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ปัจจุบันการใช้งานหรือการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ต้องพบกับคำศัพท์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ผู้ใช้จำเป็นต้องเข้าใจความหมายของคำศัพท์ เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างเรียบร้อย พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยค้นหาความหมายของคำศัพท์ซึ่งสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว แต่ในบางครั้งคำศัพท์คอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในพจนานุกรมมีจำนวนน้อยและอาจพบปัญหาระหว่างการใช้งานได้ ส่วนการใช้งานพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ในปัจจุบันยังมีข้อบกพร่องอยู่ เช่น ขาดการปรับปรุงฐานข้อมูลคำศัพท์ให้ทันสมัยอยู่เสมอ การปรับปรุงและรวบรวมคำศัพท์จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูล และนำผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเข้ามาช่วยจัดทำข้อมูล ทำให้บางครั้งต้องใช้เวลาจัดทำ เป็นต้น นอกจากนี้เพื่อสนับสนุนการใช้และการเขียนภาษาไทยที่ถูกต้อง (ศัพท์บัญญัติคอมพิวเตอร์) ในการนำไปใช้ในการเขียนเอกสารวิชาการ ตำรา เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน เพื่อรวบรวมคำศัพท์คอมพิวเตอร์และนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ดังกล่าว ผู้ใช้ยังสามารถร่วมกันสร้างเนื้อหาของพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ให้สมบูรณ์ ผู้ใช้สามารถสืบค้นความหมายและคำแปลของคำศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีนได้

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้พัฒนาระบบให้เกิดประสิทธิภาพ

3.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย จีน ได้นำหลักการของ Social Network และความรู้เกี่ยวกับพจนานุกรมมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบใหม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 พจนานุกรม

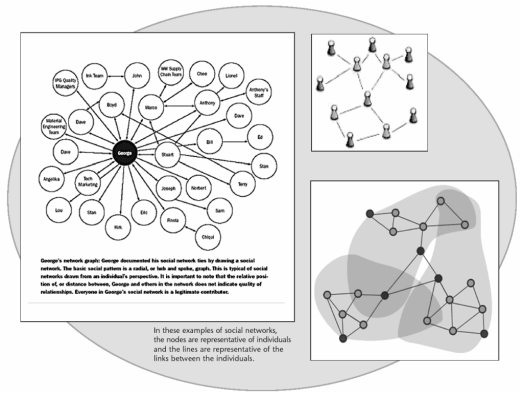
พจนานุกรม หมายถึงหนังสือที่รวบรวมคำศัพท์ต่าง ๆ พร้อมกับนิยามความหมาย การออกเสียง และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อใช้ค้นหาความหมายของคำ โดยมีการจัดเรียงลำดับคำศัพท์ตามตัวอักษร ตามเสียง หรือตามลำดับอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับลักษณะทั่วไปของพจนานุกรม ประกอบด้วยคำศัพท์ ความหมาย คุณสมบัติทางไวยากรณ์ ตัวอย่างการใช้งาน (ประโยค) การออกเสียง ที่มาของคำ และคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

พจนานุกรมมีการแบ่งไว้หลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน สำหรับพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์จัดอยู่ในกลุ่มของพจนานุกรมศัพท์เฉพาะทาง (Specialized Dictionary) เนื่องจากเป็นพจนานุกรมที่รวบรวมเฉพาะคำศัพท์ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

3.1.2 Social Network

Social Network เป็นแนวคิดที่ทำให้เกิดความร่วมมือกัน การแบ่งปัน การแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร ความคิดเห็นและความบันเทิง ประกอบด้วยเครือข่ายระหว่างหน่วยเล็ก ๆ ที่เชื่อมโยงกันจนเกิดเป็นสังคมออนไลน์ขนาดใหญ่

เว็บไซต์ลักษณะของ Social Network เป็นเว็บไซต์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเผยแพร่เรื่องราวหรือผลงานของตนเอง และให้ผู้ใช้อื่น ๆ สามารถเข้ามาเปิดชมและแสดงความคิดเห็นได้ รวมถึงการติดต่อสร้างความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ที่มีความสนใจตรงกัน



รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนภาพของ Social Network [17]

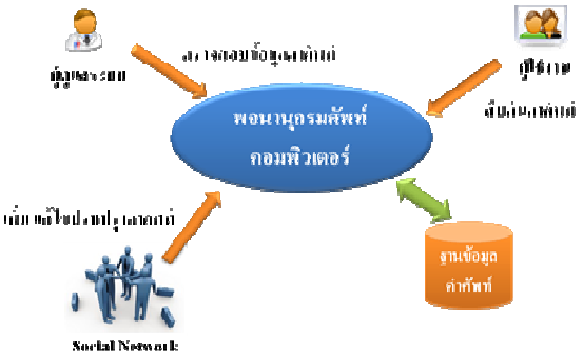
จากรูปที่ 1 เป็นแผนภาพของ Social Network โดยแต่ละโหนดแสดงถึงผู้ใช้งานแต่ละคน และเส้นต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงระหว่างโหนดแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานที่ทำให้เกิดเป็นเครือข่ายทางสังคม

การนำแนวคิดของ Social Network ช่วยสร้างประโยชน์ให้กับงานธุรกิจต่าง ๆ สามารถใช้เป็นสื่อกลางในการนำเสนอผลงานของตนเอง ช่วยให้รู้จักกับบุคคลอื่น ที่สนใจในเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ และช่วยลดปัญหาของการละเมิดลิขสิทธิ์

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

พจนานานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ออนไลน์ พัฒนาในลักษณะของ Web Application ซึ่งภาพรวมของส่วนประกอบและการทำงานของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 2 แนวทางการพัฒนาระบบ

- ส่วนของคำศัพท์ประกอบด้วยศัพท์ 3 ภาษา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และภาษาจีน อธิบายความหมายคำศัพท์เป็นภาษาไทย รูปภาพประกอบคำอธิบาย คำที่มีความหมายเหมือนกัน และที่อยู่เว็บไซต์อ้างอิง
- สามารถสืบค้นคำศัพท์ได้ทั้ง 3 ภาษา
- จัดแบ่งคำศัพท์คอมพิวเตอร์ให้เป็นหมวดหมู่และตามดัชนีตัวอักษร
- ผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกเข้ามามีส่วนร่วมสร้างเนื้อหาของพจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์
- ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของคำศัพท์

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบงานของพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน สามารถแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป ส่วนของสมาชิก และส่วนของผู้ดูแลระบบ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

ตัวอย่างหน้าจอของระบบที่พัฒนาขึ้น ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอของระบบ (ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน)

สำหรับเครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ สนับสนุนการใช้งานเครื่องมือและซอฟต์แวร์ที่เป็น Open source จึงได้เลือกใช้ ภาษา PHP (PHP Hypertext Preprocessor), CSS,

JavaScript, MySQL, Apache HTTP Server และ Adobe Dreamweaver CS3 (Editor)

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน สามารถสรุปข้อจำกัดได้ดังนี้

- พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ สามารถแสดงผลได้ดีใน Microsoft Internet Explorer 7.0 ขึ้นไป หรือ Mozilla Firefox 2.5 ขึ้นไป
- การแสดงหรือใช้งานภาษาจีน จำเป็นต้องติดตั้งรูปแบบอักษรภาษาจีน (Font) ก่อน จึงสามารถแสดงผลคำศัพท์ภาษาจีนได้

5. การทดสอบการใช้งาน

ทางผู้พัฒนาระบบได้นำระบบต้นแบบไปให้ผู้ใช้ทั้งที่เป็นอาจารย์ นักวิชาการ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ด้านคอมพิวเตอร์ช่วยกันทดสอบระบบ

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบแบ่งสภาพแวดล้อมออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การทดลองใช้ของนักศึกษาและคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยให้ทำการทดลองใช้และตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

2) การนำผลงานไปนำเสนอบุคคลทั่วไปเพื่อจัดเก็บข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- การนำผลงานไปนำเสนอในงานถนนเทคโนโลยี 2008 วันที่ 14 - 15 มิ.ย 2551 ณ อิมแพค เมืองทองธานี
- การนำผลงานไปนำเสนองานแสดงผลงานวิจัยแห่งชาติ 2008 (Thailand Research Expo 2008) วันที่ 12 -16 กันยายน 2551 ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

สำหรับผลการทดสอบการใช้งานระบบจากทั้งสองลักษณะของสภาพแวดล้อมมีดังนี้

1) การทดลองใช้ของสภาพแวดล้อมที่หนึ่ง ปรากฏผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพ		
นักศึกษาปี3	24	51.10
นักศึกษาปี2	13	27.70
อาจารย์	10	21.30
รวม	47	100.00
เพศ		
ชาย	24	51.10
หญิง	23	48.90
รวม	47	100.00
สถานภาพ(อาชีพ)		
นักศึกษา	37	78.70
อาจารย์	10	21.30
รวม	47	100.00
การศึกษา		
ปริญญาตรี	37	78.70
ปริญญาโท	9	19.10
ปริญญาเอก	1	2.10
รวม	47	100.0

ตารางที่ 2. ส่วนของคำศัพท์

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเห็น	Std. Deviation
โปรแกรมสามารถค้นหาคำศัพท์ได้ถูกต้องแม่นยำ	3.96	เห็นด้วย	.751
โปรแกรมสามารถแสดงผลข้อมูลคำศัพท์ตรงตามหลักพจนานุกรม	3.96	เห็นด้วย	.779
คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ปรากฏมีความถูกต้องแม่นยำ	3.85	เห็นด้วย	.751
คำศัพท์ภาษาจีนที่ปรากฏมีความถูกต้องแม่นยำ	3.45	ปานกลาง	1.332
คำศัพท์ภาษาไทยที่ปรากฏมีความถูกต้องแม่นยำ	3.85	เห็นด้วย	0.780
รวมความถูกต้องของคำศัพท์	3.8809	เห็นด้วย	0.68656

ตารางที่ 3. ด้านความครบถ้วนสมบูรณ์ของคำศัพท์

ความเห็น	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเห็น	Std. Deviation
โครงสร้างข้อมูลของคำศัพท์มีความครบถ้วน	3.83	เห็นด้วย	0.789
ความหมายของคำศัพท์มีความสมบูรณ์	3.87	เห็นด้วย	0.797
รวมความครบถ้วนสมบูรณ์ของคำศัพท์	3.8511	เห็นด้วย	0.74392

ตารางที่ 4. การทำงานของระบบ

ความเห็น	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเห็น	Std. Deviation
โปรแกรมสามารถแสดงผลการสืบค้นข้อมูลคำศัพท์ได้เร็วตามที่ต้องการ	4.09	เห็นด้วย	0.775
ระบบสามารถแสดงคำศัพท์ใกล้เคียงคำค้นได้	3.81	เห็นด้วย	0.947
ระบบรองรับการสืบค้นคำศัพท์ได้ทั้ง 3 ภาษา	4.02	เห็นด้วย	0.921
รวมการทำงานของระบบ	3.9716	เห็นด้วย	0.75126

<u>หมายเหตุ</u> การคิดคะแนนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1-1.7 = เห็นด้วยน้อยที่สุด 1.8-2.5 = เห็นด้วยน้อย

2.6-3.4 = เห็นด้วยปานกลาง 3.5-4.2 = เห็นด้วย

4.3-5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยสรุปจากตารางข้างต้นทั้งหมดเห็นว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าระบบดังกล่าวมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งานทั่วไป สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีเนื้อหาค่อนข้างครบถ้วนสมบูรณ์ นอกจากนี้คณาจารย์ของทางคณะฯ ต่างเห็นควรนำระบบนี้ไปเผยแพร่ให้บุคคลทั่วไปได้รับทราบและใช้งานจริง เพื่อบริการวิชาการแก่บุคคลทั่วไป พร้อมเปิดช่องทางรับความคิดเห็นจากผู้ใช้เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์และดียิ่งขึ้น

2) การนำผลงานไปนำเสนอบุคคลทั่วไปเพื่อจัดเก็บข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- การนำผลงานไปนำเสนองานถนนเทคโนโลยี นักวิชาการ นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจที่เข้าเยี่ยมชมงานนี้ต่างชื่นชมว่า ระบบนี้มีแนวคิดที่ดี เป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม ควรนำไปขึ้นเว็บให้บริการ นอกจากนี้นักวิชาการด้านผู้พิการยังแนะนำให้เพิ่มฟังก์ชันที่เกี่ยวกับเสียงเพื่อให้ระบบนี้ทำหน้าที่เป็นพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์พูดได้ สำหรับผู้พิการที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ประโยชน์จากระบบได้

- การนำผลงานไปนำเสนองานแสดงผลงานวิจัยแห่งชาติ จากการนำเสนอผลงาน ผู้เข้าร่วมทดสอบระบบส่วนใหญ่เป็นนักวิชาการ อาจารย์ และนักวิจัย ต่างชื่นชมในแนวคิดและหลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เสนอให้มีการนำไปใช้งานจริง เพื่อเป็นการบริการวิชาการให้กับผู้ใช้ทั่วไป

6. บทสรุป

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้นคำศัพท์คอมพิวเตอร์ และการนำคำศัพท์บัญญัติคอมพิวเตอร์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้สร้างสังคมของการแบ่งปันความรู้ซึ่งกันและกัน และจากการทดสอบการใช้งานทั้งสองสภาพแวดล้อมทางคณะผู้จัดทำได้นำระบบไปเปิดการให้บริการใช้งานจริงไว้ที่ http://project.cs.hcu.ac.th/cdict/main.php หรือ www.e-dict.co.cc ตามที่ได้รับคำแนะนำ และได้มีการวางแผนที่จะทำงานวิจัยและพัฒนาต่อยอดต่อไปในอนาคต

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

จากการพัฒนาพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาอังกฤษ ไทย และจีน มีแนวทางพัฒนาต่อได้ดังนี้

- เพิ่มสถิติคำศัพท์ให้มีรายละเอียดมากขึ้น เช่น คำศัพท์ที่สืบค้นมากที่สุดในแต่ละเดือน เป็นต้น และสถิติการใช้งานของผู้ใช้ เช่น อัตราการเข้าใช้บริการของสมาชิก เป็นต้น

- ควรเพิ่มรายละเอียดคำศัพท์ เช่น คำตรงข้ามหรือคำเปรียบเทียบ คำที่เกี่ยวข้องกับคำศัพท์ คำอ่าน เสียงประกอบคำอ่าน เป็นต้น

- การสืบค้นคำศัพท์สามารถเลือกรูปแบบการสืบค้นแบบต่าง ๆ ได้ เช่น สืบค้นความหมาย (Definition) สืบค้นเฉพาะคำแปลของภาษาอื่น ๆ (Translation) เป็นต้น

- เพื่อให้ข้อมูลของพจนานุกรมมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ควรมีการจัดตั้งทีมงานเฉพาะที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูล ซึ่งอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือมีความรู้

- อาจปรับปรุงให้มีคำศัพท์ภาษาอื่น ๆ หรือหมวดคำศัพท์เฉพาะทางอื่นที่นอกเหนือจากศัพท์คอมพิวเตอร์

7. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานเรื่องพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ อังกฤษ ไทย และจีน ประสบความสำเร็จด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์สุวรรณา เมธีภัทรากูล ที่ช่วยให้ข้อมูลและคำแนะนำตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รวมถึงการจัดทำเอกสาร

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการและอาจารย์ที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุกัญญา วศินานนท์ หัวหน้าสาขาวิชาภาษาจีน คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ สำหรับเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับคำศัพท์คอมพิวเตอร์ภาษาจีนประกอบการจัดทำโครงงาน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กิติศักดิ์ เจริญโภคานนท์, *คู่มือเรียนเขียนเว็บอีคอมเมิร์ซด้วย PHP5*, ซัคเซส มีเดีย, กรุงเทพฯ, 2548.

[2] สงกรานต์ ทองสว่าง, *MySQL ระบบฐานข้อมูลสำหรับอินเทอร์เน็ต*, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2548

[3] Crispin Thurlow, *Computer Mediated Comunication,* SAGE, Thousand Oaks, CA, 2006.

[4] QuickStudy Online Social Networks. เข้าถึงจาก: http://ad.doubleclick.net/. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[5] Social network เข้าถึงจาก: http://dictionary.reference.com/browse/social%20network. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[6] Apache HTTP Server เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org/wiki/Apache_server. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[7] Dictionary เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org /wiki/Dictionary. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[8] MySQL. เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org /wiki/MySQL. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[9] PHP. เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org/wiki/PHP. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[10] Social network. เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[11] Social network service. เข้าถึงจาก: http://en.wikipedia.org/wiki/Social_networking . วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[12] Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. เข้าถึงจาก: http://jcmc.indiana.edu/vol13/issue1/boyd.ellison.html. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[13] พจนานุกรม. เข้าถึงจาก: http://th.wikipedia.org /wiki/พจนานุกรม. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[14] Social Networking Presentation. เข้าถึงจาก: http://www.donuzz.com/social-networking-presentation. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[15] คุณมีตัวตนบน Social Network แล้วหรือยัง. เข้าถึงจาก: http://www.ecommerce-magazine.com/index.php?option=com_content&task=view&id= 1476&Itemid=88. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[16] Online Social Networks, Virtual Communities, Enterprises, and Information Professionals. เข้าถึงจาก: http://www.infotoday.com/searcher/jul07/Reid_Grey.shtml. วันที่ 10 พฤศจิกายน 2550.

[17] Online Social Networks, Virtual Communities, Enterprises, and Information Professionals. เข้าถึงจาก: http://www.infotoday.com/searcher/jul07/Reid_Grey.shtml. วันที่ 8 ธันวาคม 2550.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบให้บริการคิดราคาอินเตอร์เน็ตตามระยะเวลาใช้งาน

ณฐ กรีธาสันต์
หลักสูตรมหาบัณฑิตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
hs9lfj@hotmail.com

สุนทร วิทูสุรพจน์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
wsuntorn@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการพัฒนาระบบช่วยจัดการข้อมูลใช้งานอินเตอร์เน็ตและคิดราคาตามเวลาที่ใช้งานจริง เพื่อใช้งานกับเครือข่ายส่วนบุคคลขนาดกลางถึงเล็ก เช่น หอพัก/อพาร์ตเมนต์ ระบบที่ออกแบบพัฒนาขึ้นใช้ประโยชน์จากซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สต่างๆ เพื่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของระบบมากขึ้น (เช่น FreeRadius เพื่อพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งานและจับเวลาใช้งาน Captive Portal เพื่อเปลี่ยนทิศทางไปยังเว็บที่ต้องการขณะเมื่อเริ่มใช้งาน และ HotCake HotSpot Manager เพื่อจัดการสารบัญผู้ใช้และรายงาน) ต้นแบบระบบซึ่งได้พัฒนาขึ้นตามกรอบพัฒนาซอฟต์แวร์ CakePHP นอกจากจะช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบลงได้แล้ว ยังทำให้มีคุณลักษณะเทียบเคียงได้กับระบบเชิงพาณิชย์ แต่ด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่ามาก ส่งผลทำให้ได้รับการประเมินจากผู้ใช้งานในระดับที่ดี หลังจากทดลองใช้ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง

Abstract

This paper describes an application of Information Management for Administrating and Charging users for network usages in the medium-sized residential units, e.g. apartments and dormitories. Our preferred approach is to incorporate a number of open source software for building a system with desired features. For instance, FreeRadius for authenticating and monitoring users for their elapsed times of usages, Captive Portal for redirecting the initial screen to a particular site, and HotCake HotSpot for managing user directory and reports. The first prototype of system has been developed using the CakePHP Application Development Framework and shown comparable features like most commercial system, but with a cheaper cost. As a consequence, the system has been received the good result in the evaluation from users.

คำสำคัญ

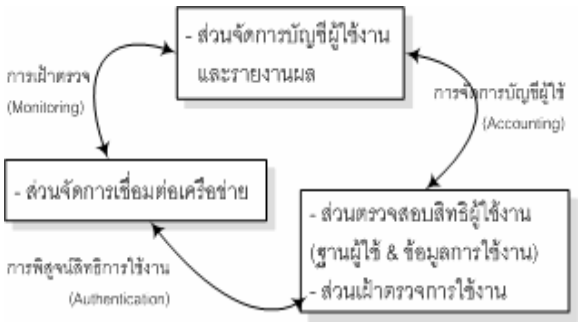
การคิดราคาใช้งานอินเตอร์เน็ต, ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส

1. บทนำ

ในปัจจุบัน กลไกคิดราคาค่าใช้งานอินเตอร์เน็ตสาธารณะจากผู้ให้บริการ (ISP) นิยมใช้แบบเหมาจ่ายรายเดือนในอัตราเดียว (Flat Rate Charging) [1] โดยไม่สนใจระยะเวลาที่ใช้งานจริง แม้ว่ากลไกคิดราคาแบบนี้ไม่เป็นธรรม (Unfairness) ต่อผู้ใช้ที่มีทราฟฟิกจราจรข้อมูลน้อย แต่ก็ช่วยผู้ให้บริการลดภาระการลงทุน/ภาระงาน ที่เกี่ยวกับการคิดราคากับผู้ใช้จำนวนมากๆ ในเครือข่ายสาธารณะได้ อย่างไรก็ตาม ในบริบทของเครือข่ายส่วนบุคคล/องค์กร ซึ่งจำนวนผู้ใช้และปริมาณทราฟฟิกจราจรที่ต้องดูแล/จัดการมีน้อยกว่ามาก จึงควรพิจารณาสนับสนุนให้มีการนำกลไกคิดราคาค่าใช้งานอินเตอร์เน็ตแบบอื่นๆ เข้ามาใช้งาน เช่น การคิดตามระยะเวลาที่ใช้งานจริง (Time-based Charging) หรือตามปริมาณจราจรทราฟฟิก (Usage-based Charging) เป็นต้น ซึ่งไม่เพียงสร้างความเป็นธรรมต่อผู้ใช้งานเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้ใช้ทรัพยากรเครือข่ายที่มีจำกัดตามสภาพการใช้ที่เป็นจริงของผู้ใช้แต่ละรายมากขึ้นด้วย [2]

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

มูลเหตุจูงใจของงานพัฒนานี้เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ทางด้านราคาของซอฟต์แวร์ช่วยจัดเก็บและคิดคำนวณค่าบริการใช้อินเตอร์เน็ตที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์จะพบว่ามีราคาสูง ไม่จูงใจให้ซื้อเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาแยกหน้าที่ทำงานภายในระบบออกเป็นส่วนๆ แล้ว (ดูรูปที่ 1) พบว่ามีความเป็นไปได้มาก ที่จะพัฒนาระบบ "ต่อยอด" จากการรวมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เครือข่าย และซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส



รูปที่ 1 หน่วยการทำงานภายในระบบ

หลายๆ ตัว เพื่อให้มาทำงานร่วมกันสำหรับจัดเก็บค่าบริการใช้อินเตอร์เน็ตตามระยะเวลาที่ใช้งานจริงได้ จึงลดภาระต้นทุนการผลิต (เช่น จำนวนคน และระยะเวลา) ลงได้อย่างมาก

2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เครือข่าย

แม้ว่าราคาอุปกรณ์เครือข่ายทั้งแบบใช้สายและไร้สาย จำพวกสวิตช์ (Switch) และแอกเซสพอยต์ (Access Point) จะถูกลงกว่าเดิมมาก (3 พันบาทขึ้นไป) แต่ก็รองรับคุณลักษณะตามมาตรฐาน 802.1x สำหรับการพิสูจน์ตัวตน ซึ่งมีความจำเป็นต่อการใช้งานภายในระบบการคิดคำนวณค่าใช้งานนี้

2.2 ซอฟต์แวร์ช่วยงานแบบโอเพ่นซอร์ส

ซอฟต์แวร์เหล่านี้ต่างล้วนแพร่หลายอยู่เดิมแล้ว เพียงแต่ขาดตัวเชื่อมประสานให้เป็นไปตามแนวทางที่ต้องการเท่านั้น

2.2.1 Freeradius [3]

เป็นซอฟต์แวร์จำพวก RADIUS (Remote Access Dialing User Service) ทำหน้าที่ซึ่งเรียกโดยย่อว่า AAA ได้แก่ ก) การยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน (Authentication) ข) รับรองสิทธิ์การใช้งาน (Authorization) และค) บันทึกการใช้งาน (Accounting) ดังนั้น ซอฟต์แวร์นี้จึงเป็นหัวใจของระบบ เนื่องจากทำให้ทราบถึงรายละเอียดการใช้งานต่างๆ ของผู้ใช้แต่ละราย เช่น จำนวนของแพ็กเก็ตส่งหรือรับ และระยะเวลาที่ใช้งานโดยรวม เป็นต้น

2.2.2 Chillispot [4]

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคนิค Captive portal ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ใช้จากอุปกรณ์สวิตช์และแอกเซสพอยต์ เข้าถึงเว็บเพจที่ต้องการสำหรับล็อกอินเข้าสู่ระบบ ก่อนที่จะใช้งานอื่นๆ ต่อไป ดังนั้น จึงต้องทำงานร่วมกับเซิร์ฟเวอร์ AAA อีกทอดหนึ่ง

2.2.3 CakePHP [5]

เป็นซอฟต์แวร์ตัวช่วยที่ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมภาษา PHP สามารถสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นให้สำเร็จได้รวดเร็วขึ้น (Rapid Development Framework) โดยนำเทคนิค MVC (Model-View-Controller) เข้ามาใช้งาน จึงทำให้ง่ายและสะดวกต่อการเพิ่มเติม จัดการ และบำรุงรักษาโปรแกรมในภายหลัง

2.2.4 HotCakes Hotspot Manager [6]

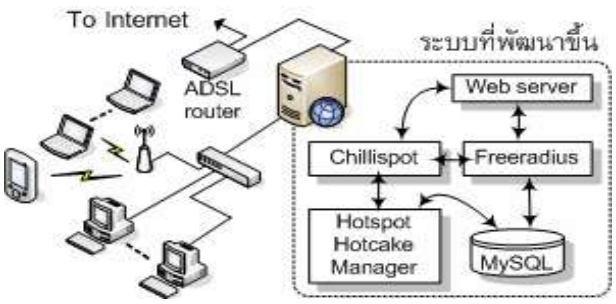
เป็นซอฟต์แวร์ที่มีพื้นฐานของ CakePHP แต่ช่วยสนับสนุนงานพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นจุดให้บริการของเครือข่ายไร้สาย (Hotspot) โดยตรง เนื่องจากได้เตรียมโมดูลช่วยงานสำคัญๆ เช่น การประสานงานกับเซิร์ฟเวอร์ AAA เพื่อพิมพ์รายงานข้อมูลผู้ใช้ หรือการคิดค่าบริการกับผู้ใช้แต่ละราย เป็นต้น

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แม้ว่าระบบเชิงพาณิชย์ช่วยจัดการข้อมูลใช้งานของผู้ใช้อินเตอร์เน็ตและช่วยการคิดราคาตามเวลาที่ใช้งาน ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับระบบที่พัฒนาขึ้น จะมีเผยแพร่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ตาม แต่ในที่นี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ชื่อ ซอฟท์แวร์บริหารจัดการระบบอินเตอร์เน็ตประสิทธิภาพสูง (NAX Linux authenticate gateway) [7] ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าระบบทั้งสองมีฟังก์ชั่นการทำงานพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน แต่ในบทความนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังขาดส่วนการป้องกันการโจมตีระบบ (Protection) และเครื่องมือช่วยสนับสนุนการออกแบบบัตรเติมเงิน แต่กลับมีข้อดีกว่าตรงที่รองรับการใช้งานได้ทั้งผู้ใช้ที่เป็นแบบจ่ายก่อนใช้ (Pre-paid) และใช้ก่อนจ่าย (Post-paid) นอกจากนั้น เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านการรองรับจำนวนผู้ใช้มากๆ พร้อมกัน แม้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะยังไม่ได้รับการทดสอบ แต่โดยหลักการแล้ว คาดว่าจะเป็นผลจากปัจจัยด้านสมรรถนะของฮาร์ดแวร์ต่างๆ เป็นสำคัญ เช่น 1) ความเร็วการประมวลของเครื่องคอมพิวเตอร์ และการ์ดเครือข่ายที่นำมาใช้เพื่อทำเซิร์ฟเวอร์ และ 2) ความเร็วของหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำในอุปกรณ์เครือข่าย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	ระบบเชิงพาณิชย์	ระบบที่พัฒนาขึ้น
การจัดการผู้ใช้ (User management)	มี	มี
ไฟร์วอล (Firewall)	มี	มี
การป้องกันการโจมตีแบบต่างๆ (Protection)	มี	ไม่มี
เครื่องมือช่วยออกแบบบัตรเติมเงิน (Designer)	มี	ไม่มี
ระบบเติมเงิน	มี (เฉพาะแบบPre-paid)	มี (แบบ Pre-paid และ Post-paid)
การควบคุมแบนวิดท์เครือข่ายของผู้ใช้งาน	มี	มี
การรองรับผู้ใช้พร้อมกัน	250 – 1000 คน (ขึ้นกับรุ่นของผลิตภัณฑ์)	ไม่มีข้อมูล (Not Available)



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบ

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

จากหน่วยการทำงานของระบบในรูปที่ 1 ข้างต้น ประกอบด้วย

- <u>ส่วนที่ 1 จัดการควบคุมเพื่อเข้าใช้งานระบบ</u> ถือเป็นด่านแรก ที่จะดำเนินการเมื่อมีผู้ใช้งานประสงค์จะเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานอินเตอร์เน็ต โดยได้ออกแบบให้ดำเนินการผ่านทางหน้าเว็บเพจเริ่มต้น (Initial Web Page) ซึ่งภายหลังจะส่งต่อข้อมูลผู้ใช้ (เช่น ชื่อ และรหัสผ่าน เป็นต้น) ให้กับส่วนทำงานอื่นเพื่อตรวจสอบสิทธิ์ต่อไป
- <u>ส่วนที่ 2 จัดการฐานข้อมูลผู้ใช้และเฝ้าตรวจการใช้งาน</u> มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ เช่น ชื่อ รหัสผ่าน และรายการใช้งานของผู้ใช้จากการเฝ้าตรวจ (Monitoring) เป็นต้น เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบสิทธิ์ เมื่อได้รับการร้องขอจากส่วนทำงานอื่นในภายหลัง
- <u>ส่วนที่ 3 จัดการบัญชีผู้ใช้และการรายงานผล</u> มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับส่วนอินเตอร์เฟสกับผู้บริหารระบบ เพื่อทำคำสั่งต่างๆ เช่น การเพิ่ม/ถอนรายการผู้ใช้ รายงานการใช้งานของผู้ใช้ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งคำสั่งเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยังส่วนจัดการฐานข้อมูลผู้ใช้เพื่อดำเนินการอีกทอดหนึ่ง

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากภาพรวมของระบบซึ่งได้กล่าวมาข้างต้น สามารถพิจารณาเลือกนำซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สเข้าทำหน้าที่ในส่วนต่างๆ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- <u>ส่วนที่ 1</u> ได้นำซอฟต์แวร์ Chillispot เข้ามาใช้งานเพื่อจัดการควบคุมเพื่อเข้าใช้งานระบบ ตามข้อมูลที่ได้อธิบายข้างต้นในหัวข้อ 2.2.1 จะมีการกำหนดค่าเพื่อจุดประสงค์ 2 อย่างคือ a) ต้องการให้ผู้ใช้แสดงตนผ่านทางหน้าเว็บล็อกอิน (Web Log in) ก่อนเข้าสู่ระบบ และ b) กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเซิร์ฟเวอร์ Freeradius ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการประสานงานร่วมกัน ดังนั้น จึงต้องแก้ไขข้อมูลภายในไฟล์ /etc/chilli.conf เพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการทั้งสองข้างต้น โดยสรุปจะแก้ไขในส่วนของ net, domain, uanmlisten, uamallowed และแก้ไขไฟล์ /etc/freeradius/cliens.conf เพื่อที่จะทำให้ Chillispot รู้จักแอดเดรสของ Freeradius (ซึ่งคือ localhost เนื่องจากซอฟต์แวร์ทั้งคู่ทำงานอยู่ในเครื่องเดียวกัน) โดยกำหนดให้ client 127.0.0.1 มีค่า secret = radiussecret
- <u>ส่วนที่ 2</u> ได้นำซอฟต์แวร์ Freeradius เข้ามาใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ a) เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน และ b) เพื่อเฝ้าตรวจการใช้งานของผู้ใช้ต่างๆ อย่างไรก็ตาม แต่เดิมนั้นการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานจะตรวจสอบจากไฟล์ข้อมูล (แบบตัวอักษร) แต่ในที่นี้ได้เลือกให้ดำเนินการ ผ่านตัวจัดการฐานข้อมูลโอเพ่นซอร์ส MySQL ทำให้ต้องแก้ไขข้อมูลในไฟล์ /etc/radius.conf ในส่วนของ authorize จาก files ให้เป็น sql และตามด้วยชื่อ radius เป็นฐานข้อมูลที่ต้องการ ภายในประกอบด้วยตารางข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางข้อมูลที่ใช้ร่วมกับ Freeradius

ชื่อตาราง	ความหมาย
radcheck	ตารางเก็บรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน
radreply	ตารางเก็บรูปแบบการตรวจสอบ
radacct	ตารางเก็บรายละเอียดการใช้งานของผู้ใช้

ตารางที่ 3 ตารางข้อมูลพิเศษของ HotCake Hotspot

ชื่อตาราง	ความหมาย
account_types	ประเภทบัญชีการจ่ายเงิน
billing_plans	รูปแบบการใช้บริการเครือข่าย
invoices	รายละเอียดใบเสร็จการใช้งาน
payment_methods	ประเภทการชำระเงิน
permanent_users	รายละเอียดผู้ใช้งานรายเดือน
received_payments	รายการการรับชำระเงิน

- <u>ส่วนที่ 3</u> ใช้ซอฟต์แวร์ HotCake Hotspot Management เข้ามาดำเนินการเพื่อจัดการบัญชีผู้ใช้และรายงานผล โดยประสานงานกับ Freeradius อีกทอดหนึ่ง ซึ่งในที่นี้เป็นการค้นหาข้อมูลจากตารางข้อมูลพิเศษที่ HotCake Hotspot เพิ่มเติมขึ้นใช้งานเองภายในฐานข้อมูล radius (ดูตารางที่ 3 ประกอบ) นอกจากนั้น ซอฟต์แวร์นี้ยังช่วยให้กำหนดการควบคุมอื่นๆ ให้กับ Chillispot ผ่านทางพารามิเตอร์พิเศษ (ดูตัวอย่างในตารางที่ 4) เช่น การกำหนดอัตราแบนวิดท์ให้ผู้ใช้งาน หรือ ระยะเวลาที่ยินยอมให้ใช้งานได้ เป็นต้น

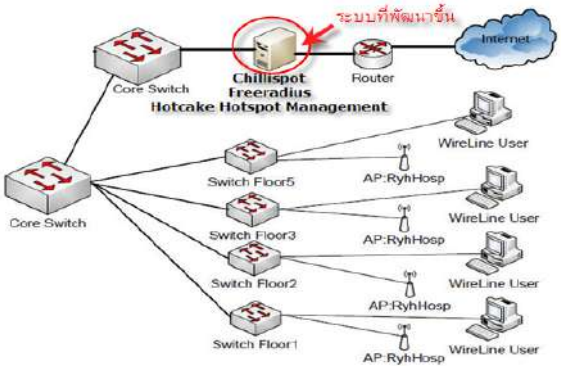
ตารางที่ 4 ตัวอย่างคุณลักษณะควบคุมของ Chillispot [3]

Attribute	Type	Comment
User-name	String	Full username entered by user.
Session-Timeout	Integer	Logout once session timeout is reached (seconds)
WISPr-Location-ID	String	Location ID is set to the radius location id
WISPr-Bandwidth-Max-Up	Integer	Maximum transmit rate (b/s).
WISPr-Bandwidth-Max-Down	Integer	Maximum receive rate (b/s).
WISPr-Session-Terminate-Time	Integer	The time when the user should be disconnected

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของระบบในสภาพแวดล้อมจริง ได้นำต้นแบบระบบ ไปใช้งานกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งประสงค์จะนำระบบที่ออกแบบนี้ ไปใช้สำหรับบริหารจัดการผู้ใช้ (ภายในห้องพักของหอผู้ป่วยของโรงพยาบาล) และเรียกเก็บค่าใช้บริการเครือข่ายฯ ของโรงพยาบาลตามเวลาที่ใช้จริง



รูปที่ 3 สภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบ

จากรูปที่ 3 ระบบต้นแบบซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ Ubuntu ถูกนำไปติดตั้งเพิ่มบริเวณระหว่างอุปกรณ์สวิตช์แกนหลัก (Core Swtich) และเกตเวย์ (ADSL Router) ของเครือข่ายฯ ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบต้นแบบนั้น ยังได้มีซอฟต์แวร์บริการอื่นๆ ติดตั้งและทำงานร่วมด้วย เช่น บริการแจกหมายเลขไอพีอัตโนมัติ (DHCP) บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และไฟร์วอลล์ (FireWall) เป็นต้น

ในเครือข่ายฯ ของโรงพยาบาลนั้น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คแบบไร้สายทั้งหมดจะทำงานผ่านอุปกรณ์แอกเซสพอยต์ ซึ่งติดตั้งอยู่ตามจุดให้บริการตามชั้นต่างๆ แต่ได้กำหนดชื่อของการเรียกใช้อุปกรณ์ไร้สาย (ssid) เป็นชื่อ RyhHosp เหมือนกันทั้งหมดเพื่อประโยชน์ในการทำโรมมิ่งระหว่างชั้นอาคาร ส่วนคอมพิวเตอร์อื่นๆ แบบใช้สายจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสวิตช์ย่อยๆ ในแต่ละชั้น อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์แบบใช้สาย หรือไร้สาย ก็ไม่ต้องการซอฟต์แวร์พิเศษใดๆ ติดตั้งลงไปก่อนเลย ยกเว้นเพียงโปรแกรมเว็บเบราเซอร์ ซึ่งจะปรากฏเว็บเพจเริ่มต้นขึ้นเมื่อเริ่มการล็อกอิน ดังแสดงเป็นตัวอย่างในรูปที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าเว็บเริ่มต้นเพื่อการล็อกอิน

สำหรับผู้ดูแลระบบนั้น จะใช้การเรียกผ่านเว็บเบราเซอร์เช่นกัน ที่ `http://<ip address>/cake/hotcakes` ซึ่งเมื่อแสดงหน้าเว็บหลัก (ดังในรูปที่ 5) แล้ว ก็สามารถใช้คำสั่งอื่นๆ ได้ต่อไป

รูปที่ 5 ตัวอย่างเว็บเพจเริ่มต้นเพื่อการล็อกอิน

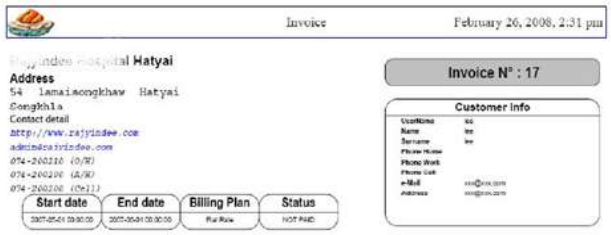
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

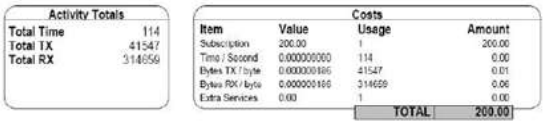
ตารางที่ 5 ตัวอย่างคำสั่งจากหน้าหลักของระบบพัฒนา

รายการ	คำอธิบาย
Home	แสดงหน้าหลักของระบบ
Users	จัดการผู้ใช้และดูข้อมูลเฝ้าตรวจการใช้งาน
Invoices	จัดการใบเสร็จ และการชำระเงิน
HelpDesk	บริการช่วยแก้ปัญหาในการใช้งาน
Profiles	กำหนดโพรไฟล์ประเภทของการใช้งาน
Settings	กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ในระบบ
Documents	อธิบายการใช้งานระบบ
About	อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับระบบ

ในตารางที่ 5 แสดงคำสั่งจากหน้าหลักทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดของบทความ ขอยกตัวอย่างรายการใช้งานและใบเสร็จเพื่อชำระเงินของผู้ใช้ตัวอย่างแบบ Flat rate ที่นิยมกัน (แม้ว่าจะรองรับแผนการจ่ายเงินแบบอื่นๆ ได้ก็ตาม) ดังรูปที่ 6

(ก) ตัวอย่างรายการใช้งานของผู้ใช้ lee





(ข) ตัวอย่างรายการใบเสร็จผู้ใช้ lee

รูปที่ 6 รายการใช้งานและใบเสร็จที่ได้จากระบบ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบระบบ [8] พบว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และยังได้จัดทำแบบประเมินผล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและวัดระดับความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบทดสอบในโรงพยาบาล เป็นระยะประมาณ 1 เดือน ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> ผู้ดูแลระบบ (จำนวน 2 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ(ส่วนผู้ดูแลระบบ)	**4.20**	**0.46**	**ดี**
1.1 ความเหมาะสมของหน้าล็อกอิน เพื่อใช้งานอินเตอร์เน็ต	4.00	0.00	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อล็อกอินไม่สำเร็จ	4.00	0.00	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติม	4.50	0.70	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ดูแลระบบ)	**4.13**	**0.35**	**ดี**
2.1 ความเหมาะสมของหน้าการจัดการระบบ	4.00	0.00	ดี
2.2 ความน่าเชื่อถือของระบบในการกำหนดผู้ใช้งาน	4.50	0.70	ดี
2.3 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	4.50	0.70	ดี
2.4 ความถูกต้องในการคิดคำนวณราคาการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3.50	0.70	ดี

<u>กลุ่มที่ 2</u> ผู้ใช้งานเครือข่ายแบบไร้สาย (จำนวน 8 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ	**3.90**	**0.37**	**ดี**
1.1 ความเหมาะสมของหน้าล็อกอิน เพื่อใช้งานอินเตอร์เน็ต	4.00	0.60	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อล็อกอินไม่สำเร็จ	3.70	0.50	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติม	4.00	0.00	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ใช้ระบบ)	**3.80**	**0.40**	**ดี**
3.1 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	3.80	0.40	ดี

<u>กลุ่มที่ 3</u> ผู้ใช้งานเครือข่ายแบบใช้สาย (จำนวน 2 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ	**4.33**	**0.47**	**ดี**
1.1 ความเหมาะสมของหน้าล็อกอิน เพื่อใช้งานอินเตอร์เน็ต	4.50	0.70	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อล็อกอินไม่สำเร็จ	4.00	0.00	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงโปรแกรมเพิ่มเติม	4.50	0.70	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ใช้ระบบ)	**4.00**	**0.00**	**ดี**
3.1 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	4.00	0.00	ดี

สรุปผลโดยรวมจากการวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบพบว่าการยอมรับในส่วนของติดต่อกับผู้ใช้ และประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี ในส่วนข้อเสนอแนะที่ได้รับคือ ในส่วนของการจัดการระบบควรที่จะเป็นภาษาไทยให้มากกว่านี้ เพราะจะทำให้ผู้ดูแลระบบเข้าใจ และเข้าถึงระบบได้มากกว่านี้ในส่วนของความพึงพอใจในการของผู้ใช้งาน จากแบบสอบถามที่ได้สอบถามกับผู้ใช้งานเครือข่าย ล้วนพึงพอใจที่ไม่จำเป็นต้องลงไม่ต้องติดตั้ง ซอฟต์แวร์เพิ่มเติมใดๆ ในเครื่องของผู้ใช้งาน ยกเว้นเว็บเบราเซอร์ ส่วนของผู้ดูแลระบบก็มีความพึงพอใจในระดับมาก เพราะสามารถที่จะควบคุมการใช้งานผู้ใช้งาน รวมถึง สามารถเก็บค่าบริการการใช้งานอินเตอร์เน็ตได้

6. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อการคิดคำนวณค่าใช้งานอย่างเป็นธรรมตามระยะเวลาที่ใช้จริง ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล/องค์กร แทนที่จะเป็นแบบเหมาจ่ายรายเดือนเช่นในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสาธารณะ นอกจากนั้น ยังได้อธิบายและแนะนำให้เห็นว่าซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์สใดที่สามารถจะนำมาใช้สนับสนุนงาน หรือช่วยการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบดังกล่าวได้บ้าง แม้ว่าต้นแบบของระบบที่พัฒนาด้วยภาษา PHP จะได้นำไปทดสอบเบื้องต้นในสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง และได้ผลการประเมินจากกลุ่มประชากรผู้ใช้เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตาม การทดสอบเชิงประสิทธิภาพระบบโดยรวมก็ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นและจะต้องดำเนินการต่อไป

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ผลจากการพัฒนาต้นแบบของระบบที่พัฒนาขึ้น ได้พบข้อควรปรับปรุงสำคัญๆ หลายประการ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในลำดับต่อไป ดังนี้

- การติดตั้งระบบค่อนข้างซับซ้อน และยังต้องอาศัยความรู้เชิงเทคนิคในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในไฟล์หลายแห่งได้อย่างถูกต้องอีกด้วย ดังนั้น จึงควรปรับปรุงเพื่อใช้แนวทางจัดการที่สะดวกต่อผู้ใช้มากขึ้น
- การนำเสนอข้อมูลภายในหน้าเว็บของระบบต้นแบบปัจจุบันไม่ได้เป็นภาษาไทยทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการดำเนินงาน การปรับปรุงส่วนนี้จะทำให้มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้มากขึ้น
- การขยายระบบให้มีการวิเคราะห์ทราฟฟิกจราจรที่จัดเก็บภายในระบบอยู่เดิมแล้ว ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Odlyzko, A., Internet pricing and the history of communications, Internet pricing and the history of communications, J. of Computer Networks, Vol. 36, 2000, pp. 493-517.

[2] Henderson, T., Crowcroft, J., and Bhatti, S., Congestion pricing: Paying your way in communication networks, IEEE Internet Computing, Vol. 5 (5), pp. 85-89.

[3] Freeradius, http://freeradius.org/

[4] Chillispot, http://www.chillispot.info/

[5] *CakePHP*, http://cakephp.org/

[6] HotCakes Hotspot Manager, http://cakeforge.org/projects/hotcakes/

[7] NAX Linux authenticate gateway, http://www.nax.co.th/

[8] ธนัชพัทธ์ กรีธาสันต์, การจัดการเทคโนโลยี สำหรับการบริหารจัดการและจัดเก็บเงินการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ภายในอาคาร/ห้องพัก, สารนิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พ.ศ. 2550

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

NetHAM ซอฟต์แวร์ตรวจสอบสถานะของเครือข่ายและบริการ

ธนชัย คงพูล
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
tanachai@nectec.or.th

ชาวีร์ อิสริยภัทร์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
chavee.issariyapat@nectec.or.th

กุลชาติ มีทรัพย์หลาก
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
koonlachat.meesublak@nectec.or.th

บทคัดย่อ

ระบบบริหารจัดการเครือข่ายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการดูแลเครือข่ายภายในองค์กร แต่ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของบุคคลากรในการใช้งานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์กรขนาดเล็กและกลางซึ่งต้องการซอฟต์แวร์ดูแลเครือข่ายที่มีคุณภาพ ราคาถูกและใช้งานได้ง่าย บทความนี้นำเสนอซอฟต์แวร์ NetHAM สำหรับตรวจสอบสถานะของเครือข่าย ที่พัฒนาต่อยอดจากโปรแกรม Nagios ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ open-source ที่ได้รับความนิยมอย่างสูง โดยมีการพัฒนาปรับปรุงในหลายๆด้าน ทั้งระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติย้อนหลัง การแสดงผลกราฟและแผนผังการเชื่อมต่อเครือข่าย และโปรแกรมต่อประสานที่เข้าใจง่าย ทำให้เหมาะสำหรับผู้ใช้ทั่วไป

Abstract

Network operations and management system is a crucial component. However, network management tools are generally complicated and require technical expertise, especially for small and medium sized enterprises which need high-quality, affordable, and user-friendly tools. This paper presents NETHAM, a network monitoring tool developed from a popular open-source tool named Nagios. The tool consists of new features such as a database for monitoring statistics, graph and network topology displays, and a user-friendly interface.

คำสำคัญ

Network Monitoring, Network Operations and Management, Nagios

1. บทนำ

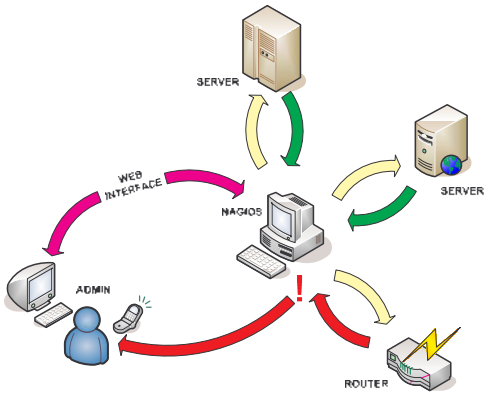
ระบบเครือข่ายในปัจจุบันมีความสำคัญมากต่อกระบวนการการทำงานขององค์กรเพราะหากเกิดความผิดปกติขึ้นภายในระบบจะส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กร อาจทำให้ข้อมูลเสียหาย หรือไม่สามารถทำงานต่อไปได้ และหากไม่ได้รับการแก้ไขได้ทันจะยิ่งทำให้เสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นการนำระบบตรวจสอบการทำงานเครือข่ายแบบอัตโนมัติมาใช้จึงเป็นการแก้ปัญหาที่ตรงจุด อีกทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ดูแลระบบ ทำให้สามารถรับรู้ปัญหาได้อย่างทันท่วงทีและทำการแก้ไขได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้การทำงานของระบบเครือข่ายภายในองค์กรเป็นไปอย่างมีเสถียรภาพ

โปรแกรม Nagios [1] เป็นซอฟต์แวร์ open-source อีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์หรือทรัพยากรบนเครือข่ายที่ได้รับความนิยมสูง มีการนำไปติดตั้งใช้งานในองค์กรจำนวนมาก นอกจากการตรวจสอบสถานะแล้ว Nagios ยังสามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบในกรณีที่ตรวจพบความผิดปกติของอุปกรณ์เหล่านั้นอีกด้วย ทำให้ผู้ดูแลสามารถแก้ปัญหาได้อย่างทันท่วงที แต่ Nagios ยังมีข้อด้อยอย่างหนึ่งคือ มี interface ที่ค่อนข้าง static และซับซ้อนเข้าใจยาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อผู้ดูแลเครือข่ายที่ขาดความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งหรือไม่มีความคุ้นเคยกับซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการเครือข่ายระดับองค์กร ทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาวิธีใช้งานและวิเคราะห์ผล อีกทั้ง Nagios ไม่มีการเก็บบันทึกค่าเชิงสถิติของบริการที่ตรวจวัดมาได้ ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์มากเพราะสามารถนำไปใช้ในการสรุปภาพรวมของประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายได้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการออกแบบปรับปรุงระบบติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบใหม่ โดยเน้นให้มีการใช้งานที่เข้าใจง่าย เห็นภาพรวมได้ชัดเจนกว่าระบบเดิม และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อความถูกต้องมากขึ้น

บทความนี้นำเสนอซอฟต์แวร์ NetHAM (Network Health Analysis & Monitoring) สำหรับตรวจสอบสถานะของเครือข่ายและบริการ ซึ่งเป็นงานวิจัยภายใต้โครงการวิจัยระบบดูแลเครือข่ายอัจฉริยะของห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเครือข่าย โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบดูแลสถานะเครือข่ายสำหรับองค์กรขนาดเล็กและกลาง มี GUI ที่เข้าใจง่าย และมีระบบจัดเก็บและแสดงผลสถานะย้อนหลัง โดยพัฒนาต่อยอดจากโปรแกรม Nagios

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการตรวจสอบว่าสถานะบริการ (service) ทำงานเป็นปกติหรือไม่ ระบบตรวจสอบจะทำการจำลองตัวเองเสมือนเป็นผู้ใช้คนหนึ่งที่พยายามจะเรียกใช้บริการนั้น และตรวจสอบการทำงานจากผลลัพธ์ที่ได้กลับมา เช่น ในการตรวจสอบสถานะของเว็บไซต์ก็จะใช้วิธีเปิด connection ไปที่ webserver ทำการร้องขอไฟล์ผ่านโปรโตคอล HTTP และตรวจสอบสถานะจาก HTTP header ที่ webserver ส่งกลับมา รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการสื่อสาร หากพบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในระบบไม่ว่าจะมาจาก error message ในโปรโตคอล หรือไม่สามารถติดต่ออุปกรณ์นั้นได้ ก็จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบรับทราบ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของ Nagios

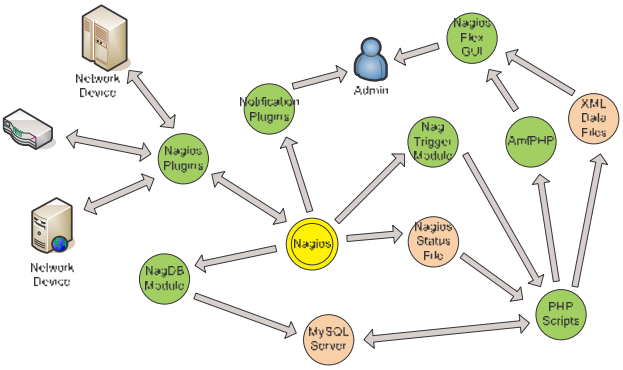
การตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ *active monitoring* คือการที่ระบบเป็นฝ่ายตัดสินใจเองว่าจะตรวจสอบสถานะเมื่อใด เช่นทุกๆ 5 นาที และแบบ *passive monitoring* คือการที่อุปกรณ์ที่ดูแลทำการรายงานไปยังระบบเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น เช่น การส่ง *SNMP trap* ของ router กลับไปยังระบบเมื่อ router พบว่าเกิดปัญหาบางอย่าง ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ระบบตรวจสอบไม่จำเป็นต้องคอยตรวจสถานะอยู่ตลอดเวลา

ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์เครือข่ายที่นิยม [8] เช่น Nagios, OpenNMS [3], Cacti [4] และ Zenoss [5] หรือโปรแกรมที่ทำหน้าที่เฉพาะเช่น MRTG [6] สำหรับบันทึกปริมาณข้อมูลที่วิ่งผ่าน router รวมทั้งซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ เช่น HP OpenView เป็นต้น

3. รายละเอียดการพัฒนาซอฟต์แวร์

3.1 ภาพรวมของระบบ

3.1.1 โครงสร้างระบบ



รูปที่ 2 แผงผังแสดงการเชื่อมโยงระหว่างโมดูลและทิศทางของข้อมูล

NetHAM ประกอบด้วยโมดูลหลายๆส่วนที่ทำงานร่วมกันได้แก่

1) Nagios เป็นแกนหลักของระบบ ที่ทำงานอยู่ตลอดเวลาในลักษณะของ daemon เพื่อเชื่อมโยงการทำงานของโมดูลต่างๆ เข้าด้วยกัน และมีหน้าที่ในการจัดการตารางเวลาเพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งส่งสัญญาณแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบ เมื่อพบว่าอุปกรณ์ที่ดูแลอยู่นั้นมีความผิดปกติเกิดขึ้น

2) Nagios Plugin มีหน้าที่ในการติดต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายเพื่อวิเคราะห์สถานะการทำงานในส่วนต่างๆ และส่งค่ากลับไปยัง Nagios daemon

3) Notification Plugin มีหน้าที่ในการแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบตามคำสั่งของ Nagios daemon

4) NagDB เป็นโมดูลที่คณะวิจัยได้พัฒนาขึ้นมาเพิ่มเติม โดยจะทำงานเมื่อ Nagios เกิดการตรวจสอบสถานะ NagDB จะนำ output ที่ได้รับจาก plugin มาประมวลผลเพื่อตัดเก็บค่าสถิติ และส่งไปเก็บที่ MySQL database server

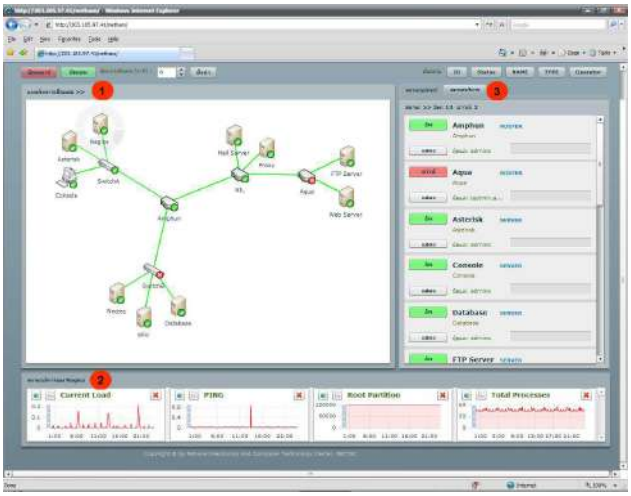
5) NagTrigger เป็นโมดูลที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการเชื่อมโยง event ที่เกิดขึ้นภายใน Nagios กับการ execute โปรแกรมภายนอก ระบบจะอาศัยโมดูลตัวนี้ในหลายสถานการณ์ เช่น บังคับให้เกิดการ update configuration ของ NetHAM เมื่อ Nagios ถูก start, ทำให้เกิดการสร้างไฟล์ XML ของสถานะแผนผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ (topology) ใหม่เมื่อใดก็ตามที่ Nagios มีการ update ไฟล์สถานะ

6) AmfPHP เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง NetHAM client กับทางฝั่ง server

7) PHP script ทำหน้าที่ update ข้อมูลสถานะ ประมวลผลข้อมูลจาก database และ text file และส่งกลับไปยังฝั่ง client

8) NetHAM เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัย *Adobe Flex* [13] สำหรับเป็น web-based GUI ทำหน้าที่ติดต่อกับ server เพื่อดึงข้อมูลในส่วนต่างๆไปแสดงผล

3.1.2 Graphic User Interface



รูปที่ 3 หน้าจอหลักของ NetHAM

หน้าจอหลักของ NetHAM ประกอบด้วยส่วนการแสดงผลหลัก 3 ส่วน คือ ผังการเชื่อมต่อ สถานะของการบริการ (service status) และสถานะของอุปกรณ์ (device status)

1) หน้าต่างแสดงผังการเชื่อมต่อ ทำหน้าที่แสดง network topology ขององค์กรและมี icon คอยแสดงสถานะเตือนผู้ดูแลระบบ

2) หน้าต่างแสดงสถานะบริการของ Nagios ทำหน้าที่แสดงกราฟของ service ที่ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์เครือข่ายนั้นๆ

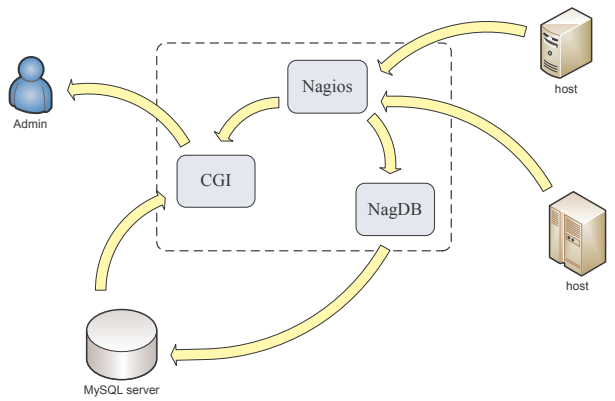
3) หน้าต่างแสดงสถานะอุปกรณ์ ทำหน้าที่แสดงสถานะบริการของอุปกรณ์ทั้งหมดพร้อมทั้งรายละเอียด service ต่างๆที่ใช้ในการตรวจสอบ รายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมด และสามารถกำหนดให้จัดเรียงตาม ID, Status, Name, Type และ Operator

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

เนื่องจากแกนหลักของ NetHAM ซึ่งก็คือ Nagios นั้นยังขาด feature ที่สำคัญ เช่น การแสดงผลข้อมูลแบบกราฟฟิค, การเก็บข้อมูลเชิงสถิติย้อนหลัง เพื่อที่จะทำให้ NetHAM รองรับ feature เหล่านี้ จึงจำเป็นต้องพัฒนา module เพิ่ม เติม ได้แก่

3.2.1 NagDB Module

NagDB [10] เป็น Nagios Event Broker module [9] ที่ทำหน้าที่ในการดักจับเหตุการณ์ของการตรวจเช็คข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่ Nagios ทำการตรวจเช็คสถานะอุปกรณ์ ผลลัพธ์จะถูกส่งมายัง NagDB เพื่อตัดเก็บข้อมูลตาม definition ที่สร้างไว้แล้วส่งไปเก็บที่ MySQL server โมดูลส่วนนี้พัฒนาด้วยภาษา C ร่วมกับ MySQL library และ compile ในรูปของ shared object เพื่อให้ Nagios โหลดขึ้นไปเรียกใช้งาน NagDB ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเท่านั้น หน้าที่ในส่วนของการแสดงผลจะเป็นของระบบอื่น ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ CGI script ที่มาดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออกไปโดยตรง



รูปที่ 4 แผนผังการทำงานของ NagDB

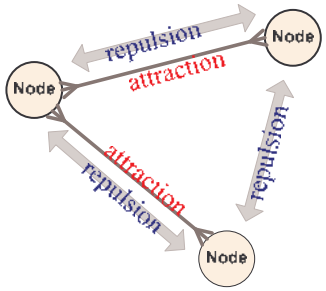
3.2.2 NagTrigger Module

NagTrigger เป็น Nagios Event Broker module อีกอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่ในการ map ระหว่าง event ภายในของ Nagios กับการ execute โปรแกรมภายนอก เพื่อให้ระบบต่างๆ ของ NetHAM มีการทำงานที่สอดคล้องกับ process หลัก เช่น ให้ NetHAM database มีการอัพเดตทุกครั้งที่ Nagios มีการอัพเดตข้อมูล status

3.2.3 User Interface

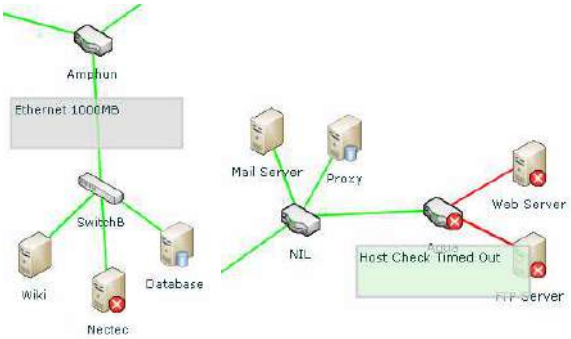
ส่วนของ user interface ซึ่งเป็น Flex component พัฒนาบน Adobe Flex Builder Pro 3.0 สามารถ run ได้ภายใต้ web browser ทั่วไปที่ติดตั้ง Adobe Flash Player เวอร์ชั่น 9.0 ขึ้นไป Flex UI ประกอบด้วยส่วนของการแสดงผลข้อมูล topology , การแสดงผลสถานะอุปกรณ์ , การแสดงผลกราฟสถานะ และส่วนของการแสดงผลโดยสรุป

ในส่วนของแผนภาพ Topology แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายนั้น พัฒนาขึ้นเป็น component ชื่อว่า *NetGraph* โดย extend ต่อจาก *SpringGraph* [2] ซึ่งเป็น open-source flex component สำหรับการคำนวณการจัดวางตำแหน่งโหนดของกราฟโดยอาศัย *Force-Directed Layout Algorithm* โดยอาศัยการคำนวณหาจุดสมดุลของแรงดึงดูดของลิงค์ และแรงผลักระหว่างโหนด ข้อดีที่เห็นได้ชัดของการใช้ algorithm นี้คือสามารถแก้ปัญหาการพันกันของเส้นกราฟได้ดีในระดับที่น่าพอใจ และยังสามารถแสดงความสมมาตรในส่วนประกอบย่อยของกราฟได้อีกด้วย



รูปที่ 5 แสดงหลักการของ Force-directed layout

NetGraph สามารถแสดงข้อความสถานะบนลิงค์และบนโหนดเมื่อนำเมาส์ไปวางทาบ ซึ่งข้อมูลของโครงสร้างการเชื่อมต่อ ภาพ icon สีของลิงค์ และสถานะต่างๆ ได้มาจากโครงสร้างข้อมูลแบบ XML ที่อยู่ทางฝั่ง server

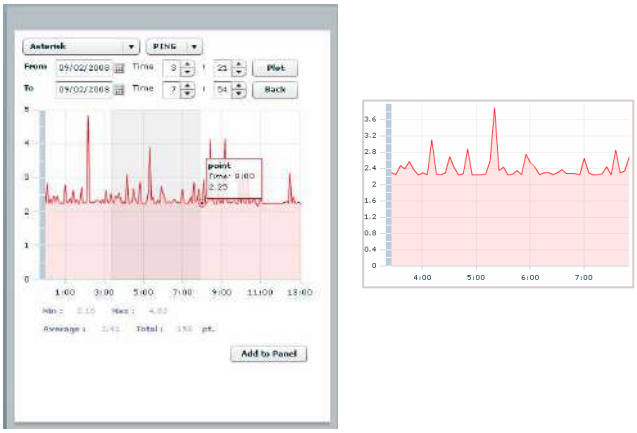


รูปที่ 6 แสดงสี และ icon ของสถานะต่าง ๆ

```
<graph>
<Node id="1" name="Apple"
icon="http://203.185.xx.xx/apple.jpg" label="I am an apple." />
<Node id="2" name="Orange"
icon="http://203.185.xx.xx/orange.jpg" label="I am an orange." />
<Edge fromID="1" toID="2" label="Link between apple and
orange" color="0x00FF00" />
</graph>
```

รูปที่ 7 แสดงตัวอย่าง XML สำหรับ NetGraph

ในส่วนของ component สำหรับการแสดงกราฟ มีการพัฒนาต่อยอดจาก graph component ของ Flex โดยเพิ่ม feature ของการ drag เพื่อเลือกบริเวณที่ต้องการ zoom in ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการขยายกราฟ

3.2.4 Server-sided Scripts

ทาง server จะมี PHP script ที่คอยส่งผ่านข้อมูล เช่น ข้อมูลกราฟ, ข้อมูล topology โดย script เหล่านี้จะถูกเรียกผ่าน AmfPHP [7] ซึ่งทำหน้าที่แปลงโครงสร้างข้อมูลจาก PHP ให้อยู่ในรูปแบบที่ Flex client เข้าถึงได้

3.3 ความต้องการของระบบ

NetHAM ได้ผ่านการทดสอบติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Linux Fedora core 7-8 ที่ต้องการหน่วยความจำอย่างน้อย 512 MB และมีพื้นที่ฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 1 GB (ขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์และบริการที่ตรวจสอบ ระยะเวลาและความถี่ในการตรวจสอบ) ซอฟต์แวร์ที่จำเป็น ได้แก่ MySQL, Webserver, PHP, Nagios และ ชุดโปรแกรมของ Netham ในส่วนของ user interface ที่จะใช้ run Flex component ต้องการ web browser ที่ติดตั้ง Adobe Flash Player เวอร์ชั่น 9.0 ขึ้นไป

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทีมพัฒนาได้นำ NetHAM ไปทดสอบกับเครือข่ายต่างๆซึ่งได้แก่ เครือข่ายไทยสาร [11] เครือข่ายกาญจนาภิเษก (KPNet) [12] ศูนย์คอมพิวเตอร์ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) บริษัท สไมล์ อินเทอร์แอคทีฟ จำกัด และ บริษัท Enspry Technologies ตั้งแต่วันที่ 30 ต.ค 2551 จนถึง วันที่ 24 ธ.ค. 2551 ซึ่งทางผู้ดูแลเครือข่ายได้นำไปใช้จริงกับเครือข่ายดังกล่าวโดยใช้ Service Plugin พื้นฐานสำหรับตรวจสอบได้แก่ *check_ping, check_dns, check_ftp, check_imap, check_http* เป็นต้น ซึ่งมีอุปกรณ์เครือข่ายที่ใช้ในการทดสอบมากที่สุดคือ 52 เครื่องและมีจำนวนเซอร์วิสสูงสุด 74 เซอร์วิส

4.2 ผลการทดสอบและการประเมินผล

จากแบบสอบถามการทดสอบโปรแกรม NetHAM โดยกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินผลการใช้งานประกอบด้วยผู้ดูแลระบบเครือข่ายไทยสารและ KPNet รวม 7 คน ผู้ดูแลเครือข่าย BIOTEC 1 คน ผู้ดูแลเครือข่ายบริษัท สไมล์ อินเทอร์แอคทีฟ 1 คน และผู้ดูแลเครือข่ายบริษัท Enspry Technologies จำนวน 1 คน โดยมีการเปรียบเทียบกับโปรแกรมตรวจสอบเครือข่ายอื่นๆได้แก่ OpenNMS MRTG CACTI Nagios และ Solar winds ได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับความพึงพอใจระหว่าง NetHAM กับโปรแกรมตรวจสอบเครือข่ายอื่นๆ

ประเด็นคำถาม	NetHAM ดีกว่ามาก	NetHAM ดีกว่า	เท่ากัน	NetHAM แย่กว่า	NetHAM แย่กว่ามาก	ไม่มีความคิดเห็น
ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์ NetHAM		10%		80%		10%
ความง่ายในการใช้งานซอฟต์แวร์ NetHAM	10%	50%	30%	10%		
การ config และปรับแต่งค่าต่างๆของซอฟต์แวร์ NetHAM		40%	10%	40%		10%
ระบบ Graphical User Interface (หน้าต่างสั่งการเชื่อมต่อ, หน้าต่างแสดงสถานะอุปกรณ์)	30%	70%				
ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล		30%	60%	10%		
ระบบการแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบเครือข่าย		50%	30%	10%		10%
ความเพียงพอของเซอร์วิสที่ให้บริการ		50%	50%			
ประโยชน์ของข้อมูลที่นำมาแสดงผล	10%	50%	40%			
ความน่านำไปใช้ในการดูแลเครือข่าย	40%	50%				10%

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าโดยส่วนใหญ่ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระบบต่างๆของซอฟต์แวร์ NetHAM โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบ GUI แต่ควรปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งให้ง่ายขึ้น

5. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาซอฟต์แวร์ NetHAM ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อจาก Nagios โดยเพิ่มระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติเพื่อดูข้อมูลย้อนหลังสำหรับการวิเคราะห์ปัญหา และระบบ GUI ให้ใช้งานง่าย เพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลเครือข่ายภายในองค์กร NetHAM ได้ถูกทดสอบและประเมินผลโดยผู้ดูแลระบบเครือข่ายไทยสาร เครือข่ายกาญจนาภิเษก ศูนย์คอมพิวเตอร์ BIOTEC บริษัท สไมล์ อินเทอร์แอคทีฟ จำกัด และ บริษัท Enspry Technologies เพื่อขอข้อเสนอแนะสำหรับนำมาปรับปรุงซอฟต์แวร์ จากผลการสำรวจดังที่ได้กล่าวมาแล้ว NetHAM มีองค์ประกอบต่างๆที่โปรแกรมบริหารจัดการเครือข่ายต้องการ และในอนาคตจะมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของขั้นตอนการติดตั้งและการปรับแต่งค่าต่างๆของระบบเพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับงานดูแลเครือข่ายขององค์กร

6. แนวทางการพัฒนาต่อ

NetHAM อยู่ระหว่างพัฒนาเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีแผนการพัฒนาการปรับแต่งระบบผ่านทาง web interface ในแบบที่ใช้งานง่าย ระบบเก็บข้อมูลการใช้งาน router แบบอัตโนมัติ และการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของพฤติกรรมการใช้งาน รวมไปถึงการพัฒนา Plugin ที่รองรับการตรวจสอบสถานะของบริการใหม่ๆ เช่น VoIP

7. กิตติกรรมประกาศ

ซอฟต์แวร์ NetHAM นี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโปรแกรมวิศวกรรมความรู้ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สวทช.

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Nagios. http://www.nagios.org

[2] SpringGraph. http://mark-shepherd.com .

[3] OpenNMS. http://www.opennms.org.

[4] Cacti. http://www.cacti.net.

[5] Zenoss. http://www.zenoss.com.

[6] MRTG. http://www.mrtg.org

[7] AMFPHP. http://www.amfphp.org

[8] กุลชาติ มีทรัพย์หลาก, ชาวีร์ อิสริยภัทร์, กุลวดี ศรีพานิชกุลชัย, “การเปรียบเทียบซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซสำหรับการดูแลเครือข่าย”, รายงานเชิงเทคนิค (KMID 5110529), NECTEC, กันยายน 2551

[9] ชาวีร์ อิสริยภัทร์, กุลวดี ศรีพานิชกุลชัย, กุลชาติ มีทรัพย์หลาก “การสร้าง Nagios Event Broker Module”, รายงานเชิงเทคนิค (KMID 5008199), NECTEC, กรกฎาคม 2550

[10] ชาวีร์ อิสริยภัทร์, กุลวดี ศรีพานิชกุลชัย, กุลชาติ มีทรัพย์หลาก “การพัฒนาโมดูลในการตัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติของอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับ Nagios”, รายงานเชิงเทคนิค (KMID 5011057), NECTEC, สิงหาคม 2550

[11] Thai Social/Scientific Academic and Research Network (ThaiSarn). http://thaisarn.net.th

[12] เครือข่ายกาญจนาภิเษก http://www/kanchanapisek.or.th

[13] Adobe Flex. http://www.adobe.com/products/flex/

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบจัดการการแสดงความคิดเห็นผ่าน SMS

SMS Voting Management System

ไกรสร สืบบุญ[1,2]
[1]กลุ่มวิจัยเฉพาะทางสมองกลฝังตัว
[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5150400667@stdmail.kku.ac.th

ดารณี หอมดี[1,2]
[1]กลุ่มวิจัยเฉพาะทางสมองกลฝังตัว
[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
darhor@kku.ac.th

วชิราวุธ ธรรมวิเศษ[3]
[3]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
twachi@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การทำธุรกิจสื่อประเภทต่างๆ บ่อยครั้งจำเป็นจะต้องมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมโดยการทำกิจกรรมร่วมสนุกในรูปแบบต่างๆ บริการส่งข้อความสั้นหรือ SMS เป็นอีกช่องทางหนึ่งในการสื่อสารที่ได้รับความนิยม แต่การสื่อสารผ่านระบบนี้ในปัจจุบันยังมีข้อกำจัดอยู่หลายด้าน ทั้งเรื่องการติดตั้งและการใช้งานที่ยาก รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียให้กับผู้ให้บริการในราคาแพง ทำให้ไม่คุ้มค่าในการลงทุนเมื่อใช้กับธุรกิจขนาดกลางหรือขนาดเล็ก บทความนี้ได้เสนอแนวทางการพัฒนาระบบจัดการและแสดงผล SMS ผ่านโทรศัพท์มือถือ ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและใช้งานระบบ จากผลการทดลองพบว่าสามารถแสดงผลข้อความได้ 12-14 ข้อความต่อนาที แบบเวลาจริง(Real-time)

คำสำคัญ: SMS, ระบบแสดงผล SMS, SMS โหวต, SMS ทีวี

Abstract

Media business usually requires interaction with audiences via various activities. Short Message Service (SMS) is one of the most popular communications. However, this kind of communication has a number of limitations, including the difficulties in installing and using. Furthermore, the expensive cost paying to service provider also might not be worth for small and medium enterprises. This paper presents a low cost SMS Voting Management System which is free of charge for installing and using. The experimental results show that this system can support 12-14 real-time messages per minute.

Keywords: SMS, SMS Display System, SMS Voting, SMS TV

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบ SMS มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและเป็นที่นิยมในการแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่างๆ เช่นในรายการโทรทัศน์ มีการร่วมแสดงความเห็นในรายการข่าว การโหวตให้คะแนนผู้เข้าแข่งขันในรายการบันเทิงต่างๆ การแสดงความเห็นในเว็บไซต์ผ่าน SMS เพื่อร่วมลุ้นรางวัล, การส่ง SMS ในรายการวิทยุ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการใช้งานระบบ SMS ในลักษณะนี้สามารถประยุกต์ใช้ให้เกิดธุรกิจต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย

แต่การใช้งานลักษณะนี้ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปิดขอใช้หมายเลขโทรศัพท์จากผู้ให้บริการระบบ SMS หรือสมัครใช้บริการจากทางเว็บไซต์ที่ให้บริการ ซึ่งมีความยุ่งยาก รวมถึงผู้ส่ง SMS จะต้องเสียค่าบริการเพิ่ม ทำให้การร่วมกิจกรรมแต่ละครั้ง ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าส่ง SMS ปกติ สำหรับธุรกิจขนาดกลางหรือขนาดย่อมแล้ว ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะเหมาะกับการนำไปปรับใช้ในธุรกิจ แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายและความยุ่งยากในการติดตั้ง ทำให้การใช้งานระบบนี้ถูกจำกัดอยู่แค่บางกลุ่มธุรกิจเท่านั้น

บทความฉบับนี้นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบจัดการและแสดงผลข้อความ SMS ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและใช้งาน โดยเน้นการออกแบบสำหรับบุคคลทั่วไป ให้ใช้งานได้ง่าย รองรับการเชื่อมต่อกับมือถือได้หลายทาง ทั้งผ่านสายเคเบิลหรือผ่านบลูทูธ [1] (Bluetooth) พร้อมส่งข้อความ SMS

ตอบกลับ การทำงานทุกอย่างจะเป็นแบบเวลาจริง (Real-time)

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

จากการที่สื่อต่างๆ มีการใช้งานระบบ SMS เพื่อแสดงความเห็นร่วมกิจกรรมต่างๆ หรือเรียกว่าระบบ SMS โหวต ระบบนี้ทำให้เกิดการสื่อสารแบบสองทาง จากเดิมที่เป็นผู้รับฟังอย่างเดียว ปัจจุบันผู้รับชมสื่อสามารถโต้ตอบกับสื่อได้มากขึ้นและกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ได้มีผู้ให้บริการระบบ SMS โหวตผ่านทางเว็บไซต์มากขึ้น ปัญหาอยู่ที่การสมัครขอใช้งานสำหรับกิจกรรมเล็กๆ เช่น โปรโมชันส่งเสริมการขายโดยส่ง SMS รหัสของสินค้าที่ซื้อมาร่วมกิจกรรมเพื่อชิงรางวัล สำหรับกิจกรรมที่มีระยะเวลาสั้น หรือการจัดกิจกรรมที่มีการปรับเปลี่ยนอยู่บ่อยๆ การขอเปิดใช้บริการกับผู้ให้บริการอาจไม่ยืดหยุ่นพอ อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายและความยุ่งยาก

ดังนั้นหากสามารถพัฒนาระบบให้สามารถจัดการและแสดงผล SMS ที่ส่งเข้ามาร่วมกิจกรรมให้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องขอเปิดใช้บริการ มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ไม่มีค่าบริการอื่นๆ เพิ่มเติม จะทำให้มีการนำระบบนี้ไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มธุรกิจอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการรับส่ง SMS มีแอพพลิเคชันที่ใช้จัดการอยู่หลากหลาย แต่การนำมาใช้จัดการและแสดงผล SMS ที่ส่งเข้ามาในการร่วมกิจกรรม จำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงจากหลักการที่มีอยู่เดิม ในการพัฒนาระบบนี้ได้หลักการของงานที่เกี่ยวข้องจากแอพพลิเคชัน Nanosoft SMS Reader [2] เป็นแอพพลิเคชันสำหรับรับข้อความ SMS จากโทรศัพท์มือถือแล้วนำมาแสดงผลบนจอภาพ โดยส่วนประกอบหลักๆ ของ โปรแกรมจะประกอบไปด้วย ระบบการรับข้อมูล SMS จากมือถือ ระบบแสดงผลบนจอภาพ ระบบการจัดการ SMS ระบบการสร้างหัวข้อสำหรับแสดงความคิดเห็น แต่การใช้งานยังไม่เป็นแบบ Real-time ต้องทำการโหลดข้อมูลของ SMS ในโทรศัพท์มือถือที่ส่งเข้ามาเอง อีกทั้งยังไม่มีการส่งข้อความตอบกลับ ระบบ SMS Vote [3] เป็นบริการทางด้านการรวบรวมข้อมูลจาก SMS ที่ผู้ใช้บริการโทรศัพท์มือถือทุกค่ายในประเทศไทย ส่งเข้ามายังระบบโดยแยกตามคำสำคัญ (Keyword) ที่ได้ถูกกำหนดไว้ โดยให้บริการผ่านทางอินเตอร์เน็ตเป็นระบบที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย แต่ระบบนี้มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและใช้งาน อีกทั้งยังต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตตลอดเวลาที่ใช้

ทฤษฎีที่ใช้ในงานนี้ เน้นการจัดการกับ SMS ในมือถือเป็นหลัก โดยเชื่อมต่อผ่านทางสายเคเบิลหรือผ่านทาง Bluetooth หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ SMS ย่อมาจาก Short Message Service เป็นบริการส่งข้อความสั้นๆ จากโทรศัพท์มือถือต้นทางผ่านชุมสายไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยสามารถส่งได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้งในภาษาอังกฤษและ 70 ตัวอักษรในภาษาไทย

ตามมาตรฐานขององค์การ ETSI (European Telecommunications Standards Institute) โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS แบ่งออกเป็น 2 โหมดคือ Text Mode และ PDU Mode (Protocol Description Unit Mode) การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน แล้วจึงส่งข้อมูลในรูป PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากเครื่องจะไม่ต้องทำการแปลงข้อมูลอีกชั้น

ในระบบที่พัฒนามีการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับแอพพลิเคชัน โดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการเชื่อมต่อไร้สายของอุปกรณ์เคลื่อนที่ระยะสั้นด้วยคลื่นวิทยุ โดยใช้คลื่นวิทยุในช่วงความถี่ 2.4 GHz ระยะในการรับส่งสัญญาณจะขึ้นอยู่กับ Power Class ของคลื่นวิทยุ อุปกรณ์ส่วนมากจะเป็น Class 2 ซึ่งทำให้ระยะทางในการรับส่งได้ไกล 10 เมตร

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

หลักการทำงานเบื้องต้นจะใช้โทรศัพท์มือถือเป็นตัวรับ SMS จากผู้ร่วมกิจกรรมที่ส่งเข้ามาเหมือนกับการรับ SMS โดยทั่วไป เมื่อมีข้อความส่งเข้ามาจะถูกบันทึกในฐานข้อมูล แล้วจัดรูปแบบแสดงผลตามหัวข้อที่เปิดให้โหวต เพื่อนำไปแสดงผลออกทางหน้าจอ สามารถกระจายการแสดงผลได้หลายหน้าจอพร้อมกันผ่านทางระบบเครือข่าย ในการพัฒนาแบ่งระบบโดยรวมออกเป็นสามส่วน ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบ

ส่วนแรกใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องรับข้อความที่ส่งมาจากผู้ร่วมกิจกรรมเป็นส่วนที่รวบรวม SMS จากผู้ร่วมกิจกรรม ซึ่งสามารถอ่านข้อความที่เข้ามาในโทรศัพท์มือถือได้แบบ Real-time ส่วนที่สองใช้จัดการหัวข้อโหวตในการร่วมกิจกรรม ตรวจสอบรูปแบบของข้อความที่ส่งเข้ามาว่าอยู่ในหัวข้อโหวตใดรวมถึงการส่งข้อความตอบกลับไปยังผู้ร่วมกิจกรรมและส่วนที่สามใช้แสดงผลข้อความจะถูกนำไปแสดงผลในรูปแบบที่ผู้ใช้กำหนด สามารถกระจายการแสดงผลแบบหลายหน้าจอพร้อมกันได้

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบนี้ได้ถูกออกแบบให้การทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ ส่วนจัดการหัวข้อโหวตและส่วนแสดงผล SMS ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1. เป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับแอพพลิเคชันสามารถเชื่อมต่อผ่านทางสายเคเบิลหรือผ่านทาง Bluetoothได้ เพื่ออ่าน SMS ที่ส่งเข้ามาจากผู้ร่วมกิจกรรม โดยสามารถอ่านข้อความที่ส่งเข้ามาได้ทันทีที่โทรศัพท์มือถือได้รับข้อความ รวมถึงทำหน้าที่ส่งข้อความตอบกลับไปยังผู้ที่ส่งข้อความเข้ามา ออกแบบการเชื่อมต่อในลักษณะตัวช่วยที่สามารถค้นหาว่ามีอุปกรณ์ใดบ้างที่เปิดให้เชื่อมต่อ แล้วแสดงผลให้ผู้ใช้เป็นผู้เลือกว่าจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวใด ตัวอย่างส่วนติดต่อดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ

ส่วนที่ 2. เป็นส่วนที่ใช้จัดการข้อมูลโหวต ส่วนนี้ทำหน้าที่จัดการหัวข้อโหวตในส่วนสร้าง แก้ไข ลบ ในลักษณะการกรอกข้อมูลแบบตัวช่วย ดูสรุปผลการโหวต ข้อมูลการโหวตต่างๆ กำหนดให้หัวข้อใดบ้างที่เปิดรับ SMS ทำหน้าที่กรอง SMS ที่ส่งเข้ามาที่มีรูปแบบตรงตามหัวข้อที่เปิดให้โหวตและบันทึกลงในฐานข้อมูล ตัวอย่างการจัดการหัวข้อโหวตเป็นดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 หน้าจัดการหัวข้อโหวต

ส่วนที่ 3. เป็นส่วนที่ใช้แสดงผลของ SMS จากผู้ร่วมกิจกรรมที่ส่งเข้ามา ในแต่ละข้อความที่จะนำไปแสดงผลสามารถกรองคำที่ไม่เหมาะสมได้ว่าจะให้แสดงหรือไม่ ผู้ใช้สามารถปรับรูปแบบของการแสดงผลได้อย่างยืดหยุ่นทั้งแสดงผลแบบกราฟสำหรับการโหวต หรือแสดงแบบเป็นข้อความสำหรับการแสดงความคิดเห็น และยังสามารถกระจายการแสดงผลได้หลายหน้าจอพร้อมกันผ่านทางระบบเครือข่าย

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ในการออกแบบระบบเบื้องต้นยังมีข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีบางส่วนดังนี้

- รองรับมือถือได้เป็นบางรุ่น เพราะคำสั่ง AT Command ที่เรียกใช้ในการรับส่ง SMS ที่ใช้ในระบบที่พัฒนานี้ ในโทรศัพท์บางรุ่นอาจใช้คำสั่ง AT Command แตกต่างกัน ทำให้การทำงานผิดพลาดหรือทำงานไม่ได้
- รองรับข้อความที่ส่งเข้ามาได้สูงสุด 12-14 ข้อความต่อหนึ่งนาทีต่อโทรศัพท์มือถือหนึ่งเครื่อง
- การกระจายแสดงผลหลายหน้าจอต้องผ่านระบบเครือข่าย
- SMS ที่ส่งเข้ามาอาจมีความล่าช้า ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการให้บริการของระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ

5. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบเบื้องต้น ทำโดยแยกทดสอบส่วนหลักแต่ละส่วน คือ ส่วนเชื่อมต่อมือถือกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Bluetooth หรือผ่านทางสายเคเบิล, บันทึก SMS จากมือถือลงฐานข้อมูล, ตั้งค่าการส่ง SMS ตอบกลับ, เพิ่มหัวข้อการโหวต, ลบหัวข้อการโหวต, แก้ไขรายละเอียดการโหวต, กำหนดหัวข้อที่จะเปิดโหวต กำหนดการอนุญาตให้แสดงข้อความหรือไม่, ตั้งค่าการกรองคำ, เลือกรูปแบบการแสดงผลทั้งแบบกราฟและแบบข้อความ, เลือกจัดรูปแบบกราฟ, การแสดงผลโหวต หลังจากทำการทดสอบแต่ละส่วนของโปรแกรมแล้ว จึงทำการทดสอบระบบโดยรวม

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ระบบที่ทดลอง ใช้ระบบปฏิบัติการ WindowsXP service pack2 ทำงานบน .netFramework 2.0 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ เป็นคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium4 หน่วยความจำขนาด 512 MB โทรศัพท์มือถือที่ทดลองยี่ห้อ Sony Ericsson รุ่น K750i การทดสอบระบบโดยรวมเบื้องต้น ทดสอบโดยการส่งข้อความจำนวน 40 ข้อความอย่างต่อเนื่องผ่านทางโปรแกรมส่ง SMS โดยใช้โทรศัพท์มือถือ และผ่านทางเว็บไซต์ที่ให้บริการส่ง SMS ดังนั้นจะมีข้อความส่งเข้ามาทั้งหมด 80 ข้อความ อย่างต่อเนื่อง สำหรับการทดลองใช้กับงานจริงได้ติดต่อกับโฮมทีวี [4] ซึ่งเป็นเคเบิลทีวีในจังหวัดขอนแก่นเพื่อขอทดสอบออกอากาศกับงานโทรทัศน์จริง

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดลองรับ SMS จำนวน 80 ข้อความที่ส่งมาอย่างต่อเนื่องพบว่า SMS ที่โทรศัพท์มือถือรับได้โดยเฉลี่ยประมาณ 12 – 14 ข้อความต่อหนึ่งนาทีต่อโทรศัพท์หนึ่งเครื่อง ซึ่งขึ้นกับความสามารถของเครือข่ายผู้ให้บริการที่จำกัดอยู่ในช่วงนี้ ทันทีที่มี SMS ส่งเข้ามาในโทรศัพท์มือถือแอพพลิเคชันสามารถตรวจจับและแสดงผลได้ทันที ตัวอย่างการรับข้อความดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 บอลลูนทิป เมื่อมีข้อความส่งเข้ามา

จากการทดสอบสามารถรับ SMS ได้หมดทั้ง 80 ข้อความ แต่หากกำหนดให้มีการส่งข้อความตอบกลับการรับ SMS ที่ส่งเข้ามาจะช้าลงอยู่ในช่วง 6 - 8 ข้อความต่อหนึ่งเครื่องต่อหนึ่งนาที เนื่องจากการประมวลผลในการส่งข้อความของโทรศัพท์กับเครือข่ายผู้ให้บริการ ต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการทำงาน สำหรับการทดสอบจริงกับรายการโทรทัศน์ก็สามารถรับและแสดงผลข้อความได้อย่างไม่มีปัญหา เมื่อพิจารณาการใช้งานจริง ข้อความที่จะถูกแสดงบนหน้าจอปกติต้องมีเวลาให้ผู้ชม

อ่านทันได้ สมมุติว่ากำหนดเวลาให้ผู้ชมได้อ่านประมาณ 5 วินาที ดังนั้นการแสดงข้อความในหนึ่งนาที จะได้ 12 ข้อความ ในขณะที่ระบบที่พัฒนานี้สามารถรับและแสดงผลข้อความได้ 18 – 22 ข้อความต่อหนึ่งนาทีต่อเครื่องหรือ 720 – 840 ข้อความต่อหนึ่งชั่วโมงต่อโทรศัพท์หนึ่งเครื่อง การเปรียบเทียบข้อแตกต่างจากระบบเดิมจะเปรียบเทียบกับผู้ให้บริการทางอินเตอร์เน็ต เพราะเป็นผู้ให้บริการหลักของระบบแสดง SMS ที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งผู้ใช้ในธุรกิจขนาดกลางถึงขนาดเล็กจะขอใช้งานได้ ผลเปรียบเทียบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างระบบที่พัฒนากับระบบที่ให้บริการในปัจจุบัน

หัวข้อ	ระบบ SMS จากผู้ให้บริการทางอินเตอร์เน็ต	ระบบ SMS ที่พัฒนา
ค่าติดตั้งเริ่มต้น	21,400 บาท	0 บาท
ค่าส่ง SMS ของผู้ส่งเข้ามาร่วมกิจกรรม	3-15 บาทตามอัตราที่ผู้จัดกิจกรรมกำหนด	ตามโปรโมชั่น SMS ของผู้ร่วมกิจกรรม
รายได้ส่ง SMS ที่ส่งมาร่วมกิจกรรม	20 %	0 %
การรับ SMS ที่ส่งมา	อินเตอร์เน็ต	โทรศัพท์มือถือ
เวลาที่ใช้ติดตั้งระบบ	7 วัน	15 นาที
การกำหนดคำหลัก	ค่อนข้างจำกัด อาจซ้ำกับหัวข้อที่คนอื่นใช้อยู่	ไม่จำกัด สามารถจัดการระบบได้
ความยืดหยุ่นในการสร้างหัวข้อและแสดงผล	ค่อนข้างจำกัด	ปรับแต่งได้ ยืดหยุ่น

6. บทสรุป

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถรองรับและแสดงผลข้อความได้ 12-14 ข้อความต่อหนึ่งนาทีต่อโทรศัพท์หนึ่งเครื่อง แบบ Real-time สร้างและเปิดหัวข้อโหวตได้หลายหัวข้อพร้อมกัน สามารถตั้งข้อความสำหรับตอบกลับได้เอง สามารถแสดงผลโหวตผ่านหลายหน้าจอพร้อมกันผ่านระบบเครือข่าย จุดเด่นของระบบที่พัฒนาขึ้น คือการได้เป็นเจ้าของระบบเอง สามารถใช้งานได้ทันที ไม่ต้องขอเปิดใช้บริการ ไม่มีค่าบริการอื่นๆ ผู้ร่วมกิจกรรมไม่เสียค่าส่ง SMS เพิ่มจากปกติ สามารถนำระบบนี้ไปใช้สร้างกิจกรรมสัมพันธ์กับกลุ่มผู้ใช้บริการได้เป็นอย่างดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมต่างๆ เช่น แสดงความคิดเห็นผ่านรายการโทรทัศน์, วิทยุ, กิจกรรมลูกค้าสัมพันธ์, การเล่นเกมส์แจกของรางวัล, งานคอนเสิร์ท หรือตามสถานบันเทิงต่างๆ อีกทั้งเป็นการรวบรวมฐานข้อมูลลูกค้าจากหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปปรับใช้ในธุรกิจได้อีกมากมาย

จะเห็นว่าระบบทั้งหมดนี้ ประกอบด้วยโทรศัพท์มือถือและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่คนส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว ทำงานร่วมกับแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ดังนั้นจึงมีค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบไม่สูงมาก เป็นการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด

งานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมได้หลากหลายตามลักษณะของงานที่ต้องการ เพราะได้พัฒนากลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการจัดการ SMS บนโทรศัพท์มือถือ ทำให้นำไปพัฒนาต่อได้ง่าย โดยครอบคลุมฟังก์ชันการอ่าน เขียน ส่งข้อความ การเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ สำหรับแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงเพิ่มเติมจากระบบนี้เช่น

- พัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงในเชิงธุรกิจ
- ในระบบนี้ยังมีข้อด้อยในการรองรับข้อความได้เพียง 18-22 ข้อความต่อหนึ่งนาที การทำให้สามารถรับข้อความได้มากขึ้นอาจจะเป็น 60-70 ข้อความต่อหนึ่งนาที จะทำให้ระบบนี้มีการทำงานแบบ Real –time มากขึ้น จากการทดลองเบื้องต้นสามารถทำได้โดยการใช้โทรศัพท์หลายเครื่องในการรับข้อความ เมื่อใช้งานจริงอาจมีหลายเบอร์โทรศัพท์ซึ่งเป็นคนละเครือข่ายใช้ในการเปิดให้โหวตในหัวข้อเดียว เป็นการกระจายความหนาแน่นของข้อความที่ส่งเข้ามาและอาจเป็นผลดีต่อผู้ที่ส่ง SMS เข้ามาร่วมกิจกรรม เพราะบางครั้งอาจมีโปรโมชันที่ส่ง SMS ในเครือข่ายเดียวกันได้ถูกกว่าส่งไปหาเครือข่ายอื่น

- ข้อด้อยอีกส่วนคือ การส่งข้อความตอบกลับจะทำให้อัตราการรับข้อความได้น้อยลง เพราะไม่สามารถรับและส่งข้อความได้พร้อมกันในโทรศัพท์หนึ่งเครื่อง ดังนั้นการใช้โทรศัพท์สองเครื่องแบ่งการทำงานรับและส่งอย่างละเครื่องจะทำให้ระบบทำงานได้ดีขึ้น ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นสามารถแยกเครื่องรับและเครื่องส่งให้สามารถทำงานร่วมกันได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] SMS Protocols สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน2550 จาก http://www.dreamfabric.com/SMS

[2] Nanosoft SMS Reader. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2550 จาก http://www.nanosoft.co.th/SMSreader.htm

[3] SMS โหวต สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2550 จาก http://www.akeidea.com/index.php?type=review&area=1&p=articles&id=18

[4] HomeTV สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2550 จาก http://www.hometv.in.th

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบจัดการเครื่องแม่ข่ายผ่านเอสเอ็มเอส

(Server Management System on Server via SMS)

วรวิทย์ เทพนวล วรพล ลีลาเกียรติสกุล

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การจัดการเครื่องแม่ข่ายผ่านเอสเอ็มเอส เพื่อทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับทราบปัญหา และแก้ปัญหาที่ร้ายแรงได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ระบบนี้รองรับการทำงาน 2 ลักษณะ โดยการส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการเปิด/ปิดบริการที่อยู่บนเครื่องแม่ข่าย และการดูสถานะการทำงานของบริการบนเครื่องแม่ข่ายนั้นๆ

Abstract

This paper presents the Server Management System to ensure that the administrator can be notified and response the critical problem on servers immediately. The system basically works on SMS (Short Message Service) so a computer and internet connections are not needed.

This system provides 2 classes of functions, one is the control function to turn on/off services available on each server, another is the monitoring function to do status monitoring.

1. บทนำ

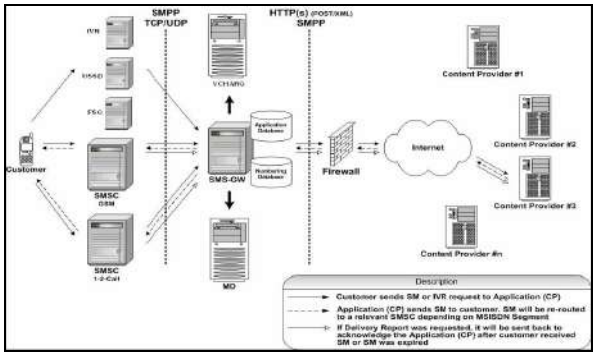
ปัจจุบัน การให้บริการผ่านระบบเครือข่ายมีความจำเป็น ต่อองค์กรทั้งภาครัฐ และธุรกิจเอกชน เช่น เว็บ อีเมล ไฟล์ เป็นต้น โดยบริการต่างๆเหล่านี้ เป็นตัวขับเคลื่อนให้การทำงานต่างๆมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้น ดังนั้นการดูแลและบริหารจัดการเครื่องแม่ข่าย จึงมีความสำคัญสูงมาก

ปัญหาที่มักเกิดขึ้นบ่อยกับเครื่องแม่ข่าย ก็คือการไม่สามารถให้บริการต่างๆได้ ซึ่งอาจจะมาจากสาเหตุที่ ไม่สามารถคาดคะเนได้ เช่น ระบบไฟฟ้าขัดข้อง ไฟกระชาก หรือ เครื่องแม่ข่ายล่ม เป็นต้น สิ่งที่สำคัญลำดับต่อมาก็คือการแก้ปัญหาเพื่อให้บริการกลับมาทำงานได้อย่างปกติ อย่างเร็วที่สุด เพื่อลดผลกระทบ ซึ่งอาจจะเป็นการสูญเสียรายได้ การสูญเสียความน่าเชื่อถือ เป็นต้น ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอวิธีการที่จะช่วยให้ผู้ดูแลระบบได้รับแจ้งปัญหาทันที และสามารถเข้าไปแก้ปัญหาได้ทันที ผ่านการทำงานเอสเอ็มเอส บนโทรศัพท์มือถือ

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การส่งเอสเอ็มเอส ผ่านผู้ให้บริการ

เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะส่ง ข้อความจากมือถือ ข้อมูลที่ส่งจะถูกส่งไปยังผู้ให้บริการนั้นๆ เช่น AIS, DTAC, True Move หลังจากนั้นจะเข้ากระบวนการ การทำงานตามขั้นตอนของผู้ให้บริการ [1] [2] เช่น ขั้นตอนการตัดเงินเก็บลงฐานข้อมูล หลังจากนั้นข้อความจะถูกส่งไปยังผู้รับ แสดงดังรูปที่ 1



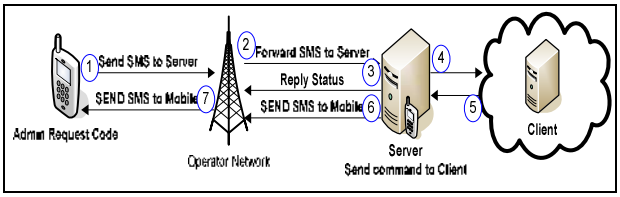
รูปที่ 1 การส่งเอสเอ็มเอสของผู้ให้บริการ

3. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบควบคุมเครื่องแม่ข่ายผ่านเอสเอ็มเอส เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อควบคุมสั่งงานเครื่องแม่ข่ายโดยการสั่งงานผ่านมือถือให้ทำงานตามที่ผู้ดูแลระบบต้องการและเป็นเครื่องมือที่

ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ดูแลระบบเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน หรืออยู่นอกสถานที่ ซึ่งสามารถสั่งงานได้โดยไม่ต้องผึ้งพาคอมพิวเตอร์อีกทั้ง สั่งงานได้อย่างรวดเร็ว

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการทำงานของระบบโดยรวม

ส่วนประกอบของระบบสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. โทรศัพท์มือถือ มีไว้สั่งงานและรับรายงานการทำงานของระบบ รวมทั้งรับรายงานการแจ้งเตือน เมื่อระบบมีปัญหา

2. ผู้ให้บริการเครือข่าย (Operator) คือผู้ให้บริการรับส่งข้อมูลระหว่างมือถือกับผู้ให้บริการคอนเท็น (Content Provider)

3. ผู้ให้บริการคอนเท็น (Content Provider) คือผู้ให้บริการข้อมูลหรือเนื้อหาทางมือถือ ซึ่งในที่นี้หมายถึงที่ ที่ระบบควบคุมเครื่องแม่ข่ายผ่านมือถือทำงานอยู่ ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วนคือ

- เครื่องลูกข่าย (Client)
- เครื่องแม่ข่าย (Server)
- ฐานข้อมูล (Database)

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบระบบสามารถแบ่งการออกแบบได้ได้เป็น 3 ส่วนคือ

3.2.1 การออกแบบข้อความและคำสั่งการทำงาน

การสั่งงานจากโทรศัพมือถือมีรูปแบบและคำสั่งซึ่งต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดของการส่งข้อความ คือการส่งข้อความภาษาไทยจะมีความยาวไม่เกิน 70 ตัวอักษรและภาษาอังกฤษจะมีความยาวได้ไม่กิน 170 ตัวอักษร การสั่งงานจะมีลักษณะของคำสั่งที่ต่างกัน ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของรูปแบบคำสั่งในการสั่งงาน

CODE Name	Meaning
SHT	ปิดระบบการทำงาน
RST	Restart ระบบ
DBR	Restart Database
DBSTOP	Stop Database
WSR	Start world wide web services
HTTPR	Restart Http Service
HTTPTO	Stop Http Service
APCR	Restart Apache service
APCSTO	Stop Apache service
IISR	Restart Internet service
IISSTO	Stop all Internet services.

IP=172.21.50.152,CODE=SHT,USE=WIT,PASS=SMS@d#8417 .

รูปที่ 3 รูปแบบการส่งข้อความ

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของรูปแบบการส่งข้อความ

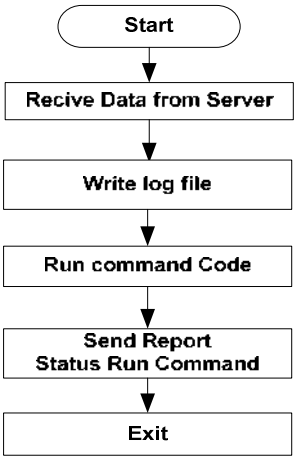
Name	Meaning	Example
IP	คือ เครื่องที่ต้องการจะให้ทำงาน	172.21.50.152
CODE	คือ รหัสคำสั่งที่จะให้ทำงาน	SHT,RST,DBR,ACPR
USE	คือ User name ของผู้ส่งงาน	WIT
PASS	คือ Password ของผู้ส่งงาน	SMS@d#8417

การออกแบบคำสั่งของการทำงานสามารถออกแบบได้หลายคำสั่งซึ่งอยู่ที่ระบบ ว่าจะให้ทำการตรวจสอบหรือสั่งงานในส่วนไหน และสามารถทำเพิ่มเติมจากที่มีอยู่แล้วให้สอดคล้องกับระบบที่มีการขยายเพิ่มมากขึ้นซึ่งสามารถเพิ่มคำสั่งในดาต้าเบสได้เองโดยตรง โดยที่ไม่ต้องทำเพิ่มเติมในส่วนของการเขียนโปรแกรมอีก

3.2.2 การออกแบบระบบการทำงานของเครื่องลูกข่าย

ส่วนของการรับรหัสคำสั่ง เครื่องลูกข่ายจะเปิดพอร์ตตามที่ได้กำหนดไว้ เพื่อรอรับการเชื่อมต่อซึ่งคำสั่งจะถูกส่งมาจากเครื่องแม่ข่าย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวส่งรายงานการ

ทำงานต่างๆ ไปยังเครื่องแม่ข่ายด้วยหลังจากนั้นการทำงานทั้งหมดรวมถึงสถานะต่างๆ จะถูกเก็บบันทึกเพื่อเป็นข้อมูลการทำงานต่อไป ซึ่งสามารถแสดงการทำงานดังรูปที่ 4

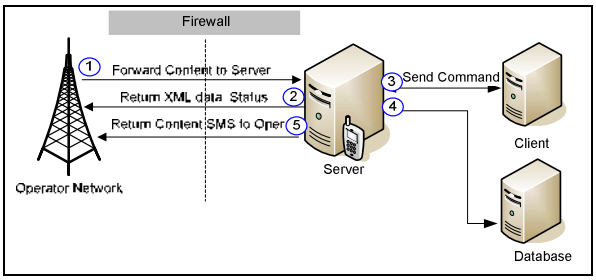


รูปที่ 4 การทำงานของเครื่องลูกข่าย

3.2.3 การออกแบบระบบการทำงานของเครื่องแม่ข่าย

ระบบการทำงานของเครื่องแม่ข่ายสามารถแบ่งการติดต่อออกเป็น 4 ส่วนคือ

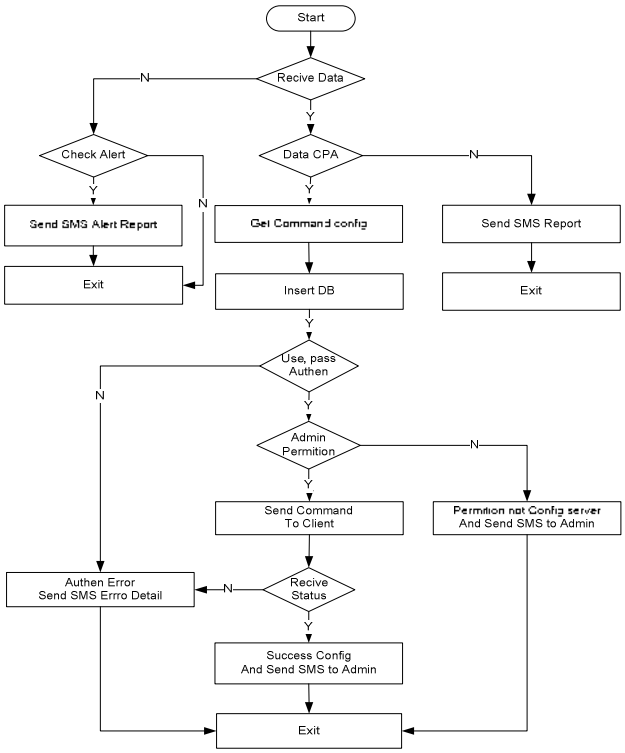
1. การติดต่อกับผู้ให้บริการเครือข่าย
2. การติดต่อกับเครื่องลูกข่าย
3. การติดต่อกับฐานข้อมูล (Database)
4. แจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหา หรือ เกิดเหตุฉุกเฉิน



รูปที่ 5 แสดงการติดต่อของเครื่องแม่ข่าย

การทำงานของเครื่องแม่ข่ายจะเป็นตัวกลางคอยรับและส่งข้อมูลไปยังผู้บริการเครือข่าย และ เครื่องลูกข่าย รวมทั้งแจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหา หรือ เกิดเหตุฉุกเฉิน ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้คือ เมื่อเริ่มทำงานระบบแยกการทำงานเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกจะทำงานทุกๆ ห้านาทีในการตรวจสอบสถานะของระบบว่ามีสิ่งผิดปรกติหรือไม่หากมี ก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบผ่านเอสอ็มเอส ส่วนที่สองจะทำงานก็ต่อเมื่อมีข้อมูลส่งเข้ามาจากผู้ให้บริการเครือข่ายหรือมีข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องลูกข่าย หากส่งมาจากเครื่องลูกข่ายก็จะเป็นการรายงานการทำงานตามคำสั่งที่ส่งมา ว่าเมื่อทำงานตามคำสั่งแล้วมีสถานะเป็นอย่างไร ส่งกลับไปยังผู้ดูแลระบบ

หากมาจากผู้ให้บริการเครือข่ายก็จะเป็นการรับคำสั่งมาจากผู้ดูแลระบบว่าจะให้ทำงานอะไรซึ่งก็ขึ้นอยู่กับโค๊ช (Code) ที่ส่งมาจากนั้นก็จะทำการพิสูจน์ตัวตน (Authentication) ด้วย Username หรือ Password หากผ่านก็จะทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึง (Permission) ว่าใช่ผู้ดูแลระบบตัวจริงหรือเปล่า และมีสิทธ์ที่จะสั่งเครื่องลูกข่ายนั้นๆ ได้หรือไม่ ตัวอย่างเช่น ผู้ดูแลระบบดาต้าเบส (Database Admin) ก็จะมีสิทธ์ที่จะสั่งเครื่องดาต้าเบสให้ทำงานตามคำสั่งได้เท่านั้น ผู้อื่นจะไม่มีสิทธ์ สั่งงานได้ หรือ นอกจากจะให้สิทธ์เพิ่มเติม ทั้งนี้ต้องดูความเหมาะสมในการให้สิทธ์ เพราะการสั่งงานบางอย่างจะต้องมีความรู้และ เข้าใจระบบนั้นๆ เป็นอย่างดีว่ามีผลกระทบกับอะไรบ้างเมื่อใช้คำสั่งนั้นๆ หากตรวจสอบแล้วพบว่าไม่มีสิทธ์ในการสั่งงาน เครื่องแม่ข่ายจะทำการส่งรายงานการทำงาน กลับไป แจ้งว่า Access or Permission Denied หากมีสิทธิ์ ก็จะทำการส่งคำสั่งนั้นๆ ไปยังเครื่องลูกข่ายให้ทำงานและคอยรับสถานะการรับส่งข้อมูล หากไม่มีปัญหาใดๆ การทำงานก็จะเสร็จสิ้น ซึ่งการทำงานของเครื่องแม่ข่ายสามารถแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงการทำงานของเครื่องแม่ข่าย

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

1. ต้องมีระบบที่ติดต่อกับผู้ให้บริการเครือข่าย (Operator) โดยตรงสำหรับส่งคำสั่งไปควบคุมระบบ

2. ระบบ SMS บางครั้งจะเกิดการล่าช้าในการส่งและรับ เนื่องจากระบบของผู้ให้บริการเครือข่ายมีปัญหาในการให้บริการ

4. การทดสอบการใช้งาน

ในการทดสอบประกอบด้วยเครื่องแม่ข่าย (Server) มีหน้าที่หลักในการจัดการ การทำงาน การประมวลผล การรับและส่งคำสั่งไปยัง เครื่องลูกข่าย (Client) อีกทั้งแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน โดยรายละเอียดของการทดลองได้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองส่วนของการส่งข้อความ(SMS) ไปยังผู้ให้บริการเครือข่าย(Operator)
2. การทดลองในส่วนของการรับข้อมูล (Data) จากผู้ให้บริการเครือข่าย
3. การทดลองในส่วนของการส่งคำสั่งไปยังเครื่องลูกข่าย
4. การทดลองในส่วนของการส่งรายงานการทำงาน (SMS) กลับไปยังผู้ดูแลระบบ
5. การทดลองในส่วนขอการส่งรายงานแจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหา หรือเกิดเหตุฉุกเฉิน
6. การทดลองในส่วนของการแสดงสถานะการทำงานของระบบผ่านหน้าเว็ป

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

1. Desktop OS Windows Vista Intel Pentium D CPU 3.40GHz Memory 3.00 GB
2. Handset Model Nokia 6680
3. Wireshark Network Analyzer
4. Microsoft Visual Studio 2008 [3][4]

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

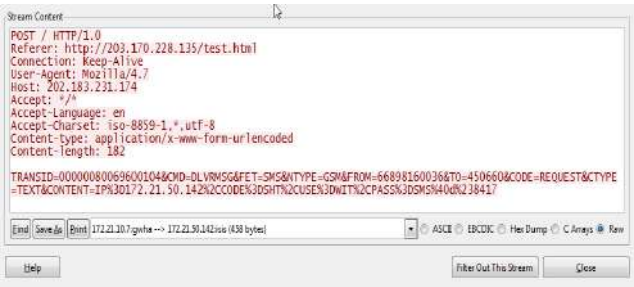
4.2.1การทดลองส่วนของการส่งข้อความเอสเอ็มเอสไปยังผู้ให้บริการเครือข่าย

การพิมพ์ข้อความสำหรับการสั่งงานเครื่องลูกข่าย จะต้องพิมพ์ข้อความ ตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ และส่งไปที่ Short Code ที่ได้ขอเปิดไว้ ในที่นี้คือ 450660 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 รูปแบบการส่งข้อความ

4.2.2 การทดลองในส่วนของการรับข้อมูลจากผู้ให้บริการเครือข่าย

การรับข้อมูลที่ส่งมาจากผู้ให้บริการเครือข่าย จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่ ผู้ให้บริการเครือข่ายนั้นๆ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างผู้ให้บริการเครือข่ายเอไอเอส (AIS) ซึ่งจะมีรูปแบบดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงข้อมูลที่รับจากผู้ให้บริการเครือข่าย

4.2.3 การทดลองในส่วนของการส่งข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่าย

ในส่วนนี้จะแสดงการส่งข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องลูกข่ายให้ทำงานตามคำสั่งที่มีการร้องขอมา ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 9

```
<?xml version=""1.0"" encoding=""UTF-8""?>
    <XML>
            <TRANS_ID>20080715235566</TRANS_ID>
            <HOST_IP>172.21.50.152</HOST_IP>
            <CMD>SHT</CMD>
            <USR>WIE</USR>
            <PASS>SMS@d#8417</PASS>
    </XML>
```

รูปที่ 9 *การส่งข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องลูกข่าย*

5.2.4 การทดลองในส่วนของการส่งรายงานการทำงาน (SMS) ไปยังผู้ดูแลระบบ

เมื่อเครื่องแม่ข่ายได้รับข้อมูลตอบกลับจากเครื่องลูกข่ายแล้ว ก็จะทำการส่งรายงานกลับไปยังผู้ดูแลระบบ โดยมีรูปแบบดังรูปที่ 10

```
<?xml version=""1.0"" encoding=""UTF-8""?>
<XML>
<TRANS_ID>20080715235566</TRANS_ID>
<STATUS>OK</STATUS>
<DETAIL>Seccess</DETAIL>
<MESSAGE>The request - Success, System run Command SHT
</MESSAGE>
</XML>
```

รูปที่ 10 แสดงข้อมูลรายงานการทำงานไปยังเครื่องแม่ข่าย

รูปที่ 11 แสดงรายงานการทำงานบนมือถือ

5.2.5 การทดลองในส่วนขอการส่งรายงานแจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหา หรือเกิดเหตุฉุกเฉิน

เมื่อเครื่องแม่ข่ายตรวจพบว่าเครื่องลูกข่าย หรือ เซอร์วิส มีปัญหา ระบบก็จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบ โดยมีรูปแบบดังรูปที่ 12

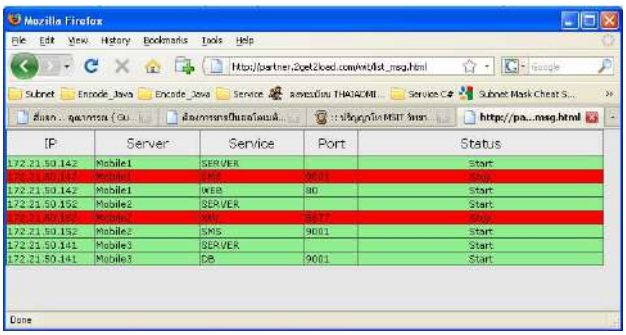
```
TRANSID=00000660797150326&CMD=DLVRMSG&FROM=450
660&TO=66815678313&CODE=SMSMKT_XX&CTYPE=UNICOD
E&CONTENT=Server 172.21.50.152 Down Or Service Database
Port xxx Down
```

รูปที่ 12 แสดงข้อมูลรายงานการแจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหา

รูปที่ 13 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อระบบมีปัญหาบนมือถือ

5.2.6 การทดลองในส่วนของการแสดงสถานะการทำงานของระบบผ่านหน้าเว็ป

เครื่องแม่ข่ายจะเป็นคนตรวจสอบระบบ ว่ามีความผิดปรกติขึ้นหรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นตัวระบบเองหรือ เซอร์วิส ซึ่งสถานะที่ตรวจสอบนี้จะทำงานทุกห้านาที และสถานะจากการตรวจสอบนี้จะโดนเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) เพื่อจะแสดงสถานะต่างของระบบบนเว็ป ทำให้สะดวกในการตรวจสอบสถานะ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงสถานะการทำงานของระบบและ เซอร์วิส

จากรูปที่ 14 จะเห็นว่าสีแดงจะแสดงระบบที่มีปัญเกิดขึ้นซึ่งจะมีการบอก ว่าเครื่อง หรือ เซอร์วิสไหนที่มีปัญหา ส่วนสีเขียวจะแสดงสถานะของระบบที่เป็นปรกติ

5. บทสรุป

จากการทดสอบระบบ การจัดการเครื่องแม่ข่ายผ่านระบบเอสเอ็มเอส สามารถทำงานได้ตามที่ ได้ออกแบบไว้ และเป็นทางเลือกให้กับผู้ดูแลระบบ ในการสั่งงาน ซึ่งลดระยะเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่าย เพิ่มการทำงานให้สะดวกมากขึ้น สามารถทำงานได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด และเป็นการใช้ประโยชน์จาก โทรศัพท์มือถือที่ทุกๆ คนใช้งานอยู่ ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด และไม่ต้องผึ้งพาคอมพิวเตอร์ในการสั่งงานเลย

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

สิ่งที่ต้องทำการปรับปรุงหรือทำการพัฒนาต่อ คือ ส่วนของการใช้งานบนมือถือซึ่งจะต้องทำการพิมพ์ที่ละตัวอักษร และจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ทำให้เสียเวลา และอาจจะเกิดการผิดพลาดในการพิมพ์ได้ ซึ่งมีวิธีการแก้ไขคือต้องเขียน แอปพลิเคชั่นบนมือถือ(Application on Mobile) ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมให้ใช้งานได้โดยไม่ต้องพิมพ์ ให้สามารถเลือกการทำงานที่ต้องการ และสามารถส่งรายงานการทำงาน (SMS) ได้ และ การแสดงสะถานะการทำงานบนมือถือ ซึ่งทั้งนี้จะทำให้ระบบมีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของกลุ่มและบุคคลหลายๆท่านด้วยกัน ขอบคุณ ดร.วรพล ลีลาเกียรติสกุล ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมารวมทั้งอาจารย์หลายๆท่านที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้สถานที่ เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในปริญญานิพนธ์คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีขอบคุณพระคุณ บิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือเอื้อเฟื้อทั้งแรงกายแรงใจเสมอมารวมถึงบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหา จัดหาเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้คำแนะนำด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] AIS Specification for SMS services Release 2.0.3

[2] AIS CDG Unified API v1.3 - Microsoft.NET Developer's Guide

[3] Pro .NET 1.1 Network Programming Second Edition Christian Nagel, Ajit Mungale,

[4] Network and Protocols Programming using C/C++ โดย นิรุธ อำนวยศิลป์

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

An Appliance of RF Module on ECUs for PWDs and Elderly

การประยุกต์ใช้งานโมดูลรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุ

ธราพงษ์ สูญราช ประกาศิต กายะสิทธิ์ พลากร นิลเขต

Tharapong.soonrach@nectec.or.th Prakasith.kayasith@nectec.or.th Phalakron.nilkhet@nectec.or.th

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอกระบวนการการถ่ายทอดเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุในชุมชน โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ทำหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถติดตั้งและดูแลรักษาได้ง่าย สำหรับงบประมาณในการดำเนินการได้รับการสนับสนุนจากองค์กรเครือข่ายของเนคเทค และองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น ส่วนการผลิตและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น ผลจากการติดตั้งระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในชุมชนนำร่อง พบว่าผู้พิการและผู้สูงอายุสามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อช่วยเหลือตัวเองในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน และลดภาระการช่วยเหลือจากผู้อื่นได้มากขึ้น

Abstract

The paper presents the transferring process of the Assistive Technology concerning Environmental Control Units (ECU) for helping person with disabilities (PWDs) and elderly in communities. The National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC) transferred technology which can be produced in low cost. Besides, it can be mounted and maintained easily. The budget was founded by local and NECTEC's network organization. The production and maintenance was operated by local academic institutes. The result is PWDs and elderly in the pilot communities can more control the electrical devices by themselves and less help from the others.

คำสำคัญ

เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก, ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุในชุมชน

1. บทนำ

เนื่องจากในชุมชนสังคมชนบทของประเทศไทยยังประกอบไปด้วยบุคคลหลายประเภทอาศัยอยู่รวมกันซึ่งประกอบไปด้วยคนวัยทำงาน(อายุ 15-59 ปี) ผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปี ขึ้นไป) ผู้พิการ และเด็ก(อายุ 0-14 ปี) ซึ่งคนส่วนใหญ่ในชุมชนชนบทจะประกอบอาชีพเกษตรกรรมและรับจ้างทั่วไปและคนวัยทำงานเมื่อออกไปทำงานหรือต้องออกไปปฏิบัติหน้าที่อื่นๆภายนอกบ้านก็จะทิ้งให้คนกลุ่มที่เหลือนั้นดำเนินชีวิตอยู่ในบ้านตามลำพังหรือปล่อยให้ดำเนินชีวิตกับกลุ่มที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ดีเท่าที่ควร เช่น ผู้สูงอายุอยู่กับเด็กหรือผู้สูงอายุอยู่กับคนพิการเป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์สุดวิสัยขึ้นมา เช่น ผู้สูงอายุหกล้ม ผู้พิการช่วยเหลือตัวเองไม่ได้หรือเด็กประสบอุบัติเหตุเป็นต้น ปัญหาเหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นมาแล้วอาจจะก็ให้เกิดความสูญเสียต่อต่อร่างกายและทรัพย์สินได้ถ้าไม่มีแนวทางแก้ไขที่ดีพอ แต่ข้อดีของชุมชนสังคมชนบทที่อาจจะใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหานี้ก็คือ ชุมชนชนบทจะเป็นสังคมที่มีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนบ้านมากกว่าสังคมเมือง เพราะฉะนั้นการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในชุมชนจะมีมากกว่า การช่วยเหลือกันในเหตุการณ์ข้างต้นจึงมีแนวทางที่จะช่วยเหลือกันได้ง่ายแต่จะต้องมีการ

เตรียมการที่ดีมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและรวดเร็วที่สุดเพื่อที่จะช่วยเหลือผู้ที่ประสบเหตุการณ์สุดวิสัยได้ทันท่วงที

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

จากสถานการณ์ทางสังคมในปัจจุบันมีผู้พิการและผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นทั้งในชุมชนเมืองและชุมชนชนบทซึ่งทั้งสองสังคมนี้มีวิถีชีวิตที่แตกต่างกัน ผู้พิการและผู้สูงอายุในชุมชนเมืองจะมีลู่ทางในการสรรหาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกและมีปัจจัยเพียงพอที่จะจัดหามาได้แต่สิ่งที่ชุมชนเมืองขาดหายไปนั่นก็คือความมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนบ้านในชุมชนเดียวกัน เพราะฉะนั้นปัญหาของผู้พิการและผู้สูงอายุในชุมชนเมืองจะเกิดขึ้นในกรณีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นกับบุคคลเหล่านี้แล้วต้องการที่จะขอความช่วยเหลือก็จะทำได้ยาก แต่ในชุมชนชนบทโอกาสที่จะใช้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกมีน้อยมาก เพราะอุปกรณ์เหล่านี้ส่วนมากมีราคาแพง แต่ในชุมชนชนบทจะมีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ซึ่งกัน เพราะฉะนั้นจากความแตกต่างของทั้งสองชุมชนจึงดึงข้อเด่นและข้อด้อยออกมา ชุมชนเมืองจะต้องมีการจัดการสร้างความตระหนักในการช่วยเหลือเพื่อนบ้าน รองลงมาจึงจัดการในเรื่องการจัดการเทคโนโลยีที่จะนำไปติดตั้งว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะชุมชนเมืองจะมีการอาศัยที่แออัดหรืออยู่แบบโดดเดี่ยว ส่วนชุมชนชนบทควรจะมีการใช้เทคโนโลยีที่มีราคาไม่สูงมากนัก เทคโนโลยีที่จะติดตั้งที่ชุมชนชนบท ควรจะเป็นแบบที่ใช้งานได้ง่าย มีความทนทานสูง และซ่อมแซมได้โดยช่างภายในชุมชน

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ได้เสนอรายงานทางสถานการณ์สังคม [1] ความก้าวหน้าการพัฒนาคนพิการ 2547 ซึ่งได้อ้างถึง พระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ 2534.ซึ่งได้จัดให้มีการฟื้นฟูสมรรถภาพในด้านการศึกษา การอาชีพ และการจัดสวัสดิการอื่นๆ รวมทั้งได้จัดทำสถิติของผู้พิการขึ้นและได้กล่าวถึงสิ่งที่ผู้พิการในประเทศไทยต้องการเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้กับคนปกติ และในปีเดียวกันคณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานผู้สูงอายุแห่งชาติ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ได้เสนอรายงานทางสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2547 [2] ซึ่งได้มีการการนำเสนอเนื้อหาสาระของรายงานโดยครอบคลุมทั้งด้านประชากรศาสตร์ สุขภาพ การศึกษาและการเรียนรู้ การทำงานกับรายได้ ที่อยู่อาศัย ครอบครัวและสังคม เพื่อให้เห็นถึงแนวทางของสังคมที่ประกอบไปด้วยผู้สูงอายุรวมอยู่ด้วยจะได้เป็นแนวทางในการที่จะจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุได้ Wolf W. von Maltzahn [3] ได้นำเสนอ Environment Control Units (ECU's) ซึ่งสร้างขึ้นมาจากอุปกรณ์ที่มีราคาถูกใช้หลักการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์แบบพื้นฐานเพื่อที่จะให้เข้าถึงผู้ใช้งานที่เป็นผู้พิการได้ ECU's ที่สร้างขึ้นมานี้ใช้หลักการของคลื่นอินฟราเรดโดยใช้ภาคส่งเป็นแบบ Scanning Mode เพื่อให้รับการควบคุมมาจากสวิตช์เลือกเพียงอันเดียวแต่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้หลายตัว Frank G. Miskelly [4] ได้กล่าวถึงการใช้ Assistive Technology สำหรับผู้สูงอายุว่าจะต้องมีเครื่องมือในการเตือนให้ระวังในเรื่องของการขอความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุกับผู้สูงอายุได้ ซึ่งเครื่องมือที่จะช่วยอำนวยความสะดวกและสร้างความปลอดภัยเหล่านี้ก็คือ Video Monitoring, Remote Health Monitoring, Electronic Sensors, Fall Detection, Door Monitoring และ Bed Alerts เป็นต้น Ability Research Centre ได้นำเสนอ Environment Control Systems (ECS) ที่เหมาะสำหรับใช้งานกับผู้พิการที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวตัวเองได้ ซึ่งได้นำเสนออุปกรณ์ที่มีความหลากหลายในการใช้งาน เช่น การใช้ Infra red, X-10 และ RF มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ และนำมาปรับปรุงเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกให้ได้หลากหลายเช่น เครื่องควบคุมที่ติดตั้งอยู่กับรถเข็นหรืออยู่บนเตียงนอน ระบบที่สามารถควบคุมโดยระบบ Scanning ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ปุ่มกดเพียงปุ่มเดียวและระบบที่แสดงผลบนหน้าจอหรือแสดงผลออกเป็นเสียงเพื่อใช้

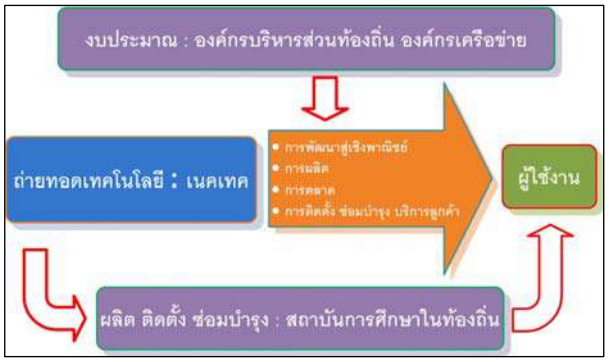
ควบคุม เป็นต้น ซึ่งจากเครื่องมือที่กล่าวมาข้างต้นยังมีแนวทางอีกหลายทางในการเลือกเทคโนโลยีเพื่อนำอุปกรณ์ไปติดตั้งและให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมให้มากที่สุด

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถผลิตตลอดจนติดตั้งและซ่อมแซมเองได้ภายในชุมชน โดยมีองค์กรหลักอยู่ 3 กลุ่มที่ทำหน้าที่ช่วยผลักดัน คือ

- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เป็นผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี
- องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น และองค์การเครือข่ายของ NECTEC เป็นผู้จัดการงบประมาณในการจัดทำ
- สถาบันการศึกษาภายในท้องถิ่น เป็นผู้ผลิต ติดตั้งและซ่อมแซม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากกระบวนการนี้ คือ ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะแบ่งจากการทำงานหลักๆ อยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินสำหรับชุมชน ถ้าหากรวมองค์กรที่มีหน้าที่รับผิดชอบทั้ง 3 ส่วนหลักๆแล้วก็จะสามารถที่จะผลิตผลงานออกมาและให้ชุมชนสามารถอยู่ได้ด้วยตนเองบริหารจัดการเองภายในชุมชนโดยพึ่งพาภายนอกให้น้อยที่สุด



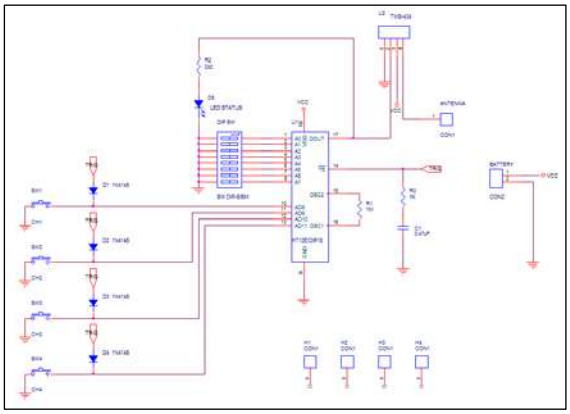
รูปที่ 1 กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับชุมชน

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบเชิงวิศวกรรม

ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับชุมชนสามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ 2 ชุดหลักๆคือ

1. ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านคลื่นสัญญาณวิทยุรีโมทคอนโทรล 1:4
2. ชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินสำหรับชุมชน

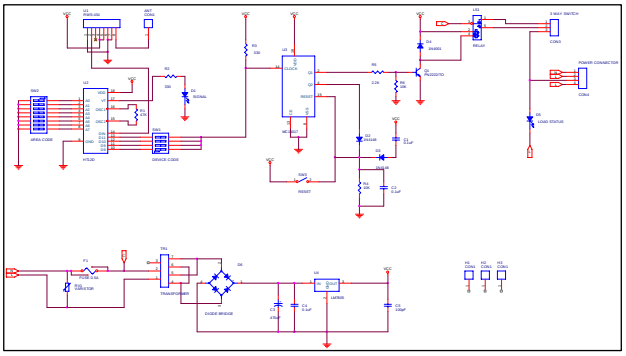
ซึ่งทั้งสองแบบจะสามารถแบ่งการทำงานเป็น 2 แบบหลักๆคือ ภาคส่ง(รีโมทคอนโทรล) และภาครับ



รูปที่ 2 วงจรภาคส่งชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านคลื่นสัญญาณวิทยุรีโมทคอนโทรล 1:4

ภาคส่ง (รีโมทคอนโทรล) จะใช้ไอซี HT12E ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ Encoder จะมีสวิตช์จำนวน 4 อันด้วยกันทำหน้าที่เป็นตัวเลือกการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า 4 อย่างซึ่งทำงานโดยอิสระต่อกัน HT12E นั้นจะมีขา A0, A2, A3, A4, A5, A6 และ A7 ที่เอาไว้ทำหน้าที่เป็นตัวบอกถึง Address ของสัญญาณที่จะทำการ Encode ซึ่งต่ออยู่กับ Dip Switch แบบ 8 สวิตช์ มีหน้าที่ในการตั้งค่าเพื่อต้องการที่จะไม่ให้เกิดการรบกวนกันของสัญญาณในกรณีที่มีตัวส่งหลายตัว สวิตช์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละตัวนั้นจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของขา Address/Data ซึ่งในต้นแบบนี้จะเลือกใช้ขาแต่ละขาเป็นตัวเลือกสั่งงานส่งไปยังภาครับสัญญาณแต่ละตัว ซึ่งทั้ง 4 ขาจะทำงานสั่งงานแยกอิสระต่อกัน ทำงานร่วมกับขา Transmission Enable ซึ่งเป็นขาที่เป็นตัวกระตุ้นการส่งสัญญาณ Encode ออกไปโดยในการ

ทำงานนั้นจะมีปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสของสวิตช์ซึ่งเมื่อกดอาจจะแตะไม่สนิท จึงต้องใช้แนวทางแก้ไขคือต่อตัวเก็บประจุค่า 0.47uF และตัวต้านทานค่า 1kΩ เพื่อชดเชยระดับสัญญาณที่อาจจะไม่ถึงค่าที่กำหนดไว้ที่จะสามารถสั่งให้ขา Address/Data ทำงานได้ ซึ่งทั้ง 2 ขานั้นจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน HT12E จะใช้ตัวต้านทานที่ต่อไว้เพื่อทำหน้าที่เป็น Oscillator จากการออกแบบในต้นแบบนี้จะใช้ค่าความถี่ Oscillator ที่ 3kHz ใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 9Volt แลใช้ค่าความต้านทานที่ค่า 1MΩ ขา DOUT จะเป็นขาที่ส่งสัญญาณจาก HT12E ไปยังขา 2 ของ TWS-BS-3 (433.92MHz) ซึ่งเป็นขา Data In ซึ่งจะทำหน้าที่รับค่าและส่งออกไปเป็นคลื่น RF ที่ความถี่ 433.92MHz เพื่อที่จะส่งสัญญาณออกผ่านทางสายอากาศ (Antenna) สายอากาศนี้จะถูกออกแบบให้อยู่บนแผ่นวงจรโดยกำหนดให้มีความยาว 7 เซนติเมตร แหล่งจ่ายไฟของวงจรนั้นได้มาจากแบตเตอรี่แบบแห้งแรงดัน 9V รีโมทคอนโทรลนี้สามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 3 ช่องสัญญาณและสามารถควบคุมชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินได้ 1 ช่องสัญญาณ ส่วนภาคส่งของชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินนั้นก็จะใช้หลักการเดียวกันแต่จะใช้สวิตช์เพียง 1 ตัวเพื่อสั่งงานไปยังภาครับโดยจะใช้แค่ขา AD11 เท่านั้นการทำงานและได้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12V เพื่อให้เพิ่มอัตราการส่งชดเชยกับขนาดสายอากาศที่เล็กในส่วนอื่นๆจะเหมือนกันและออกแบบให้รีโมทมีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถพกพาได้สะดวก



รูปที่ 3 วงจรภาครับชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านคลื่นวิทยุรีโมทคอนโทรล 1:4

ภาครับจะมี RWS-374-6 (433.92MHz) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณมาจากภาคส่งโดยส่งผ่านมายังสายอากาศที่ถูกออกแบบอยู่บนลายทองแดงอยู่บนวงจรมีความยาว 30 เซนติเมตร แล้วส่งสัญญาณที่ได้รับมานั้นออกมาที่ขา 2 (Digital Output) ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลที่เป็นตัวบ่งบอกถึงช่องสัญญาณที่ได้รับมาตามกำหนดที่ได้มาจาก RWS-374-6 (433.92MHz) ไปที่ HT12D (2^{12} Series of Decoders) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ Decoder สัญญาณแล้วนำสัญญาณที่ได้รับมานี้ซึ่งต่อผ่านขา 14 (DIN) ซึ่งเป็นขา Data In ซึ่ง HT12D นี้ก็จะมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้สอดคล้องกับ HT12E ของภาคส่งด้วยโดยที่ ค่า R_{osc} ซึ่งในที่นี่ได้เลือกใช้ค่า R 47KΩ ซึ่งเป็นค่า Oscillator ที่ได้มาจากความสัมพันธ์ของ f_{osc} และ VDD ซึ่งใช้ค่าแรงดัน 5V ส่วนขา A0-A7 เป็นขา Address จะทำงานในสถานะ Active Low ทำหน้าที่ในการตั้งค่า Address ของวงจรนั้นก็ให้มีการตั้งค่าของแต่ละ bits ให้มีค่าแตกต่างกันและให้สอดคล้องกับภาคส่งซึ่งจะถูกต่อกับ Dip Switch แบบ 8 bits เพื่อทำหน้าที่ในการตั้งค่า Address ของภาครับ เพราะฉะนั้นภาครับแต่ละตัวก็จะมีค่าที่ตั้งไว้เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจากภาคส่งและไม่เกิดการรบกวนกันของแต่ละช่องสัญญาณ ซึ่งสามารถตั้งค่าได้สูงสุดได้ 2^8 bits เหมือนกับ HT12E ขา D8-D11 เป็นขา Output Data ทำงานในสถานะ Active Low จะทำหน้าที่เป็นขาส่งสัญญาณซึ่งมีการแบ่งแยกช่องสัญญาณไปในแต่ละขาเป็นจำนวน 4 ช่องสัญญาณ ในกรณีที่เราต่อภาคส่งเป็นดังที่กล่าวมาข้างต้นจะทำให้ภาครับของเรานี้ให้สัญญาณออกมาที่ขา Output Data เป็นสถานะ High ตลอดเวลาคือมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับวงจรพอมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่งก็จะมีสถานะเป็น Low คือมีค่าเท่ากับ 0 โวลท์เฉพาะช่วงเวลาที่เรากดสวิตช์จากภาคส่งจากสัญญาณที่ได้รับมาจาก Output Data ซึ่งสถานะปรกติจะถูกส่งมาเป็น Active High ค้างไว้เสมอและเมื่อกดสวิตช์เพื่อต้องการให้ทำงานก็จะเปลี่ยนสถานะเป็น Active Low จากการทำงานเป็น Toggle แบบนี้จึงต้องใช้ MC14017 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ Toggle

สัญญาณที่รับเข้ามาต่อเข้าที่ขา Clock แล้วส่งออกไปที่ขา Q1 เพื่อป้อนสัญญาณเพื่อนำไปควบคุม Relay ต่อไป ส่วนขา Q2 นั้นจะถูกต่อให้กับขา Reset เพื่อเป็นการป้อนกลับสัญญาณในช่วงสถานะต่อไปเพื่อทำการ Reset การทำงานและนอกจากนี้ขา Reset ยังมีการต่อกับสวิตช์ Reset แบบ Manual เมื่อได้สัญญาณจาก MC14017 มาแล้วนั้นก็จะส่งสัญญาณผ่านเข้ามาขับทรานซิสเตอร์ PN2222 เพื่อที่จะขับ Relay ให้ทำงานในการควบคุมแรงดัน 220 โวลท์เพื่อที่จะนำไปจ่ายให้กับโหลดต่อไปโดยผ่านสวิตช์ไฟฟ้าแบบสามทางเพื่อเป็นการเลือกทำงานระหว่างการทำงานผ่านการควบคุมของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการทำงานของสวิตช์สามทางโดยวิธีการนี้จะสามารถทำให้ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งแยกอิสระต่อกันและสามารถเลือกทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งได้ในกรณีที่ตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา ภาครับนี้สามารถนำไปติดตั้งแทนสวิตช์ไฟฟ้าทั่วๆไปได้โดยไม่ทำให้ระบบไฟฟ้าเดิมของบ้านเสียหาย ในภาครับของชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินนั้นจะนำสัญญาณจาก HT12E ไปขับ Timer เพื่อเป็นตัวจำกัดเวลาในการทำงานของไซเรนและไฟแฟลชซึ่งเป็นตัวแจ้งเหตุฉุกเฉินได้ ซึ่งไซเรนและไฟแฟลชจะถูกติดตั้งไว้ที่หน้าบ้านหรือจุดที่เพื่อนบ้านสามารถสังเกตเห็นสัญญาณได้และเข้าช่วยเหลือได้ทันท่วงที

รูปที่ 4 ต้นแบบชุดแจ้งเหตุฉุกเฉินสำหรับชุมชน

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับชุมชนที่จัดทำขึ้นมานี้ได้นำไปใช้งานทั้งในชุมชนชนบทและชุมชนเมืองซึ่งเมื่อนำไปติดตั้งและใช้งานจริงได้พบปัญหาซึ่งปัญหาที่พบในชุมชนชนบทคือ สภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่มีความไม่แน่นอนและอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อภาครับได้และเมื่อเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตก (หรือเมื่อเกิดไฟฟ้าดับและกลับมาทำงานใหม่) จะทำให้เกิดปัญหาระบบทำงานขึ้นมาทันทีทำให้เกิดความผิดพลาดในการควบคุมการทำงานของภาครับ โดยเฉพาะภาครับที่ต่อเข้ากับระบบเตือนภัย ระบบจะทำงานขึ้นมาเอง แนวทางการแก้ไขคือจัดระบบการติดตั้งสายไฟฟ้าและสวิตช์สามทางให้มีรูปแบบที่ง่ายและมีความปลอดภัยมากที่สุดโดยไม่ทำให้ระบบไฟฟ้าเดิมเสียหายและจัดทำส่วนการทำงาน Power on Reset เพิ่มเติมเข้าไปในต้นแบบเพื่อขจัดปัญหาอุปกรณ์ทำงานขึ้นมาเอง ส่วนในชุมชนเมืองนั้นที่พักอาศัยส่วนใหญ่จะเป็นห้องซึ่งเป็นกำแพงกั้นหลายๆชั้นปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือการรับส่งสัญญาณถูกขวางโดยกำแพงห้องจึงทำให้โดนลดทอนสัญญาณและมีสัญญาณรบกวนจากภายนอก แนวทางการแก้ไขคือ เพิ่มเติมคุณสมบัติภาคส่งให้มีการส่งสัญญาณในการกดปุ่ม 1 ครั้งจะมีการส่งสัญญาณซ้ำ 25 ครั้งใน 0.5 วินาที และการพัฒนาอุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Repeater) เพื่อใช้ในการเพิ่มระยะการทำงานของอุปกรณ์หรือเพื่อติดตั้งเพื่อแก้ปัญหาในบริเวณที่มีจุดอับสัญญาณ ออกแบบระบบกรองสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ และติดตั้งอุปกรณ์ในจุดที่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกให้น้อยที่สุด

5. การทดสอบและประเมินผลการใช้งาน

จากการทดสอบการใช้งานของต้นแบบซึ่งได้เลือกติดตั้งในชุมชนชนบทและชุมชนเมืองเพื่อทำการทดสอบให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละชุมชนว่ามีจุดที่ต้องแก้ไขอย่างไรบ้างแล้วนำข้อบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุงต้นแบบให้มีความสมบูรณ์และให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละชุมชน ซึ่งสามารถสรุปชุมชนที่ติดตั้งได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับชุมชนที่ติดตั้งในชุมชนชนบทและชุมชนเมือง

ชุมชน	สถานที่ติดตั้ง	การติดตั้ง
1	บ้านคุณสมพงษ์ รักโคตร จ.อุบลราชธานี (อัมพาตครึ่งท่อนล่าง ใช้รถ wheelchair)	ติดตั้งตามโครงการ "การดูแลคนพิการโดยชุมชน" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
2	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการบ้านทองพูนเผ่าพนัส จ.อุบลราชธานี (ติดตั้งเป็นชุดสาธิตและทดสอบ)	ติดตั้งตามโครงการ "การดูแลคนพิการโดยชุมชน" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
3	บ้านคุณปรีชา ทับบุรี จ.ชัยนาท (อัมพาตครึ่งท่อนล่าง ใช้รถ wheelchair, มารดาสูงอายุเป็นอัมพาตครึ่งซีกด้านซ้าย)	ติดตั้งตามโครงการ "การดูแลคนพิการโดยชุมชน" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
4	ห้องพักเพื่อดำเนินชีวิตอิสระ ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ (ติดตั้งเป็นชุดสาธิต และทดสอบ)	ความร่วมมือการทำวิจัยเพื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม
5	ชุมชนนำร่อง อบต.หนองน้ำใส อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา (ผู้สูงอายุเคลื่อนไหวไม่สะดวก)	ติดตั้งตามโครงการ "การดูแลคนพิการโดยชุมชน" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
6	ชุมชนนำร่อง อบต.เมืองเก่า อ.เมือง จ.ขอนแก่น (2 หลัง, ผู้สูงอายุเคลื่อนไหวไม่สะดวก)	ติดตั้งตามโครงการ "เมืองน่าอยู่" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
7	ชุมชนนำร่อง อบต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น (3 หลัง, อัมพาตและผู้สูงอายุ)	ติดตั้งตามโครงการ "เมืองน่าอยู่" (ความร่วมมือกับกระทรวง พม.)
8	บ้านของคุณภาณุมาศ สุขอัมพร (อัมพาตครึ่งท่อนล่าง ใช้รถ wheelchair)	ความร่วมมือการทำวิจัยเพื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม
9	บ้านคุณนุสรา เจ้าหน้าที่ รพ.ศูนย์ขอนแก่น (โปลิโอใช้ไม้ค้ำยันอยู่กับพี่สาวสูงอายุที่เป็นโรคหัวใจ)	ความร่วมมือการทำวิจัยเพื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม
10	ห้องวิถีชีวิตอิสระ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า (ติดตั้งเป็นชุดสาธิต และทดสอบ)	ความร่วมมือการทำวิจัยเพื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม

6. บทสรุป

จากการที่ได้จัดทำชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับชุมชนและได้ลองไปทดสอบทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานสามารถทำให้ได้ข้อสรุปออกมาได้ว่า ในการใช้งานในชุมชนชนบทนั้นผู้ใช้ไม่ต้องการเทคโนโลยีที่สูงมากนัก แต่ต้องการแต่เทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอิสระได้โดยพึ่งพาผู้อื่นให้น้อยที่สุด ราคาถูกและสามารถดูแลรักษาได้ง่ายภายในชุมชน แต่ต้องมีการปรับปรุงในการติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ้านเพื่อเพิ่มความปลอดภัยทั้งตัวอุปกรณ์และผู้ใช้เอง ส่วนในสังคมเมืองนั้นต้องการเทคโนโลยีที่อาจจะสูงขึ้นมาซึ่งอาจจะมีการเพิ่มคุณสมบัติพิเศษบางอย่างขึ้นมาเช่น ระบบ Scanning หรือ ระบบ Repeater และรูปลักษณ์ที่สวยงาม นอกจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีแล้วยังต้องมีการพัฒนาทางด้านสังคมคือการปลุกจิตสำนึกให้ผู้ที่มีส่วนร่วมมาร่วมมือกันด้วย จากเหตุผลเหล่านี้ทำให้เป็นแนวทางในการพัฒนาของทางผู้วิจัยต่อไป

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

จากทดลองนำไปใช้งานจริงในชุมชนสิ่งที่ต้องพัฒนาต่อไปคือการแจ้งเหตุฉุกเฉินผ่านเครือข่ายโทรศัพท์บ้านและเครือข่ายโทรศัพท์มือถือไปยังศูนย์กู้ชีพท้องถิ่น เช่น หน่วยกู้ชีพนเรนทร (หมายเลขโทรศัพท์ 1669) และหาเครือข่ายในการผลิต พัฒนา ติดตั้ง และซ่อมบำรุงภายในชุมชนให้มากกว่านี้เพื่อให้ชุมชนสามารถอยู่ด้วยตนเองได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบคุณกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลในการติดต่อประสานงานกับชมชนนำร่อง ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้ห้อง Indipending Living ในการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการทดสอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, “ความก้าวหน้าการพัมนาคนพิการ 2547”, รายงานสถานการณ์ทางสังคม, ปีที่1, ฉบับที่4, 2547.

[2] กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, “สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ.2547”, 2547.

[3] Wolf W. von Maltzahn, Maithil Daphtary, and ichard L. Roa, “Usage Patterns of Environmental Control Units by Severely Disabled Individuals in Their Homes”, IEEE Transection on Rehabilitation Enginering, Vol.3, No.2, June 1995.

[4] Frank G. Mskelly, “Assistive technology in elderly care”, Age and Ageing, Vol.30, 2001, pp.455-458.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Blognone: กรณีศึกษาการสร้างชุมชนออนไลน์ด้วยซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส

วสันต์ ลิ่วลมไพศาล
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fengwsls@ku.ac.th

อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ์
สยามอินเทลลิเจนซ์ยูนิต
markpeak@siamintelligence.com

บทคัดย่อ

การรวบรวมความรู้จากคนจำนวนมากนับเป็นความท้าทายอย่างหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ต ความสำเร็จของการรวมรวบนี้ทำให้เกิดเว็บไซต์เช่น Wikipedia สามารถสร้างชุมชนขนาดใหญ่เพื่อร่วมแบ่งปันความรู้ขึ้นมาได้นับเป็นความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของโลกยุคใหม่ รายงานฉบับนี้นำเสนอเว็บไซต์ Blognone เว็บเพื่อการรายงานข่าวสารด้านเทคโนโลยี โครงสร้างของ Blognone ได้รับการดัดแปลงจากแนวทางการเขียนบล็อก ซอฟต์แวร์ภายในเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และสามารถปรับแต่งได้อย่างอิสระ ทุกวันนี้ Blognone มีผู้เข้าชมเป็นจำนวนมาก และข้อมูลส่วนใหญ่บนเว็บได้รับจากชุมชนที่รู้จักกันผ่านโลกออนไลน์

Abstract

Knowledge harvesting from massive crowd in the Internet is one of the most challenged issue. Popular website like Wikipedia has been successfully overcome this issue and make the world changed permanently. This paper presents a Thai website called Blognone which is a blog-liked website for reporting news and distribute articles in computer and technology domain. Blognone utilize opensource software to enable the community extensively. Nowadays, Blognone is quite popular and most of its contents are came from the online community.

คำสำคัญ

Social Networks, Blog, Knowledge Harvesting, Internet, Citizen Media

1. บทนำ

กระแส Web 2.0 [1] นับเป็นความเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสังคมออนไลน์เป็นอย่างมาก การแบ่งปันข้อมูลข่าวสารและความรู้ได้กลายเป็นเรื่องปรกติในโลกอินเทอร์เน็ต นับแต่ การเขียนบล็อก (Blog) เพื่อเล่าเรื่องราวต่างๆ ที่แต่ละคนพบเจอตลอดจนความรู้ต่างๆ

รูปภาพ 1 หน้าจอเริ่มต้นของ Blognone.com

ความเปลี่ยนครั้งใหญ่ที่สุดครั้งหนึ่งของอินเทอร์เน็ตคือ วิกิพีเดีย (Wikipedia [2]) เว็บไซต์สารานุกรมที่เปิดให้คนจำนวนมากเข้าไปแก้ไขดัดแปลงเนื้อหาทั้งหมดบนเว็บได้โดยไม่ต้องมีการพิสูจน์ตัวตนเช่นสารานุกรมแบบเดิม แต่อาศัยการตรวจสอบความถูกต้องจากสมาชิกคนอื่นๆ ที่สามารถติดตามความเปลี่ยนแปลงของวิกิพีเดียได้ตลอดเวลา แม้ว่าจะมีความน่ากังวลเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของวิกิพีเดียเอง [3] แต่ปริมาณข้อมูลกว่า 2.6 ล้านบทความ [2] ก็ทำให้ปฏิเสธไม่ได้ว่าความสำคัญและผลกระทบของการร่วมมือออนไลน์ในปริมาณมากๆ เช่นนี้กำลังเข้ามามีบทบาทในการจัดการความรู้อย่างมาก

ความร่วมมือในโลกออนไลน์ยังคงมีอย่างหลากหลาย เว็บไซต์ Slashdot [4] อาศัยความร่วมมือของสมาชิกจำนวนมาก มาช่วยกันสรุปเนื้อหาข่าวจากที่ต่างๆ มาเป็นบทคัดย่อสั้นๆ แล้วเสนอให้ผู้ดูแลเว็บนำเนื้อหานั้นขึ้นแสดงต่อคนทั่วไป Slashdot มีข้อได้เปรียบที่มีความเร็วในการนำเสนอ ทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการพูดคุยภายประเด็นต่างๆ ในเว็บจำนวน

มาก หลายครั้งที่มีผู้บริหารของบริษัทซอฟต์แวร์ใหญ่ๆ เช่น MySQL AB เข้ามาร่วมตอบข้อสงสัยให้กับชุมชนด้วยตัวเอง เว็บที่ได้รับความนิยมสูงมากเช่น Digg [5] อาศัยแนวทางคล้ายกัน Slashdot แต่แทนที่จะอาศัยทีมงานเป็นผู้คัดกรองเนื้อหาที่ถูกส่งเข้ามา Digg อาศัยการโหวตจากผู้ใช้จำนวนมากเพื่อให้เนื้อหาถูกนำขึ้นเว็บ ผลที่ได้คือระบบการคัดกรองเนื้อหาอัตโนมัติที่มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง

ข้อดีของพลังมหาชนในการดำเนินการนี้ คือการที่เว็บสามารถดำเนินการไปได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องมีทีมงานมาดูและตลอดเวลา เว็บไซต์โดยทั่วไปแล้วต้องการผู้ดูแลที่จะเป็นผู้ตัดสินใจว่าเนื้อหาใดจะถูกนำขึ้นเว็บ เนื้อหาใดต้องได้รับการแก้ไข แต่แนวทางการใช้แรงงานเพียงเล็กน้อยจากคนจำนวนมาก ทำให้เว็บไม่ขึ้นกับคนไม่กี่คน และตัวเว็บสามารถทำงานไปได้แม้ผู้ดูแลหลักจะไม่ได้เข้ามาดูแล

วิกิพีเดียนั้นอาศัยคนจำนวนมากมาคัดกรองเนื้อหาที่จะใช้งานในเว็บ โดยอาศัยเมื่อมีผู้ใช้ที่ใส่เนื้อหาที่อาจจะไม่ตรงกับนโยบายของวิกิพีเดีย หรือข้อมูลผิดพลาด วิกิพีเดียหวังว่าผู้ใช้ผู้อื่นจะเข้ามาตรวจสอบความผิดพลาดนั้นๆ และแก้ไขหรือยกเลิกการแก้ไขนั้นๆ ไปเสีย มีการศึกษากระบวนการเช่นนี้แล้วพบว่าคุณภาพของเนื้อหาที่ได้รับนั้นไม่แตกต่างไปจากกระบวนการสร้างสารานุกรมแบบเดิมๆ ซึ่งอาศัยกองบรรณาธิการและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องมากนัก [6]

นอกจากการร่วมมือกันสร้างเนื้อหาแล้ว Web 2.0 ยังก่อให้เกิดการสร้างเนื้อหาอย่างอิสระจากนักเขียนรายบุคคลที่รู้จักกันว่าบล็อก (Blog) [7] การเขียนบล็อกนั้นไม่มีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องใดๆ เลย นอกจากชื่อเสียงของบล็อกเองที่เจ้าของบล็อกมักพยายามใส่เนื้อหาที่ดีเพื่อสร้างความยอมรับ หรือเป็นการแสดงตัวตนให้คนอื่นได้รับรู้

ความแตกต่างของบล็อกกับเว็บโดยทั่วไปนั้นแบ่งได้เป็นสองส่วน ส่วนแรกคือการเผยแพร่ข้อมูลที่ไม่มีการตรวจสอบเพิ่มเติมจากคนอื่นๆ นอกจากเจ้าของบล็อกเองเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งบล็อกนั้นมักจะมีการจัดข้อมูลให้เข้าถึงได้โดยง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยเนื้อหาบทความทั้งหมด มักอ่านได้โ ดยไม่ต้องคลิกเพิ่มเติมแต่อย่างใด อีกทั้งยังมีความพยายามที่จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้อ่าน ที่จะสามารถอ่านจากช่องทางอื่นๆ นอกจากเว็บได้ โดยซอฟต์แวร์อ่านเอกสารในฟอร์แมต RSS และ ATOM [8]

แม้ว่าจะขาดกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเนื้อหาที่ชัดเจน แต่บล็อกก็นับเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญขึ้นเ รื่อยๆ ในอินเทอร์เน็ต เว็บผู้ให้บริการบล็อกเช่น Blogger นั้นประมาณการกันว่ามีผู้เข้าชมเนื้อหามากถึง 222 ล้านคนในปี 2551 จากการสำรวจของ comScore [9]

เว็บชุมชนในโลกอินเทอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมจำนวนมากกำลังหันมาใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง วิกิพีเดียเองนั้นอาศัยซอฟต์แวร์ Mediawiki ซึ่งเป็นโอเพนซอร์สที่สร้างขึ้นบนฐานของภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL เมื่อใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ หรือที่เรียกว่า LAMP Stack [10] ก็จะได้ระบบที่ครบถ้วนโดยไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับซอฟต์แวร์นอกเหนือไปจากค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงและซ่อมบำรุง

นอกเหนือจากวิกิพีเดียแล้ว ชุมชนจำนวนมากก็ยังอาศัยแนวทางเดียวกัน ชุมชนเช่น Slashdot อาศัยซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นเป็นการเฉพาะ แต่เปิดซอร์สให้ชุมชนเข้าถึง นำไปใช้งานตลอดจนดัดแปลงได้อย่างอิสระ

รายงานฉบับนี้รายงานถึงการออกแบบแนวทางการจัดการชุมชน และผลสัมฤทธิ์ของเว็ บไซต์ที่มีชื่อว่า Blognone [รูปภาพ 1] โดย Blognone เป็นเว็บที่มีจุดประสงค์หลักเพื่อการรายงานข่าวสารเทคโนโลยีต่างๆ จากผู้ใช้ในรูปแบบภาษาไทย นับแต่การก่อตั้งในปี 2004 ชุมชน Blognone เติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งผู้อ่านและผู้เขียน ช่วยสร้างเนื้อหาในเว็บกว่าหนึ่งหมื่นรายการ และมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ

ส่วนต่อๆ ไปในรายงานฉบับนี้แบ่งได้ดังนี้ ส่วนที่ 2 เป็นการเล่าถึงประวัติการก่อตั้ง และปัญหาในระบบสื่อในยุคปัจจุบัน ส่วนที่ 3 อธิบายถึงการออกแบบชุมชน กระบวนการต่างๆ ภายในเว็บ ส่วนที่ 4 สรุปตัวเลขภาพรวมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสองปีที่ผ่านมา และส่วนสุดท้ายเป็นการอภิปรายถึงปัญหาที่ยังพบในปัจจุบัน และแนวทางความเปลี่ยนแปลงของ Blognone ตลอดจนการทำเว็บในรูปแบบเดียวกันในอนาคต

2. ประวัติ Blognone

Blognone ก่อตั้งขึ้นตั้งแต่วันที่ 27 สิงหาคม 2547 โดยนายวสันต์ ลิ่วลมไพศาล และ อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ์ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อสร้างแหล่งข่าวสารที่มีความเร็วสูง แต่ยังมีรายละเอียดต่างๆ เพียงพอที่จะให้ผู้สนใจสามารถหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับข่าวนั้นๆ ได้

เนื่องด้วยงบประมาณที่มีไม่มากนัก ช่วงปีแรกของก ารก่อตั้ง Blognone จึงใช้บริการรับฝากเว็บแบบแชร์ทรัพยากรกับเว็บอื่นๆ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายรายปีที่ค่อนข้างต่ำ และอาศัยซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สชื่อ Wordpress [11] เป็นระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บ เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่ใช้งานง่าย

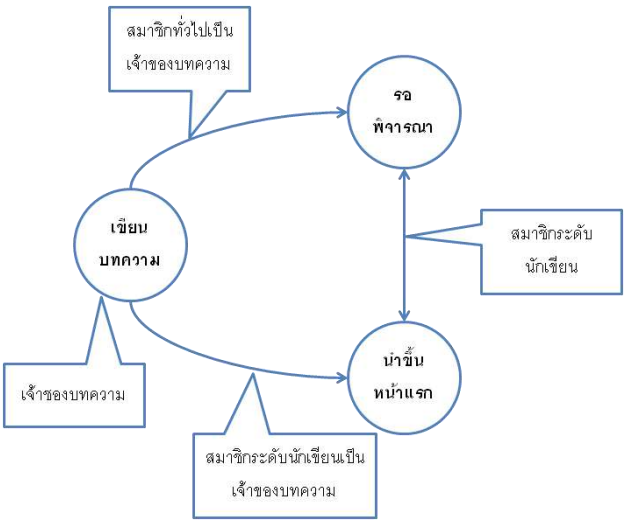
การดำเนินการในช่วงแรกมีนั้นมีระดับการเข้าใช้งานค่อนข้างน้อย จำนวนคนเข้าใช้ทั้งต่อวันต่ำกว่าหนึ่งร้อยคน และไม่มีการสร้างเนื้อหาจากผู้ใช้อื่นนอกจากทีมงานเท่านั้น การแสดงความเห็นในแต่ละข่าวนั้นมีปริมาณต่ำกว่า 3 ข้อความต่อหนึ่งข่าว ปัญหาการมีส่วนร่วมต่ำในช่วงเริ่มต้นนี้เป็นเช่นปัญหาที่คาดการไว้ล่วงหน้า เนื่องจากเป็นเรื่องปรกติของระบบจัดการความรู้โดยทั่วไป [16]

ต่อมาในปี 2005 เนื่องจากปริมาณผู้ใช้งานที่มากขึ้นเรื่อยๆ ประกอบกับการย้ายเซิร์ฟเวอร์รับฝากเว็บ ทาง Blognone จึงเปลี่ยนไปใช้งานระบบจัดการข้อมูล Drupal[12] ที่มีความสามารถในการจัดการผู้ใช้ได้ซับซ้อนกว่า Wordpress มาก การเปลี่ยนแปลงครั้งนั้นทำให้มีการเปลี่ ยนแปลงโครงสร้างภายในไปอีกครั้ง โดยเรียกว่า Blognone 2.0

นับแต่ 8 กรกฎาคม 2549 เป็นต้นมา Blognone อาศัยโครงสร้างภายในรุ่น 2.1 ที่ได้รับการออกแบบให้สมาชิกมีส่วนร่วมได้โดยง่าย ขณะที่คุณภาพเนื้อหาของชุมชนได้รับการตรวจสอบพอสมควรแล้ว Blognone 2.1 จะได้รับการเสนอรายละเอียดในส่วนที่ 3 ของรายงานนี้

3. การออกแบบและกระบวนการ

การออกแบบโครงสร้างของ Blognone นั้นถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนคือการออกแบบโครงสร้างชุมชน , การออกแบบซอฟต์แวร์, และการกระจายข้อมูลเข้าถึงผู้อ่าน ทั้งสาม ส่วนอธิบายไว้ในส่วนย่อยต่อไป



รูปภาพ 2 โครงสร้างการส่งบทความเข้า Blognone

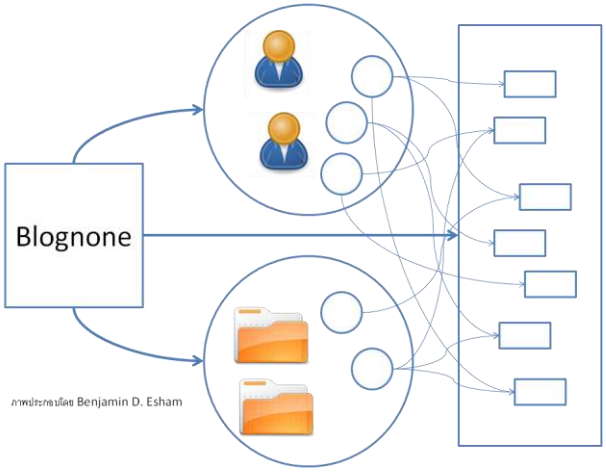
3.1 การออกแบบชุมชน

ขณะที่สื่อทั่วอาศัยขั้นตอนจำนวนมากในการควบคุมคุณภาพผ่านทางทีมงานบรรณาธิการ สื่อออนไลน์มักใช้กระบวนการที่ง่ายกว่ามาก เช่น การตรวจสอบจากจากสมาชิกคนอื่นๆ หลังจากที่มีการเผยแพร่เนื้อหานั้นไปก่อนหน้าแล้ว [2], การอาศัยการตรวจสอบจากบุคคลอื่นๆ จากทีมงานเพียงหนึ่งหรือสองคน [4], หรือการตรวจสอบจากมวลชนโดยให้คนจำนวนมากลงคะแนนโหวตว่าเนื้อหาใดควรได้รับการเผยแพร่[5] แม้จะมีความเสี่ยงว่าจะมีความผิดพลาดของเนื้อหาได้ง่ายกว่า แต่การมีส่วนร่วมเป็นจำนวนมากๆ ก็สามารถช่วยให้เนื้อหาโดยรวมนั้นครบถ้วนและถูกต้องได้[6]

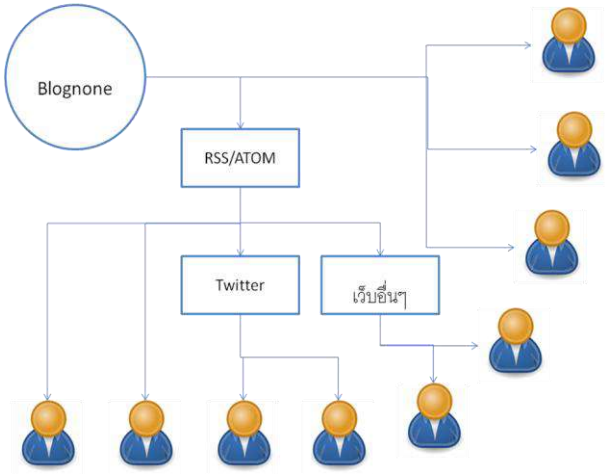
Blognone ถูกออกแบบให้มีแนวทางระหว่างการสร้างเนื้อหาด้วยชุมชนอย่างเต็มรูปแบบเช่นวิกิพีเดีย โดยอาศัยการแบ่งระดับสมาชิกออกเป็นสองระดับคือ นักเขียน และสมาชิกทั่วไป แล้วกำหนดให้นักเขียนนั้นสามารถนำบทความออกเผยแพร่เป็นวงกว้างได้ทันทีโดยไม่มีการตรวจสอบเพิ่มเติมใดๆ และสมาชิกทั่วไปที่สมัครได้ผ่านทางระบบอัตโนมัตินั้นสามารถเขียนบทความได้เช่นกันแต่ต้องผ่านการพิจารณาจากสมาชิกระดับนักเขียนก่อน [รูปภาพ 2]

3.2 ระบบซอฟต์แวร์

แม้ว่าซอฟต์แวร์จะเป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของโครงสร้างชุมชนออนไลน์ แต่การดำเนินการของชุมชนก็ต้องอาศัยซอฟต์แวร์เพื่อทำให้โครงสร้างที่ออกแบบไว้เป็นไปได้ขึ้นมา Blognone มีแนวทางที่จะใช้งานซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สเป็น



รูปภาพ 3 โครงสร้างการแสดงข้อมูลภายใน



รูปภาพ 4 การกระจายข้อมูลเข้าถึงผู้อ่าน

หลักนับแต่วันก่อตั้ง และพบว่าการใช้งานซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสามารถตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการแก้ไขกระบวนการทำงานจากค่าพื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการออกแบบกระบวนการในชุมชนเป็นอย่างยิ่ง

Blognone อาศัยซอฟต์แวร์ระบบ LAMP [11] เช่นเดียวกับวิกิพีเดีย [2] แต่ซอฟต์แวรจัดการข้อมูลซึ่งทำงานอยู่ บน LAMP นั้นได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Drupal ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานไม่หวังผลกำไรเช่น สถาบัน e-Learning ของ The Penn State College of Arts and Architecture [13] หรือบริษัทเช่น Sony Music [14]

ซอฟต์แวร์ภายในนั้นมีการจัดการการแสดงผลไว้หลายรูปแบบ โดย มีสามทางหลักคือ การแสดงเนื้อหาทั้งหมดตามเวลา,การแสดงตามหมวดหมู่ หรือที่เรียกว่า tag, และการแสดงผลตามผู้เขียน [รูปภาพ 3]

3.3 การกระจายข้อมูล

สื่อออนไลน์ต่างไปจากสื่อแบบดั้งเดิมที่มีช่องทางการจัดจำหน่ายอย่างเป็นรูปแบบ เพื่อให้ข้อมูลบทความทั้งหมดสามารถเข้าถึงผู้อ่านได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้Blognone เปิดให้ผู้อ่านสามารถดึงข้อมูลผ่านทางไฟล์ในฟอร์แมต RSS และ ATOM [8] ทำให้ผู้ใช้สามารถแสดงผลในแบบที่ต้องการได้ ไม่ว่าจะเป็นการอ่านเฉพาะหัวข้อข่าว การอ่านในโทรศัพท์มือถือหรือกระทั่งการนำบทความไปแสดงต่อในเว็บไซต์อื่นๆ

การนำไปใช้งานต่อเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการคัดลอกเนื้อหาทำได้โดยง่าย มีการประมาณการว่าเนื้อหาที่เผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ตนั้นเป็นเนื้อหาที่ซ้ำกันกับเว็บอื่นๆ อยู่ถึงร้อยละ 22.2 [15] Blognone แก้ปัญหานี้ด้วยการเปิดให้บทความทั้งหมดมีสัญญาอนุญาตแบบครีเอทีฟคอมมอนส์ [17] โดยขอให้ผู้นำบทความไปใช้งานทั้งหมด สามารถนำบทความไปใช้งานได้โดยไม่ต้องขออนุญาตเพิ่มเติม แต่ขอให้ผู้นำไปใช้ระบุว่านำบทความมาจาก Blognone กระบวนการเช่นนี้ทำให้บทความต่างๆ สามารถนำไปใช้ซ้ำในที่ต่างๆ เช่นเว็บรวบรวมข่าวสามารถนำข่าวของ Blognone ไปเป็นส่วนหนึ่งของเว็บได้ในทันที

4. การวัดผล

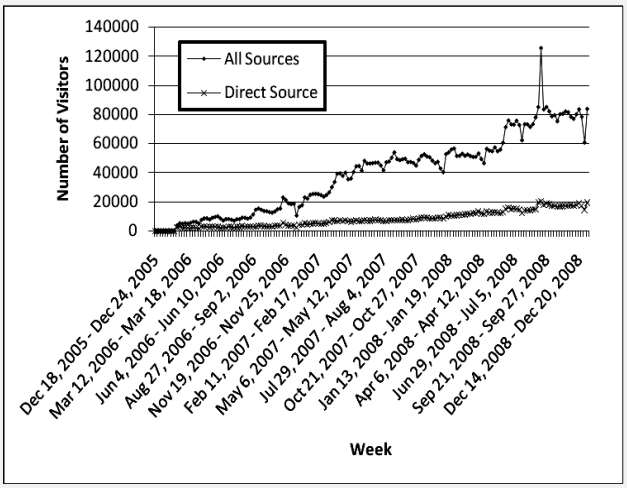
การวัดผลของ Blognone แบ่งออกเป็นสองส่วนคือการวัดจากปริมาณผู้เข้าชมเว็บ เนื่องจากเป็นการวัดผลความสำเร็จของเว็บที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน และการวัดผลจากการมีส่วนร่วมของชุมชนที่เป็นการวัดผลหลักสำหรับการสร้างชุมชนออนไลน์

4.1 ปริมาณผู้อ่าน

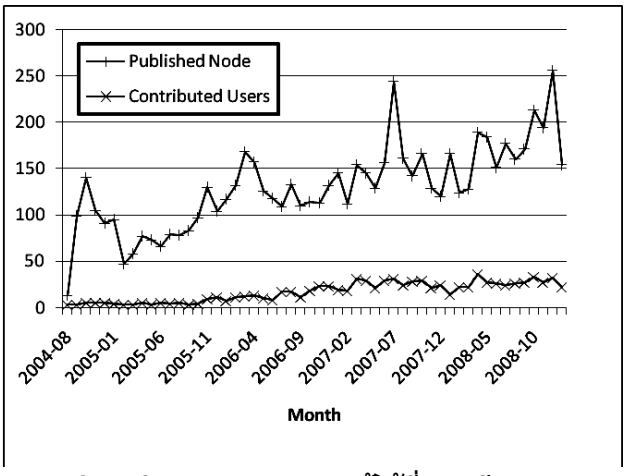
ผู้อ่านของ Blognone ตาม [แผนภูมิ 2] แสดงให้เห็นถึงความเติบโตที่ค่อนข้างต่อเนื่อง ภายในเวลาน้อยกว่าสามปีผู้อ่านเพิ่มขึ้นจาก 3,815 คนเป็น 83,635 คนต่อสัปดาห์ แต่จำนวนผู้อ่านที่เข้าผ่านหน้าเว็บโดยตรงนั้นกลับเพิ่มขึ้นด้วยสัดส่วนที่ต่างกัน โดยเพิ่มขึ้นจาก 2,239 คนเป็น 19,119 คนต่อสัปดาห์

หรือต่ำกว่าสิบเท่าตัวในช่วงเวลานี้ ขณะที่ผู้เข้าชมทั่วไปนั้นเพิ่มขึ้นถึงกว่ายี่สิบเท่าตัวด้วยกัน

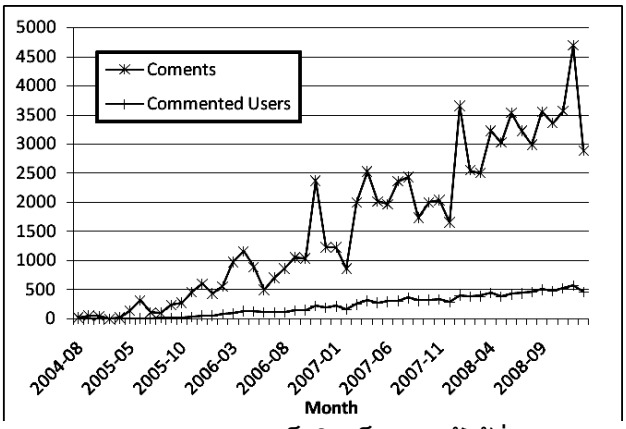
การเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้เข้าชมหลายครั้งมาจากเหตุการณ์ที่ได้รับความสนใจจากภายนอก เช่นการเปิด



แผนภูมิ 2 จำนวนผู้เข้าใช้งานตั้งแต่ ค.ศ. 2006 ถึงปัจจุบัน



แผนภูมิ 1 ปริมาณบทความและผู้ใช้ที่ร่วมเขียนบทความ



แผนภูมิ 3 ความคิดเห็นในเว็บ และผู้ใช้ที่แสดงความคิดเห็น

เดินเครื่อง Large Hadron Collider ที่ได้รับการถ่ายทอดสดในประเทศไทยทำให้มีผู้สนใจเข้ามาหาข้อมูลเป็นจำนวนมากในช่วงปลายปี 2551

ขณะที่เหตุการณ์ภายนอกมักทำให้จำนวนผู้อ่านเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้การใช้ทรัพยากรเช่น ปริมาณข้อมูลเข้าออกและอัตราการหน่วยประมวลผลของเซิร์ฟเวอร์เกินกว่าที่ได้ตกลงซื้อสิทธิในการใช้งานเอาไว้ ทำให้ถูกผู้ ให้บริการระงับการใช้งานจนเป็นเหตุของการลดลงของผู้ใช้หลายต่อหลายครั้ง หลังจากพบปัญหาเช่นนี้จึงต้องมีการแก้ปัญหาด้วยการลดภาระข้อมูลเช่นการใช้บริการจัดส่ง RSS จาก Feedburner [18]

เป็นที่น่าสนใจว่าผู้เข้าชมโดยตรงโดยไม่ได้เข้ามาทางเสิร์ชเอนจินต์หรือเว็บอื่นๆ แทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลยไม่ว่าจะมีเหตุการณ์ความเปลี่ยนแปลงต่อจำนวนผู้เข้าชมรวมมากเพียงใด

4.2 การมีส่วนร่วมของชุมชน

ในช่วงแรกเนื้อหาทั้งหมดของ Blognone เกิดขึ้นจากทีมงานที่ร่วมก่อตั้งเท่านั้น แต่การแก้ไขนโยบายหลายต่อหลายครั้งเพื่อสนับสนุนให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการนำเสนอบทความต่างๆ มากขึ้นเรื่อยๆ

ใน [แผนภูมิ 1] แสดงถึงปริมาณบทความที่มีการนำเสนอ แม้แนวโน้มจะไม่ชัดเจนนัก แต่เห็นถึงแนวโน้มบทความที่กำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้านปริมาณผู้เข้าร่วมนั้นแม้จะไม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นปริมาณผู้เข้าชม แต่แนวโน้มโดยรวมแล้วก็ยังเห็นถึงการเพิ่มขึ้นเรื่อยมา

ใน [แผนภูมิ 3] แสดงถึงปริมาณความคิดเห็นในแต่ละเดือน แนวโน้มนั้นชัดเจนว่าความคิดเห็นมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะปริมาณผู้ใช้ที่เข้ามาแสดงความคิดเห็นนั้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องใกล้เคียงเส้นตรง

5. บทสรุป

Blognone เป็นตัวอย่าง หนึ่งของการใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเปิดโอกาสให้มีการแก้ไข และสร้างสรรค์ชุมชนออนไลน์ได้อย่างอิสระ รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอการดัดแปลงแก้ไขซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สออนไลน์ที่ชื่อ

ว่า Drupal และเปิดเนื้อหาทั้งหมดให้เป็นสัญญาอนุญาตแบบครีเอทีฟคอมมอนส์

ผลที่ได้จาก Blognone เราได้ชุมชนออนไลน์ใหม่ที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีการร่วมกันแบ่งปันความรู้จากคนจำนวนมาก อย่างไรก็ดี เราพบว่าปริมาณการมีแบ่งปันที่ต้องอาศัยเวลามากที่สุดคือการเขียนบทความนั้น ปริมาณการเข้าร่วมแบ่งปันเพิ่มขึ้นไม่มากนัก และอาจจะต้องการการเปลี่ยนแปลงตลอดจนการส่งเสริมให้ชุมชนของคนไทยมีการเข้าร่วมกันมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ทีมงาน Blognone ขอขอบคุณสมาชิกทุกท่านที่ร่วมกันสร้างสรรค์ชุมชนขึ้นมา ขอขอบคุณบริการรับฝากเว็บ Cyberbeing.biz ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่เว็บเป็นอย่างดีตลอดมา และขอขอบคุณบริษัทดอทอะไร จำกัด ที่ให้การสนับสนุนชื่อโดเมน และผู้สนับสนุนทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Oreilly, Tim,What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Communications & Strategies, No. 1, p. 17, First Quarter 2007. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1008839

[2] http://en.wikipedia.org

[3] Denning, P., Horning, J., Parnas, D., and Weinstein, L. 2005. Wikipedia risks. Commun. ACM 48, 12 (Dec. 2005), 152-152. DOI= http://doi.acm.org/10.1145/1101779.1101804

[4] http://www.slashdot.com

[5] http://www.digg.com

[6] Giles, J.: Internet encyclopaedias go head to head. In: Nature 438, 900-901 (15 Dec 2005) News. (2005)

[7] Nardi, B. A., Schiano, D. J., Gumbrecht, M., and Swartz, L. 2004. Why we blog. Commun. ACM 47, 12 (Dec. 2004), 41-46. DOI= http://doi.acm.org/10.1145/1035134.1035163

[8] Robert Sayre, "Atom: The Standard in Syndication," IEEE Internet Computing, vol. 9, no. 4, pp. 71-78, July/Aug. 2005, doi:10.1109/MIC.2005.74

[9] http://www.techcrunch.com/2008/12/31/top-social-media-sites-of-2008-facebook-still-rising/

[10] Lawton, G., "LAMP lights enterprise development efforts," Computer , vol.38, no.9, pp. 18-20, Sept. 2005

[11] http://wordpress.org/

[12] http://www.drupal.org/

[13] https://elearning.psu.edu/elearning/

[14] http://myplay.com/

[15] Dennis Fetterly, Mark Manasse, Marc Najork, "On the Evolution of Clusters of Near-Duplicate Web Pages," la-web,pp.37, First Latin American Web Congress (LA-WEB'03), 2003

[16] A. Ardichvili, V. Page, and T. Wentling, "motivation and barriers to participation in virtual knowledge-sharing communities of practice," Knowledge Management, vol. 7, no. 1, pp. 64-77, 2003.

[17] http://cc.in.th/

[18] http://www.feedburner.com/fb/a/home

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Mobile Network on Router

น.ส.สุพิชญา จันทร์ผ่อง
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Ferin.mac@gmail.com

น.ส.กัญญาณัฐ เหล่าธนถาวร
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Kanyanat.loa@gmail.com

บทคัดย่อ

Network Mobility (NEMO) Basic Support protocol เป็น protocol ที่อนุญาตให้ Mobile Networks เข้าถึง Internet ได้ในจุดเชื่อมต่อที่แตกต่างกัน protocol นี้เป็นส่วนขยายของ Mobile IPv6 โดยจะทำให้ทุกnode ใน Mobile Network ไม่ขาดการติดต่อ ในขณะที่ network นั้น เคลื่อนย้ายไป[1] ในการสร้าง Mobile Network ขึ้นมา Network หนึ่ง จะต้อง Implement NEMO protocol ลงบน Router เพื่อให้ Router นั้นทำหน้าที่เป็น gateway ของ Mobile Network โดยจะเรียก Router นี้ว่า Mobile Router ซึ่งจะมีความสามารถด้าน Mobility ทำให้อุปกรณ์ลูกข่ายของ Mobile Router (node ใน Mobile Network) มีความสามารถด้าน Mobility ไปด้วย นั่นคือ เมื่อ Mobile Network เคลื่อนที่หลุดออกจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ณ จุดเชื่อมต่อหนึ่ง และต่อเข้ากับจุดเชื่อมต่อใหม่ การเชื่อมต่อของ Mobile Router และอุปกรณ์ลูกข่ายของมันจะไม่ขาดหายไป

Abstract

Network Mobility (NEMO) Basic Support protocol is a protocol that enables Mobile Networks to attach to different points in the Internet. It is an extension of Mobile IPv6 and allows session continuity for every node in the Mobile Network as the network moves [1]. To create an Mobile Network, The implementation of NEMO protocol on a Router is need which make the router acts as a gateway of Mobile Network calls Mobile Router. Mobile Router will support Mobility and cause every node in Mobile Network support Mobility automatically that mean when Mobile Network moves to access Internet at other point, the connection of Mobile Router and its client nodes to the Internet will not be broken.

คำสำคัญ

Network Mobility, Mobile IPv6, Mobile Router

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการสร้าง service ที่ให้บริการผ่านอินเตอร์เน็ตมากขึ้น ทำให้มีการใช้งานอินเตอร์เน็ตอย่างแพร่หลาย ประกอบกับอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายไร้สายมีเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น Notebook, PDA หรือโทรศัพท์มือถือ ส่งผลให้ความต้องการในการเข้าใช้งานอินเตอร์เน็ตมีเพิ่มมากขึ้น แม้กระทั่งในขณะเดินทาง การเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในขณะเดินทาง เช่น ขณะที่ผู้ใช้นั่งอยู่บนรถที่กำลังเคลื่อนที่ อุปกรณ์ที่ผู้ใช้ใช้ในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายจะต้องมีความสามารถด้าน Mobility และในกรณีที่มีผู้ใช้ที่ต้องการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตมากกว่า 1 คน ผู้ใช้เหล่านั้นจะต้องมีอุปกรณ์ที่มีความสามารถด้าน Mobility ด้วย ทำให้การเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ตถูกจำกัดอยู่ที่อุปกรณ์ที่มีความสามารถด้าน Mobility เท่านั้น การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำได้โดยการ Implement NEMO protocol ลงบน router เรียกว่า Mobile Router และติดตั้ง Mobile Router นี้ลงบนรถดังกล่าว และให้อุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเป็นอุปกรณ์ลูกข่ายของ Mobile Router ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีความสามารถด้าน Mobility ไปโดยอัตโนมัติ

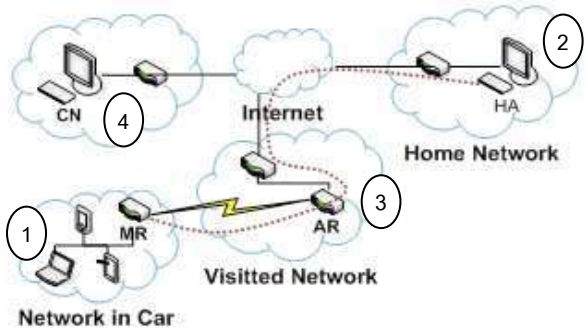
Network Mobility (NEMO) Basic Support protocol เป็นโปรโตคอลที่เป็นส่วนขยายของ Mobile IPv6 (MIPv6) [1] แต่จะแตกต่างกับ MIPv6 ตรงที่ node แต่ละตัวใน MIPv6 จะต้องรองรับการทำงานแบบ Mobility ในขณะที่ NEMO จะมีเพียง Router เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่รองรับการทำงานแบบ Mobility แต่จะทำให้อุปกรณ์ลูกข่ายของ Router ก็จะมีความสามารถด้าน Mobility ไปด้วย ดังนั้น NEMO จึงสะดวกต่อการนำไปใช้งานจริงมากกว่า นอกจากนี้โปรโตคอล NEMO ยังรับรองการทำงานบน IPv6 (Internet Protocol Version 6)[2] ซึ่งเป็น Internet Protocol ยุคใหม่ที่จะมาแทนที่ IPv4 (Internet Protocol Version 4) เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลน IP Address อีกด้วย

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อชี้ให้เห็นประโยชน์ของการนำ NEMO มาใช้งานโดยเสนอการประยุกต์ใช้งาน Router ที่ผ่านการ Implement NEMO protocol เพื่อทำหน้าที่เป็น Mobile Router ซึ่งภาพรวมของระบบและรายละเอียดในการพัฒนาจะอธิบายในหัวข้อที่ 2 การทดสอบใช้งานระบบจะอยู่ในหัวข้อที่ 3 และหัวข้อที่ 4 จะเป็นการสรุปผล

2. รายละเอียดการพัฒนา

การสร้าง Mobile Network ต้อง Implement NEMO protocol ลงบน router ที่ทำหน้าที่เป็น gateway ของ Mobile Network นั้น เพื่อให้ router นั้นสนับสนุนการทำงานด้าน Mobility และแจกจ่ายความสามารถด้าน Mobility ให้กับเครื่องลูกข่ายของมัน และเพื่อให้การทำงานของ NEMO protocol เป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ Mobile Router จะต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์อีกชิ้นหนึ่งเรียกว่า Home Agent ซึ่งทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการติดต่อระหว่าง Mobile Router กับอุปกรณ์ภายนอกที่จะติดต่อมายัง Mobile Network

2.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบ

จากรูปภาพรวมของระบบ ประกอบด้วย

1. Mobile Network เป็นเครือข่ายเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยการติดตั้งบนรถ ประกอบด้วย Mobile Router (MR) และอุปกรณ์ลูกข่ายของมัน ซึ่งอาจจะเป็น notebook, PDA, โทรศัพท์มือถือ, ฯลฯ
2. Home Network เป็นเครือข่ายเริ่มต้นของ Mobile Network ประกอบด้วย Home Agent (HA)
3. Visited Network เป็นเครือข่ายใหม่ที่ Mobile Network ย้ายไปเชื่อมต่อ จะประกอบด้วย Access Router (AR)
4. Correspond Node (CN) เป็น node ที่ต้องการติดต่อมายัง Mobile Network

โดยปกติ Mobile Network จะประกอบด้วย Mobile Router อย่างน้อยหนึ่งตัว เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวติดต่อผ่าน tunnel ระหว่าง Mobile Network กับ Home Agent และเปรียบเสมือน Default Gateway ของอุปกรณ์ลูกข่ายของมัน โดยในตอนเริ่มต้น Mobile Router ซึ่งอยู่ใน Home Network จะลงทะเบียนแจ้งขอรับบริการกับ Home Agent ของมัน จากนั้น Home Agent จะแจกหมายเลข Prefix ให้กับ Mobile Router หลังจากนั้นเมื่อ Mobile Network นี้เคลื่อนที่ไปยังเครือข่ายอื่นและไปเชื่อมต่อกับ Access point ของเครือข่ายอื่น มันจะได้รับหมายเลขที่อยู่ (Care of Address) ใหม่ Mobile Router จะส่ง Binding Update ไปยัง Home Agent เพื่อแจ้งว่าเครือข่ายนี้ได้เคลื่อนย้ายไปที่อื่นและได้เปลี่ยนหมายเลขที่อยู่ใหม่แล้ว และเมื่อ Home Agent ได้รับ Binding Update แล้ว ก็จะส่ง Binding Acknowledgement ตอบกลับ พร้อมกับสร้าง tunnel ในการติดต่อระหว่างตัวมันกับ Mobile Network ดังนั้นเมื่อใดที่ Correspond Node (CN) ต้องการจะติดต่อมายังอุปกรณ์ใดๆใน Mobile Network นี้ ก็จะต้องติดต่อผ่าน Home Agent แล้ว Home Agent ก็จะส่ง packet ผ่านทาง tunnel ไปยังเครือข่ายเคลื่อนที่ ในทางกลับกัน เมื่ออุปกรณ์ภายใน Mobile Network ต้องการติดต่อไปยัง Correspond Node ก็ต้องส่ง packet ผ่าน tunnel ไปยัง Home Agent แล้ว Home Agent จะส่ง packet นั้นต่อไปให้ Correspond Node

2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากระบบดังกล่าว จะแบ่งการพัฒนาเป็น 2 ส่วนคือ

1. Home Agent อาจเป็นเครื่อง PC หรือ Router ก็ได้

2. Mobile Router ในที่นี้ใช้ router ASUS WL-500g Premium ซึ่งเป็น router ขนาดเล็ก เหมาะสำหรับติดตั้งบนรถ

อุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดจะต้อง Implement NEMO protocol เพื่อให้รองรับการทำงานด้าน Mobility โดยใน Home Agent ต้องกำหนด configuration file ให้โปรแกรมทำงานในโหมดของ Home Agent ส่วน Mobile Router ก็ต้องกำหนด configuration file ให้โปรแกรมทำงานในโหมด Mobile Router

2.3 ข้อจำกัดของระบบ

การนำระบบนี้มาประยุกต์ใช้งานจริงในปัจจุบัน ยังคงมีข้อจำกัดอยู่บางส่วนได้แก่

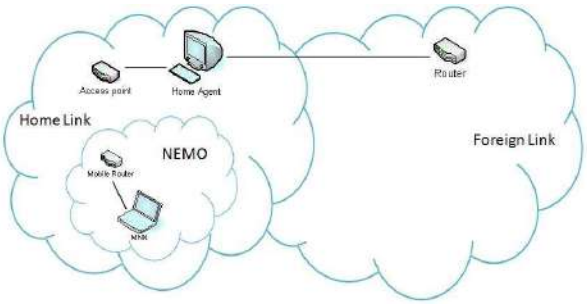
1. การให้บริการ Wireless : ในปัจจุบัน แม้ว่าในประเทศไทยจะมีการใช้งาน wireless อย่างแพร่หลายมากขึ้น แต่การให้บริการ wireless ยังคงถูกจำกัดอยู่ในบางพื้นที่ ซึ่งมีบริเวณไม่มากนัก ทำให้การใช้งานระบบนี้ถูกจำกัดอยู่เฉพาะในพื้นที่ที่มีการให้บริการ wireless เท่านั้น
2. การใช้งาน IPv6 : เนื่องจาก NEMO protocol รองรับการทำงานบน IPv6 ดังนั้น Mobile Router จะสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายที่ทำงานบน IPv6 เท่านั้น การใช้งานร่วมกับ IPv4 จะต้องพัฒนา Mobile Router เพิ่มเติม
3. ระยะห่างจาก Home Agent : เนื่องจากทุกครั้งที่มีการติดต่อจากภายนอกเข้ามายัง Mobile Network หรือจาก Mobile Network ออกไปภายนอกจะต้องผ่าน Home Agent เสมอ ทำให้ยิ่ง Mobile Network เคลื่อนห่างจาก Home Agent มากเท่าใด เวลาที่ใช้ในการติดต่อจะมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดนี้สามารถแก้ไขได้หลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการทำ Route Optimization [3]

3. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการทำงานของ NEMO protocol จะใช้คำสั่ง ping6 เพื่อทดสอบติดต่อจาก Correspond Node มายัง node ตัวหนึ่งใน Mobile Network ในขณะที่ Mobile Network อยู่ใน Home Network และเคลื่อนย้ายไปยัง Visited Network

3.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบจะประกอบด้วยเครือข่าย 2 เครือข่ายจำลอง Home Network และ Visited Network ซึ่งเชื่อมต่อกันผ่าน wired connection และแต่ละเครือข่ายจะให้บริการเครื่องลูกข่ายผ่าน wireless connection ดังแสดงใน รูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

3.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

จากการทดสอบการทำงานพบว่า Correspond Node สามารถติดต่อไปยังอุปกรณ์ทุกตัวที่อยู่ในเครือข่ายเคลื่อนที่ได้ แม้นว่าเครือข่ายนั้นๆจะเคลื่อนที่ไปยังเครือข่ายใหม่ และได้เปลี่ยนหมายเลขที่อยู่ (IPv6 Address) ไปแล้วก็ตาม และได้พบว่ามีช่วงเวลาในการติดต่อที่ขาดหายไปช่วงเวลาหนึ่ง ขณะที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับสัญญาณจากเครือข่ายใหม่ ซึ่งเวลานี้เป็นเวลาที่ใช้ในกระบวนการจัดการเกี่ยวกับ Mobility

จากการทดสอบติดต่อจาก Correspond Node มายัง node 1 node ใน Mobile Network 40 ครั้ง ได้ผลสรุปดังตาราง

	เวลาที่ขาดการติดต่อ (s)
น้อยที่สุด	2.52
มากที่สุด	10.92
เฉลี่ยเวลาที่ใช้	5.77

ตารางสรุปช่วงเวลาที่ขาดการติดต่อจากการย้ายเครือข่าย

4. บทสรุป

จากเอกสารนี้เป็นการเสนอการนำโปรโตคอล NEMO มาประยุกต์ใช้งานบนยานพาหนะ โดยสร้างเป็นเครือข่ายที่สามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมๆกับยานพาหนะได้ หลังจากนั้นจึงทำให้ Router ซึ่งทำหน้าที่เป็น gateway ของเครือข่ายเคลื่อนที่นี้มีความสามารถในการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการเคลื่อนที่ เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆภายในยานพาหนะซึ่งเป็นอุปกรณ์ลูกข่ายของ router นี้สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง แม้ว่ายานพาหนะนั้นๆจะเคลื่อนที่ไปเชื่อมต่อกับจุด Access point ของเครือข่ายใดๆก็ตาม

แต่เครือข่ายเคลื่อนที่ที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นก็มียังมีข้อบกพร่องที่ต้องพัฒนาอีกต่อไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นเวลาที่ขาดหายไปช่วงหนึ่งในขณะที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายใหม่ หรือเวลาที่ใช้ในการติดต่อที่เพิ่มขึ้นเมื่อยานพาหนะนั้นเคลื่อนที่ไปไกลจากเครือข่ายตั้งต้น (Home Network) มากขึ้น

จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น หากต้องการนำไปใช้งานจริงๆ จะต้องพัฒนาในส่วนของเวลาที่ขาดหายไปขณะพาหนะเคลื่อนที่ข้ามเครือข่ายให้น้อยลง เนื่องจากปกติพาหนะจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมาก เมื่อเทียบกับระยะทางที่สัญญาณไร้สายครอบคลุม จึงเป็นไปได้สูงที่จะมีการเชื่อมต่อกับสัญญาณใหม่อยู่บ่อยครั้ง ส่งผลให้การติดต่อขาดหายไปเป็นช่วงๆถี่ขึ้น และยังมีในส่วนของระยะทางในการเคลื่อนที่ที่ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากเมื่อยานพาหนะยิ่งเคลื่อนที่ห่างจาก HA มากเท่าไหร่ การติดต่อไปยังอุปกรณ์เครือข่ายเคลื่อนที่ก็จะช้ายิ่งขึ้น ซึ่งก็เป็นส่วนที่ควรได้รับการพัฒนาต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ฉัตรชัย จันทร์พริ้ม ผู้ให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาโครงงานนี้

ขอขอบคุณพี่ปริญญ์ ศรเลิศล้ำวาณิช ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำงาน

6. เอกสารอ้างอิง

1. RFC 3963- Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol. *Internet FAQ Archives.* [ออนไลน์] http://www.faqs.org/rfcs/rfc3963.html.

2. RFC 2460- Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification. *Internet FAQ Archives.* [ออนไลน์] http://www.faqs.org/rfcs/rfc2460.html.

3. **Parin Sornlertlamvanich.** Route Optimization in Nested Mobile Networks Using Binding Update for Top-level MR.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่ง

อนุกูล น้อยไม้
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
anukool.noymai@nectec.or.th

ละออ โควาวิสารัช
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
la-or.kovavisaruch@nectec.or.th

เด่นชัย วรเศวรต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fengdcw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่ง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก โดยแบ่งการออกแบบเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนภาคควบคุม 2) ส่วนภาคจัดการคลื่นความถี่ และ 3) ส่วนภาคสายอากาศ โดยในส่วนภาคจัดการคลื่นความถี่เลือกใช้ไอซี AS3990 ของบริษัท Austriamicrosystems ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่รวมฟังก์ชั่นการทำงานที่สำคัญรวมไว้ในไอซีตัวเดียว ซึ่งทำให้สามารถลดความยุ่งยากและความซับซ้อนในการพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่งได้เป็นอย่างมาก ซึ่งหลังจากนั้นจึงได้นำไปทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยทำการทดสอบระยะการอ่านของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับป้ายอาร์เอฟไอดีชนิดต่างๆ ซึ่งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านข้อมูลออกมาจากป้ายอาร์เอฟไอดีได้อย่างถูกต้อง

Abstract

In this paper, an UHF RFID Reader is developed based on the front end single chip from Austriamicrosystems. With this chip, to design UHF RFID reader is easier than the convention method and yet it gives the reasonable performance. From the result, the designed reader can read those commercial tags correctly with the sensible range.

คำสำคัญ

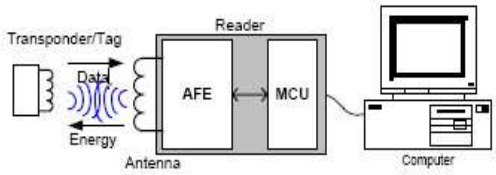
อาร์เอฟไอดี, เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีย่านความถี่สูงยิ่ง

1. บทนำ

อาร์เอฟไอดี (RFID) ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 [1] เพื่อวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนระบบรหัสแท่ง (Barcode) โดยจุดเด่นของ อาร์เอฟไอดี อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากป้ายระบุข้อมูลหรือเรียกสั้นๆ ว่า แท็ก (Tag) ได้หลายๆ แท็กแบบไร้สัมผัส และสามารถอ่าน ค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบัน ได้มีการนำ อาร์เอฟไอดี ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม เช่น ใช้ในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรสำหรับผ่านเข้าออกสำนักงาน ห้องพัก บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ บางที่เราอาจพบเห็นแท็กในรูปแบบอื่นๆ เช่น เหรียญ กระดุม หรือแคปซูลขนาดเล็กที่ใช้ฝังในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

1.1 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในระบบ อาร์เอฟไอดี จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือ แท็กหรือทรานสปอนเดอร์ (Tag/Transponder) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองก็คือ เครื่องสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูลภายใน



รูปที่ 1. แสดงส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

แท็ก(Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ หรือ เรียกๆ สั้นว่า เครื่องอ่าน และส่วนที่สามโปรแกรมควบคุมการทำงาน ดังแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งถ้าเป็นระบบขนาดใหญ่โปรแกรมควบคุมการทำงานจะถูกติดตั้งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เนื่องจากต้องมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน แต่ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กจะมีการรวมโปรแกรมควบคุมการทำงานให้อยู่ในเครื่องอ่านเข้าไปด้วย

1.1.1 แท็ก (Tag)

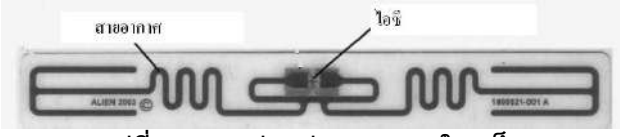
โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิป (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุเช่นรหัสสินค้า ดังแสดงดังรูปที่ 2 โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในวัสดุที่เป็น กระดาษ แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติก มีขนาดและรูปร่าง แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติดและมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่าบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น แต่โดยหลักการอาจแบ่งแท็กที่มีใช้งานกันอยู่นั้น จะมีอยู่ 2 ชนิดได้แก่

- Passive Tag แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ทำให้ การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

- Active Tag แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตรแม้ว่าแท็กชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาด ค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด

1.1.2 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (Reader)

โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียนหรืออ่าน



รูปที่ 2. แสดงส่วนประกอบภายในแท็ก

ข้อมูลลงในแท็ก ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เชื่อมต่อกัยสายอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดงเพื่อใช้รับส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล จำพวก ไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (Computer Interface) เพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ

1.1.3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน (Software)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานให้เครื่องอ่านทำงานตามขั้นตอนต่างๆตามที่ได้ออกแบบระบบไว้และยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลซึ่งรวมถึงส่วนที่เป็นฐานข้อมูลของระบบอีกด้วย

1.2 ย่านความถี่ของอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดี จะอยู่ในย่านความถี่ พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 4 ย่านความถี่ใช้งาน คือ สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบอาร์เอฟไอดี อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านใหญ่ๆ [1] ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิรตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)

1.3 หลักการทำงานของอาร์เอฟไอดี

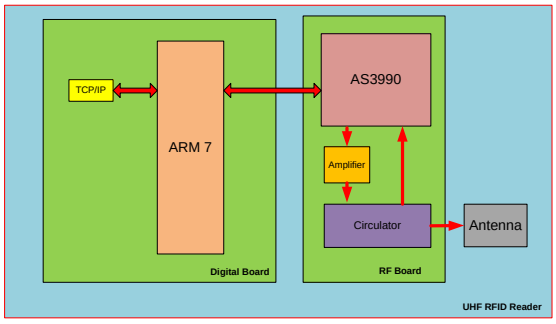
โดยมากเทคนิคในการรับส่ง ข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านและแท็ก

จะใช้หลักการมอดูเลตทางแอมปลิจูด (Amplitude Modulation: AM) หรือใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ในปัจจุบันก็มีแท็กที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดดูเลชั่นแบบเฟสชิฟคีย์อิง (Phase Shift Keying: PSK), ฟรีเควนซี่ชิฟคีย์อิง (Frequency Shift Keying: FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation: FM)

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณ วิทยุระหว่างแท็กกับเครื่องอ่าน จะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน โดยในระบบความถี่สูงยิ่ง (UHF) ใช้หลักการ คู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation coupling) [1] โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อป้ายได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศ ป้ายก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัวของตนไปยังเครื่องอ่าน (backscattering)

2. รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีนั้น ได้แบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ส่วน ดังแสดง ดังรูปที่ 3 คือ 1. ส่วนภาคควบคุม 2. ส่วนภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุ และ 3. ส่วนภาคสายอากาศ ส่วนป้ายอาร์เอฟไอดีนั้นได้เลือกใช้ตามมาตรฐาน EPC (Electronic Product Code) [2] ซึ่งเป็นมาตรฐานที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงานจะมีการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายขึ้นมาเพื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีผ่านทางพอร์ท TCP/IP



รูปที่ 3. แสดงส่วนประกอบของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

2.1 ส่วนภาคควบคุม

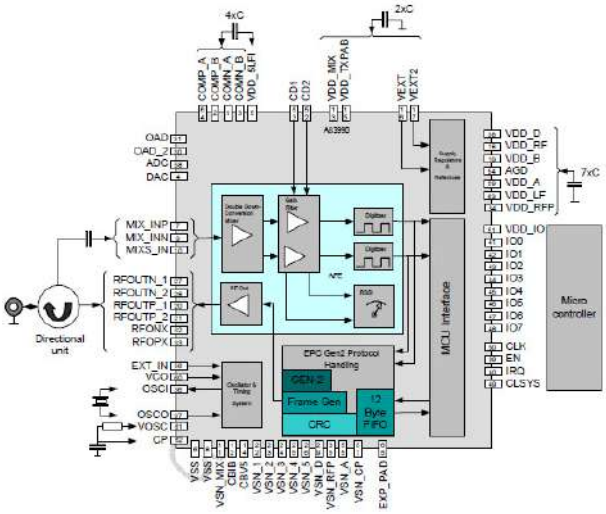
เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเครื่องอ่าน โดยได้เลือกใช้ ARM7 เบอร์ LPC2378 ของ NXP ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 512 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถทำงานได้ที่ความถี่สูงสุด 72 เมกะเฮิร์ท โดยเชื่อมต่อการทำงานกับโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านทางพอร์ท TCP/IP ซึ่ง LPC2378 มีฟังก์ชั่นที่รองรับการทำงานของ TCP/IP อยู่ภายในโดยภาคควบคุมที่ได้ออกแบบไว้มีลักษณะดังรูปที่ 4

2.2 ส่วนภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุ

เลือกใช้ไอซีเบอร์ AS3990 ของบริษัท austriamicrosystems [3] ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่รวมฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญทั้งหมดของภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุไว้ภายในตัวเดียวทั้งหมดซึ่งทำให้สามารถลดความยุ่งยากและความซับซ้อนลงไปได้มากเมื่อเทียบกับการออกแบบแบบเก่า [4] ที่จะต้องมีการออกแบบแต่ละส่วนแยกออกจากกัน โดย AS3990 มีฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญคือทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอะนาล็อกที่ได้รับจากสายอากาศเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งข้อมูลให้กับภาคควบคุมเพื่อประมวลผล โดยทำการเชื่อมต่อกับภาคควบคุมผ่านทาง SPI (Serial Peripheral Interface) นอกจากนี้ยังมีส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดการทางด้านโปรโตคอล ซึ่งในที่นี้ได้เลือกใช้โปรโตคอล EPC โดย AS3990 จะทำหน้าในการสร้างโปรโตคอล EPC ส่งออกไปยังสายอากาศ และแปลงข้อมูลตามโปรโตคอล EPC ที่ได้รับเข้ามาจากสายอากาศส่งต่อไปยังภาคควบคุม และในส่วนที่ส่งพลังงานออกไปยังสายอากาศได้เพิ่มวงจรแอมพลิฟลายเออร์เข้าไปเพื่อเพิ่มพลังงานในการส่งพลังงานออกไปยังสายอากาศ โดยได้เลือกใช้แอมพลิฟลายเออร์ของบริษัท Sirenza Microdevices รุ่น SPA-2118(Z) [5] โดยพลังงานที่ส่งออกมาสูงสุดต้องไม่เกิน 4 วัตต์ e.i.r.p. (effective isotropic radiated power) [6] โดยอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่งที่สามารถใช้งานได้ในประเทศไทยนั้นอยู่ในย่านความถี่ 920 – 925 เมกะเฮิร์ท [6] ซึ่งจะต้องมีการปรับค่าการทำงานของ AS3990 ให้ทำงานอยู่ในย่านความถี่นี้ ซึ่ง AS3990 มีฟังก์ชันการทำงานภายใน ดังรูปที่ 4 โดยภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ออกแบบไว้มีลักษณะดังรูปที่ 5

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

รูปที่ 4. แสดงบอร์ดภาคควบคุม



รูปที่ 5. แสดงองค์ประกอบภายในของ AS3990

รูปที่ 6. แสดงบอร์ดภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุ

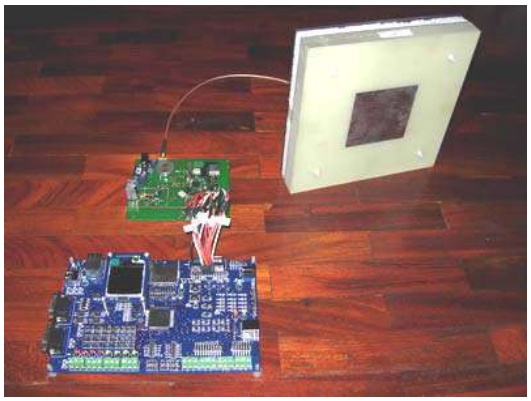
2.3 ภาคสายอากาศ

ได้มีการออกแบบสายอากาศแบบที่มีโพลาไรเซชันแบบวงกลม (Circular polarization) โดยสายอากาศ จะประกอบด้วยแผ่นลายวงจร 2 แผ่น โดยระหว่างแผ่นลายวงจรทั้ง 2 แผ่น จะมีแผ่น PMMA (Polymethylmethacrylate) ความหนา 20 มม. แทรกอยู่ และใช้เส้นลวดทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. เป็นตัวเชื่อมแผ่นลายวงจรทั้ง 2 แผ่น ในส่วนของการส่งผ่านพลังงานผ่านแผ่น PMMA โดยที่แผ่นลายวงจรทั้ง 2 แผ่น และแผ่น PMMA ใช้สกรูไนล่อนขนาด M3 ความยาว 30 มม. เป็นตัวยึดเข้าหากัน ซึ่งเมื่อประกอบส่วนประกอบทั้งหมดของสายอากาศเข้าด้วยกันจะได้ดังรูป 7 โดย PMMA ในสายอากาศนั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (substrate) ของสายอากาศ และการที่ PMMA มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่สูงกว่าอากาศ [7] จะทำให้สายอากาศที่ได้มีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับการใช้อากาศเป็นตัวกลาง

รูปที่ 7. แสดงสายอากาศที่ประกอบเสร็จแล้ว

3. การทดสอบการและผลการทดสอบ

ได้ทำการประกอบทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกัน ทั้งส่วนที่ 1 ที่เป็นภาคควบคุม ส่วนที่ 2 ส่วนภาคจัดการคลื่นความถี่วิทยุ และส่วนที่ 3 ภาคสายอากาศ ดังรูปที่ 7 แล้วนำไปทดสอบ โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านพอร์ท TCP/IP เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องในการอ่านข้อมูลออกมาจากป้าย โดยเลือกใช้ป้ายที่มีโปรโตคอลแบบ EPC ทำการทดสอบ ซึ่งได้ทำการทดสอบการอ่านข้อมูลจากป้ายจำนวน 3 แบบ โดยป้ายแบบที่ 1 เป็นป้ายของบริษัท alientechnology รุ่น squiggle inlay [8] ป้ายแบบที่ 2 เป็นป้ายของบริษัท intermec รุ่น IT65 small rigid [9] และป้ายแบบที่ 3 เป็นป้ายของบริษัท symbol รุ่น SYM-4x4 [10] โดยทำการทดสอบการอ่านข้อมูลจากป้ายทั้ง 3 แบบจำนวน 100 ครั้งเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูล และทำการหาระยะทางที่ไกล



รูปที่ 8. แสดงการประกอบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีทั้งสามส่วนเข้าด้วยกัน

ที่สุดที่สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้องของแต่ละป้าย ซึ่งทำการทดสอบในสภาวะแวดล้อมเปิด ที่อุณหภูมิ 24.2 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดสอบแสดงออกมา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูลของเครื่องอ่านและระยะทางสูงสุดในการอ่านข้อมูลจากป้ายแต่ละแบบ

รุ่น	ประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูล (%)	ระยะสูงสุดในการอ่านข้อมูลจากป้าย (ม.)
squiggle inlay	100	4.25
IT65 small rigid	99	3.51
SYM-4x4	100	4.17

4. บทสรุป

จากการที่เทคโนโลยีทางด้านอาร์เอฟไอดีได้เข้ามามีส่วนสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทยจึงทำให้เกิดโครงการพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่งขึ้น ซึ่งทางผู้พัฒนาได้เน้นในส่วนของการพัฒนาให้ง่ายต่อการพัฒนาและการนำไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม ซึ่งจากผลการออกแบบและการทดสอบนั้นเครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูลออกมาจากป้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหลังจากนี้จะมีแนวทางในการพัฒนาต่อเป็น 2 แนวทางคือ พัฒนาให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำไปใช้ในรูปแบบของอุปกรณ์พกพา กับเพิ่มจำนวนการเชื่อมต่อสายอากาศของเครื่องอ่านให้มากขึ้นเพื่อนำไปใช้กับเครื่องอ่านที่มีระบบขนาดใหญ่ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่งนี้ อยู่ภายใต้โครงการการพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมเหล็ก ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และขอขอบคุณ คุณจุฑาทิพย์ วิศาลมงคล, คุณสดใส วิเศษสุด, คุณวีระชัย จันทร์สุด และคุณอนุวัฒน์ ไชยวงค์เย็น ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลประกอบการพัฒนาและทดสอบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่สูงยิ่ง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*. New York: Wiley,2003

[2] EPCglobal. *EPCglobal Standard.* [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.epcglobalinc.org/home สืบค้น 28 ธันวาคม พ.ศ. 2551

[3] บริษัท Electronics Source. *AS3990 datasheet.* [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.es.co.th/detail.asp?Prod=AS3990 สืบค้น 29 ธันวาคม พ.ศ. 2551

[4] Chen Ying, Zhang Fu-hong. "*A System Design for UHF RFID Reader*" ICCT2008.

[5] บริษัท Sirenza . *SPA-2118(Z) datasheet.* [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.sirenza.com สืบค้น 29 ธันวาคม พ.ศ.2551

[6] สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. *ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ลงในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 123 ตอนพิเศษ 10ง ลงวันที่ 24 มกราคม 2549.* [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ntc.or.th สืบค้น 28 ธันวาคม พ.ศ. 2551

[7] บริษัท K-TEK. *Dielectric Constants Chart*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.asiinstr.com/technical/Dielectric%20Constants.htm สืบค้น 16 มกราคม พ.ศ. 2552

[8] บริษัท alientechnology. *squiggle inlay*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.alientechnology.com/tags/index.php สืบค้น 16 มกราคม พ.ศ. 2552

[9] บริษัท intermec. *IT65 small rigid*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.intermec.com/products/rfid1_rigidtagsmall/index.aspx สืบค้น 16 มกราคม พ.ศ. 2552

[10] บริษัท Buyrfid.com. *ป้ายอาร์เอฟไอดีของบริษัท symbol รุ่น SYM-4x4 rigid*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://buyrfid.com/catalog/product_info.php/cPath/21_55/products_id/188?osCsid=e31bf62c0cab6ec788d984c2fc1e510d สืบค้น 16 มกราคม พ.ศ. 2552

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบค้นหาหอพักที่เหมาะสมสุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยการแสดงผลเป็นภาพแผนที่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

The Optimal Dormitory Searching System under Conditions by Map Showing on Mobile Phone

นันท์นภัส โตอดิเทพย์[1] นวพล ชุติชาติ[2] และเจนจิรา ทิพย์อำไพกุล[3]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

email: [1]nisachol@cp.su.ac.th

บทคัดย่อ

หอพักเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ไกลจากบ้านเปรียบเสมือนบ้านหลังที่สองของนักศึกษา ระบบค้นหาหอพักที่ได้จัดทำขึ้นนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับผู้ที่กำลังค้นหาหอพัก เพื่อให้ได้หอพักที่เหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้ค้นหามากที่สุด โดยผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ ภายใต้เงื่อนไขนี้ประเภทของหอพัก ราคา ระยะทาง สิ่งอำนวยความสะดวก และความปลอดภัย โดยผู้จัดทำใช้วิธีสำรวจ เก็บข้อมูล ถ่ายภาพจากสถานที่จริง และนำมาสร้างเป็นแผนที่ที่เสมือนจริงมากที่สุด (กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผู้จัดทำจึงนำมาสร้างโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลขึ้นมา และส่งกลับไปยังผู้ค้นหาหอพัก โดยระบบสามารถแสดงผลเป็นรายละเอียด รูปภาพ และแผนที่ ที่ผู้ค้นหาสามารถใช้งานได้จริง เพื่อให้ผู้ค้นหาเป็นพื้นฐานในการประกอบการตัดสินใจ อีกทั้งยังช่วยในการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจหาหอพักต่าง ๆ อีกด้วย ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการพัฒนา คือ ระบบปฏิบัติการ Window XP ใช้ Java2 Micro Edition (J2ME) การเขียนโปรแกรมฝั่ง Client ใช้ Java Server Page (JSP) ทำการประมวลผลฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์ และใช้ MySQL เป็นระบบจัดเก็บฐานข้อมูล

คำสำคัญ: หอพัก การตัดสินใจ เหมาะสมสุด กระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น

Abstract

Dormitory *is one of the main factors in our university life which far away from student's home. Meanwhile, dormitory is likely their second home. The main purpose of the Dormitory Searching System Program is to facilitate for those who are searching for dormitory. They definitely have found the most satisfactory place in which they can live and can be shown by mobile phone. The conditions which the searcher can require with such as the dormitory's room type, price, distance, facilities and security. The director used the method of research, gather data, photograph from real location and make all these information on map as realistic as possible. (Case study : Silpakorn University ,Sanamchandra campus). From all informations was evaluated by editor's program and will be sent back to searcher's mobile phone. The system will be shown the specification by photograph and map which can be really useful and so on are all the factors which need to be taken into account. This program will not only save their time, but also save their expenses incurred by traveling back and forth to choose a dormitory. In paper, the software used for developing are Window XP operating system, Java 2*

Micro Edition (J2ME) for programming in Client side, Java Server Page (JSP) for processing in Server side, and MySQL for managing the database of system.

Keywords: Dormitory, Decision Making, Optimal, Analytic Hierarchy Process

1. บทนำ

บริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยเป็นบริเวณที่มีผู้คนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งที่เป็นนักศึกษาและบุคคลที่ทำงานในบริเวณนั้น ซึ่งทั้งนักศึกษาที่เรียนอยู่ที่มหาวิทยาลัย และบุคคลที่ทำงาน ส่วนมากจะเช่าหอพักเพื่อความสะดวกสบายในการเดินทา เนื่องด้วยหอพักบริเวณรอบ ๆ มหาวิทยาลัยมีอยู่มากมาย ซึ่งมีความแตกต่างทั้งประเภทของห้องพัก ราคา ระยะทาง สิ่งอำนวยความสะดวก และความปลอดภัย ซึ่งผู้ที่ต้องการค้นหาหอพักย่อมมีความต้องการที่แตกต่างกัน อีกทั้งการหาหอพักที่เหมาะสมย่อมต้องใช้เวลา ค่าใช้จ่าย มากในการหาหอพักที่ผู้ต้องการพักอาศัยต้องการ ทางผู้จัดทำจึงคิดสร้างโปรแกรมค้นหาหอพักที่เหมาะสมที่สุด ผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยมีจุดประสงค์หลักในการค้นหาหอพักเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด เพื่อให้ผู้ใช้ประหยัดทั้งเวลา ค่าใช้จ่าย และสะดวกรวดเร็วต่อผู้ใช้มากที่สุด ในปัจจุบันโทรศัพท์เคลื่อนที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีบทบาทมากขึ้นในการดำเนินชีวิตประจำวัน และเนื่องจากเทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการพัฒนามากขึ้น ทำให้โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น ซึ่งไม่ได้จำกัดการใช้งานเพียงแค่การสื่อสารระหว่างบุคคลเท่านั้น แต่ยังมีการนำโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ มาใช้งานบนโทรศัพท์มากยิ่งขึ้นด้วย เช่นการค้นหาข้อมูลต่างๆ ผ่าน WAP และ GPRS ซึ่งทำให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลในเวลาที่รวดเร็ว ละสะดวกมากขึ้นด้วย เนื่องจากผู้ใช้สามารถพกพาโทรศัพท์เคลื่อนที่นี้ติดตัวไปได้ทุกๆ แห่งจึงทำให้โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับความนิยม เราจึงสามารถนำจุดเด่นนี้มาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในกลุ่มผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เพื่อช่วยนักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไปในการหาที่พักในระหว่างการเรียนและการทำงานที่เหมาะสมสุด คือ ใกล้สถานศึกษาหรือใกล้ที่ทำงาน โดยมีราคาและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านอื่นๆ มาเป็นส่วนคิดคำนวณที่ช่วยการตัดสินใจในการหาหอพัก

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โทรศัพท์เคลื่อนที่เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่สามารถติดต่อใช้งานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย (Server) ได้ ซึ่งปัจจุบันสามารถโต้ตอบกับโปรแกรมที่สอบถามข้อมูลจากผู้ใช้หรือที่เรียกว่า interactive mode ได้ และสามารถแสดงแผนที่ได้

ดังนั้นจึงนำความสามารถนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการประมวลผลการหอพักที่เหมาะสมสุดด้วยวิธีกระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น (Analytic Hierarchy Process)

4. รายละเอียดของการพัฒนา

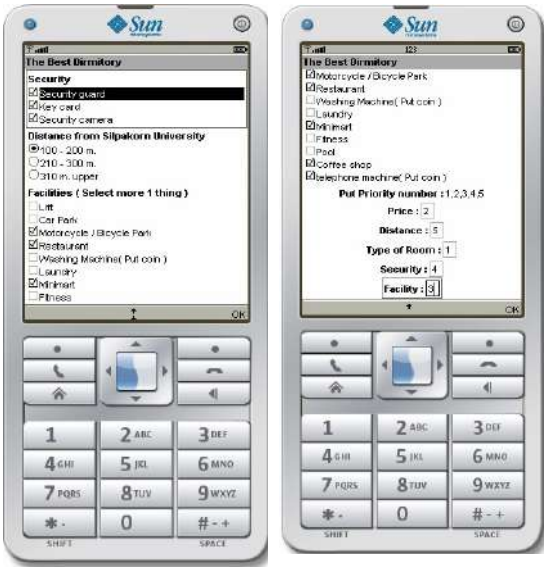
4.1 ภาพรวมของระบบ

ผู้วิจัยได้สำรวจ เก็บข้อมูล ถ่ายภาพจากสถานที่จริง และนำมาสร้างเป็นแผนที่ที่เสมือนจริงมากที่สุด

1. ผู้ใช้ระบุความต้องการหอพักจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 1
2. ผู้ใช้กำหนด priority ของปัจจัยเงื่อนไขดังแสดงในรูปที่ 2
3. ส่งข้อมูลให้เครื่องแม่ข่ายประมวลผล
4. ส่งผลลัพธ์หอพักที่ได้ ที่เป็นหอพักที่เหมาะสมสุดตามความต้องการของผู้ใช้มาแสดงที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

รูปที่ 1 หน้าจอผู้ใช้ระบุเงื่อนไขที่ต้องการ



รูปที่ 2 ผู้ใช้ระบุ priority ของปัจจัยของเงื่อนไขของหอพัก

ตัวอย่างเงื่อนไขที่ผู้หาหอพักต้องการ

Room Type คือ ประเภทห้องพัก

- ห้องแอร์
- ห้องพัดลม

Price คือ ราคา (บาทต่อเดือน)

- น้อยกว่า 2000
- 3,100 – 3,500
- 2,000 - 2,500
- 2,600 - 3,000
- มากกว่า 3,500

Distance คือ ระยะทางจากมหาวิทยาลัยศิลปากรมายังหอพัก

- 100 – 200 เมตร
- 210 – 300 เมตร
- 300 เมตรขึ้นไป

Security คือ สิ่งอำนวยความสะดวก

- ยาม
- กล้องวงจรปิด
- คีย์การ์ด -

ฯลฯ

Facilities ในที่นี้จะมีให้เลือก 10 อย่าง คือ

- Lift
- Car Park
- Motorcycle Park
- Restaurant
- Washing machine
- Laundry
- Minimart
- Coffee shop
- Telephone machine
- Fitness

หลังจากเลือกเงื่อนไขของปัจจัย 5 ประเภทแล้วผู้ใช้ยังสามารถกำหนด priority ได้ดังแสดงในรูปที่ 2

กระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น (The Analytic Hierarchy Process) ที่เรียกย่อยๆ ว่า AHP จะช่วยในการหาคะแนนและน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ได้ AHP จะสร้างเมทริกซ์คะแนนจากการเทียบทางเลือกทีล่ะคู่ ทีละปัจจัย ให้ P_{ij} เป็นคะแนนความชอบทางเลือกที่ i มากกว่าทางเลือกที่ j และ $P_{ji} = 1/P_{ij}$ หลักในการกำหนดค่าระดับความชอบแสดงในตารางที่ 1 เช่น ชอบทางเลือกที่ i มากกว่าทางเลือก j เช่นถ้า $P_{ij} = 4$ ค่าของ $P_{ji} = ¼$ เป็นต้น

AHP เป็นวิธีการตัดสินใจนำเงื่อนไขต่าง ๆ (ประเภทของหอพัก ราคา ระยะทาง ความปลอดภัย และสิ่งอำนวยความสะดวก) มาใช้ในการตัดสินใจเลือก

ทางเลือกที่เหมาะสมกับเงื่อนไขเหล่านั้นมากที่สุด โดยวิธีการนี้มีวิธีการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 1 การคิดค่าคะแนนเฉลี่ย

หอ	A	B	C	D	E	คะแนนเฉลี่ย
A	$\frac{P_{11}}{\sum_{j=1}^{n} P_{1j}}$	$\frac{P_{21}}{\sum_{j=1}^{n} P_{21j}}$	$\frac{P_{31}}{\sum_{j=1}^{n} P_{3j}}$	$\frac{P_{41}}{\sum_{j=1}^{n} P_{4j}}$	$\frac{P_{51}}{\sum_{j=1}^{n} P_{5j}}$	$\frac{\sum_{i=1}^{5} X_{1j}}{5}$
B	$\frac{P_{12}}{\sum_{j=1}^{n} P_{1j}}$	$\frac{P_{22}}{\sum_{j=1}^{n} P_{2j}}$	$\frac{P_{32}}{\sum_{j=1}^{n} P_{3j}}$	$\frac{P_{42}}{\sum_{j=1}^{n} P_{4j}}$	$\frac{P_{52}}{\sum_{j=1}^{n} P_{5j}}$	$\frac{\sum_{i=1}^{5} X_{2j}}{5}$
C	$\frac{P_{13}}{\sum_{j=1}^{n} P_{1j}}$	$\frac{P_{23}}{\sum_{j=1}^{n} P_{2j}}$	$\frac{P_{33}}{\sum_{j=1}^{n} P_{3j}}$	$\frac{P_{43}}{\sum_{j=1}^{n} P_{4j}}$	$\frac{P_{53}}{\sum_{j=1}^{n} P_{5j}}$	$\frac{\sum_{i=1}^{5} X_{3j}}{5}$
D	$\frac{P_{14}}{\sum_{j=1}^{n} P_{1j}}$	$\frac{P_{24}}{\sum_{j=1}^{n} P_{2j}}$	$\frac{P_{34}}{\sum_{j=1}^{n} P_{3j}}$	$\frac{P_{44}}{\sum_{j=1}^{n} P_{4j}}$	$\frac{P_{54}}{\sum_{j=1}^{n} P_{5j}}$	$\frac{\sum_{i=1}^{5} X_{4j}}{5}$
E	$\frac{P_{15}}{\sum_{j=1}^{n} P_{1j}}$	$\frac{P_{25}}{\sum_{j=1}^{n} P_{2j}}$	$\frac{P_{35}}{\sum_{j=1}^{n} P_{3j}}$	$\frac{P_{45}}{\sum_{j=1}^{n} P_{4j}}$	$\frac{P_{55}}{\sum_{j=1}^{n} P_{5j}}$	$\frac{\sum_{i=1}^{5} X_{5j}}{5}$

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละปัจจัย

หอ	A	B	C	D	E	น้ำหนัก
Room Type	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.469
Price	0.016	0.137	0.137	0.016	0.137	0.266
Security	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.068
Distance	0.042	0.025	0.042	0.042	0.042	0.059
Facilities	0.057	0.289	0.222	0.057	0.085	0.139
ถ่วงน้ำหนัก	0.122	0.185	0.177	0.122	0.158	

1. หาความสัมพันธ์กันของระดับความชอบของทุกๆ ทางเลือกในแต่ละเงื่อนไข โดยเริ่มจากการสร้างค่าระดับความชอบให้กับทุกเงื่อนไขของแต่ละหอพัก

2. หาผลรวมของทุกทางเลือกที่เกิดจากการเปรียบเทียบเงื่อนไข โดยการนำค่าระดับความชอบ) ค่าที่ได้จากข้อ 1 (มาทำการสร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบค่าระดับความชอบทีละคู่จนครบทุกทางเลือก (หอพัก) แล้วเก็บค่าผลรวมที่ได้ในทุกๆ ทางเลือก (หอพัก) ของแต่ละทางเลือก (การรวมค่าในแต่ละหลักของทุกๆ แถว) ไว้นำมาหาค่าปกติ

3. หาค่าปกติ โดยการนำผลของเมทริกซ์ที่เปรียบเทียบค่าระดับความชอบ หารด้วย ผลรวมของทุกทางเลือก (ที่ได้จากข้อ 2)

4. นำค่าปกติ (ที่ได้ในข้อที่ 3) มาทำการหาค่าคะแนนเฉลี่ย โดยการนำค่าปกติที่ได้ของแต่ละทางเลือกมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนทางเลือกทั้งหมด

5. คำนวณดังเช่น ข้อ 1-4 จนครบทุกเงื่อนไข รวมถึงเงื่อนไขที่เกิดจากการกำหนด Priority ด้วย

6. นำคะแนนเฉลี่ยของแต่ละทางเลือก ในแต่ละเงื่อนไขมาสร้างเป็นเมทริกซ์ โดยให้ แถวขอเมทริกซ์แทนด้วย เงื่อนไขของการค้นหา ส่วนคอลัมน์นั้นแทนด้วยทางเลือก และให้คอลัมน์สุดท้ายเป็นคอลัมน์ของค่าถ่วงน้ำหนัก (คะแนนปกติของค่า Priority)

7. หาค่าน้ำหนัก ซึ่งเกิดจากผลรวมของการคูณค่าปกติของแต่ละเงื่อนไขกับค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งผลรวมของค่าน้ำหนักที่มากที่สุด จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสุด

ในตารางที่ 1 แสดงสูตรการคิดค่าคะแนนเฉลี่ยในการทำงานในขั้นตอนที่ 4 ของวิธีการ AHP ในตารางที่ 2 แสดงผลที่ได้ในขั้นตอนที่ 5 ของวิธีการ AHP และในตารางที่ 3 แสดงผลที่ได้ในขั้นตอนที่ 6 ของวิธีการ AHP ผลการประมวลผลการเลือกหอพักจากข้อมูลในตารางที่ 3 จะเห็นว่าหอพัก B มีผลบวกของค่าน้ำหนักมากที่สุดคือ 0.210 ดังนั้นหอพัก B จะเป็นหอพักที่เหมาะสมสุดตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องการ

4.3 การสร้างภาพแผนที่

การที่จะนำเสนอภาพแผนที่ได้นั้น ต้องเก็บค่าขนาดของไฟล์ภาพแต่ละไฟล์รวมถึง path ภาพแผนที่นั้น ๆ ไว้ในฐานข้อมูล เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลเสร็จ แล้วรู้ว่าเป็นหอพักใดที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ แล้วจะใช้คีย์

หลัก (Primary Key) ไปดึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลกับภาพแผนที่ จากนั้นจะดึงไฟล์รูปภาพจาก path มาแสดงผล แล้วเซตค่าให้ตัวคนเดินจากมหาวิทยาลัยไปถึงหอพักนั้นๆ ตามที่ข้อมูลในฐานข้อมูลได้เก็บค่าไว้ ซึ่งแต่ละหอพักมีความแตกต่างกัน

4.4 ข้อจำกัดของระบบ

หอพักที่จะนำมาแสดงผลได้นั้น เป็นหอพักที่เกิดจากการสำรวจของผู้จัดทำเท่านั้น (กรณีศึกษา : บริเวณรอบ ๆ มหาวิทยาลัยศิลปากร)

ตารางที่ 3 คะแนนน้ำหนักของแต่ละทางเลือก

หอ	A	B	C	D	E	ถ่วงน้ำหนัก
Room Type	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.469
Price	0.004	0.036	0.036	0.004	0.036	0.266
Security	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.068
Distance	0.012	0.013	0.012	0.012	0.012	0.059
Facilities	0.012	0.054	0.044	0.012	0.017	0.139
น้ำหนัก	**0.135**	**0.210**	**0.199**	**0.135**	**0.173**	**1.000**

รูปที่ 3 ข้อมูลของหอพักที่คัดเลือกได้

รูปที่ 4 แผนที่ของหอพักที่คัดเลือกได้

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ใช้ emulator ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Nokia (Symbian 6.0) ที่รองรับ MIDP 2.0

5.2 ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบโปรแกรมนั้นสามารถทำการค้นหาหอพักตามที่ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไข แล้วแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นรายละเอียดของข้อมูล รูปภาพ และแผนที่ได้ตามที่กำหนดเป้าหมายไว้ผลจากการตัดสินใจคัดเลือกหอพักด้วยวิธีการกระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น ผลลัพธ์แสดงเป็นข้อมูลของหอพักและรูปแผนที่ของหอพักดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

6. บทสรุป

การในโครงการนี้ใช้ภาษา Java เป็นภาษาการโปรแกรม 2 ลักษณะคือ J2ME และ JSP ซึ่งยากต่อการส่งค่าและการเชื่อมต่อระหว่างกัน และความยุ่งยากของการใช้งานร่วมกันระหว่าง MIDlet และ Canvas ของภาษา J2ME ในการเชื่อมต่อไปมาของหน้าต่าง ๆ

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. สามารถนำรูปแบบของโปรแกรมไปประยุกต์ใช้กับการสร้างระบบอื่น ๆ ได้ เช่น ระบบค้นหาวัดต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร ระบบค้นหารถโดยสารประจำทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ระบบค้นหาสถานที่สำคัญในกรุงเทพมหานคร เป็นต้น

2. การเปรียบเทียบประเทศที่จะไปศึกษาต่อ ซึ่งแต่ละประเทศจะมีปัจจัยที่แตกต่างกัน คืองบประมาณในการไปเรียนต่อมหาวิทยาลัยที่อยู่ในประเทศนั้น ๆ ค่าครองชีพของประเทศนั้น ๆ ระดับการพัฒนาของประเทศนั้น ๆ ความปลอดภัย ความถนัดทางภาษาของผู้ที่จะไป เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและสำนักงาน ส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ทิชาลักษณ์ สุวรรณลักษณ์, 2550. **พัฒนาระบบการหาเส้นทางการเดินทางผ่านโทรศัพท์มือถือ**, [ออนไลน์] , เข้าถึงได้ : http://wiki.nectec.or.th/ntl/Main/Thichaluk_Deliverable

[2] ปัฐวี เตาเงิน และ เอกรัฐ ธัญญชาติพัววงศ์, 2548. **การพัฒนาระบบถ่ายทอดเสียงผ่านโทรศัพท์มือถือ,** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

[3] Source Code in Thailand ,J2ME Book Online, [ออนไลน์] , เข้าถึงได้ : www.sourcecode.in.th/j2me/lession3.php

[4] วีระศักดิ์ ซึงถาวร, 2547.Java Programing Volumel, กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดยูเคชัน

[5] ผ่องพิศ สอนสมนึก , 2547, Mobile J2ME , [ออนไลน์],เข้าถึงได้ : http://www.thaiprogramer.com

[6] สุทัศน์ จิตรวัชรโกมล , ศิระวุฒิ จันทร์ชูศรี , **สร้างเกมส์และโปรแกรมด้วย J2ME คุณก็ทำได้** , บริษัท พ็อกเก็ตพีซีแมกกาซีน จำกัด

[7] อรพิน ประวัติบริสุทธิ์ , 2550. **คู่มือเรียน JSP** , กรุงเทพฯ , บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

[8] พ.อ .เจนวิทย์ เหลืองอร่าม , ปิยวิทย์ เหลืองอร่าม , **การเขียนโปรแกรมสำหรับ Wireless Application ด้วย 2ME** , กรุงเทพฯ , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

คุณค่าของคอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน

วริษฐ์ วิปุลานุสาสน์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
wwarit@wu.ac.th

ผศ.ดร.จิรพล สังข์โพธิ์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
sjirapon@wu.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วยวิทยาการที่ก้าวหน้าทำให้คอมพิวเตอร์แบบพกพาสามารถประมวลผลต่างๆ ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้ริเริ่มประยุกต์คอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อสนับสนุนการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน อาทิ ทางหลวง สะพาน ทางพิเศษ และท่าอากาศยานในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้การจัดการโครงสร้างพื้นฐานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยบทความนี้นำเสนอถึง การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในด้านการประเมินสภาพ (Condition Assessment) และ การจัดการอุบัติเหตุ (Accident Management) สำหรับโครงสร้างพื้นฐานแต่ละประเภท ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการองค์กรในประเด็นต่อไปนี้ 1 ระบบรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government) 2 การออกแบบกระบวนการใหม่ (Process Redesign) 3 การสร้างความสัมพันธ์ผู้รับบริการ (Customer Relationship Management) 4 การกำหนดมาตรฐานในการให้บริการ (Service Standard)

Abstract

In the advance technology, mobile computers have the potential to process with accurate and reasonable result Owing to this reasons, the authors have initiated an application of handheld computer in collaboration with infrastructure management, e.g. highway, bridge, expressway and airport These applications increase efficiency and effectiveness of data collection and analysis. This paper presents the application of handheld computer in condition assessment and accident management for each infrastructure. These applications enhance high performance organization in the following aspects consisting of e-government, process redesign, customer relationship management, and service standard.

คำสำคัญ

MOBILE COMPUTERS, INFRASTRUCTURE MANAGEMENT

1. บทนำ

โครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางหลวง ทางพิเศษ ท่าอากาศยาน ไฟฟ้า ประปา ฯลฯ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความอยู่ดีกินดีของประชาชน ความผาสุกในระบบสังคม และความต่อเนื่องทางเศรษฐกิจและธุรกิจ นอกจากนี้ ยังมีความเชื่อที่ว่าทรัพย์สินทางระบบสาธารณูปโภคของประเทศเป็นตัวบ่งชี้ถึงความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศนั้นอีกด้วย [1] ระบบโครงสร้างพื้นฐานหากไม่ได้รับการจัดการที่ดี อาจทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพ

การที่จะได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆเพื่อการจัดการโครงสร้างพื้นฐานนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการจัดการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นและการแสดงผลของการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการตัดสินใจของผู้บริหาร

ด้วยวิทยาการที่ก้าวหน้าทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่นอกจากจะทำให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงสามารถประมวลผลต่างๆ ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำแล้ว ยังสามารถทำให้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีขนาดเล็กพกพาได้ ด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ล้ำสมัย วิธีหนึ่งที่ผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บข้อมูลเพื่อการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ก็คือการนำเอาคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Computer) มาช่วยในการเก็บข้อมูล และการมีระบบฐานข้อมูลกลางในการรวบรวมข้อมูลและเป็นระบบที่สามารถแสดงรายงานสรุปภาพรวมของโครงสร้างพื้นฐานต่อผู้บริหารได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาและระบบการรายงานข้อมูลนั้นจะช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในสนามและผู้บริหาร ในส่วนของผู้ปฏิบัติงานในการนำเอาคอมพิวเตอร์แบบพกพา มาใช้นั้นจะช่วยเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานและไม่เป็นอุปสรรคต่อการ

ปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน การใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ก็สะดวกต่อการใช้เมื่ออยู่นอกสถานที่และขณะเคลื่อนที่ (Outdoor and On-the-move Environment) ซึ่งตรงกับลักษณะของงานเก็บข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน เมื่อข้อมูลถูกนำมาเก็บอยู่ใน Mobile Computer ข้อมูลเหล่านี้สามารถที่จะถูกเคลื่อนย้ายไปสู่ระบบรายงานผลซึ่งเป็นฐานข้อมูลโดยที่ไม่ต้องป้อนข้อมูลอีกครั้ง ซึ่งนอกจากจะเป็นการประหยัดเวลาแล้วยังลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการป้อนซ้ำ (Reentering) อีกด้วย ในส่วนของการสนับสนุนผู้บริหาร ระบบฐานข้อมูลกลางจะช่วยให้สามารถเรียกดูข้อมูลการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานนั้นๆ ได้

นอกจากนี้ระบบยังจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปข้อมูลการวิเคราะห์ดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของกราฟ ตารางเปรียบเทียบ หรือแผนภูมิต่างๆ ทำให้ผู้บริหารสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Computer) นี้มีตั้งแต่อุปกรณ์ Pocket PC, PDA, Palmtop Computer ไปจนถึง Wearable Computer ซึ่งมีขนาดที่เล็กและพกพาได้ โดยมีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในต่างประเทศสำหรับการใช้งานในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีน้ำหนักเบา สามารถพกพาได้ และอาศัยพลังงานจากแบตเตอรี่ อีกทั้งยังสามารถแสดงผลด้านรูปภาพได้ดี และยังสามารถที่จะถ่ายโอน และติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

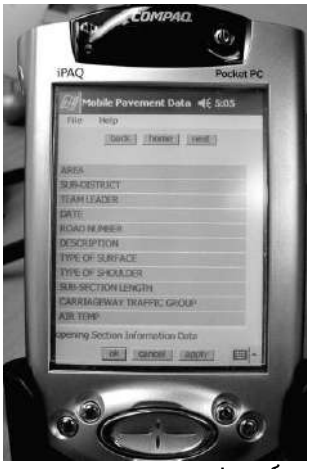
สำหรับประเทศไทยแล้ว การใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพา ในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก โดยมีการริเริ่มนำ Wearable Computer เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบผิวทาง สำหรับระบบบริหารจัดการผิวทางของกรมทางหลวงชนบท โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะบันทึกข้อมูลสภาพผิวทางต่างๆ ได้แก่ ประเภทของความเสียหาย ความรุนแรงของความเสียหาย และปริมาณความเสียหาย เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถส่งผ่านไปยังระบบบริหารจัดการผิวทาง (Pavement Management System) ได้โดยตรง ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและมีคุณภาพมากขึ้น

4. รายละเอียดการพัฒนา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพา ในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานหลายประเภท ได้แก่ ทางหลวง ทางพิเศษ ท่าอากาศยาน ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการประเมินสภาพ และการจัดการอุบัติเหตุ ดังแสดงในกรณีศึกษาต่อไปนี้

4.1 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบผิวทาง

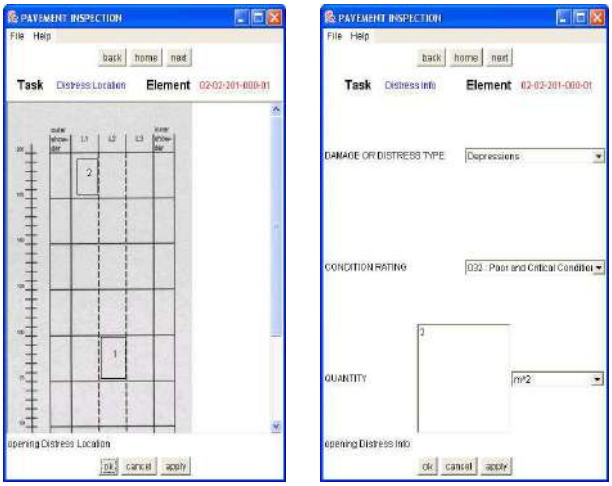
การออกแบบและพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลผิวทางผ่านคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Pavement Data Collection System, MPDCS) การพัฒนาระบบดังกล่าวเพื่อช่วยให้งานตรวจสอบผิวทาง (Pavement Inspection) มีประสิทธิภาพมากขึ้นระบบ MPDCS ถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัย JIF (Java Inspection Framework) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยให้การพัฒนาระบบการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยภาษา Java ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบผิวทางสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของ XML (eXtensible Markup Language) ตามที่ JIF ต้องการ หลังจากนั้น JIF จะทำการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของInspection Domain Object แล้วครอบด้วยตัว Application ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้บน Pocket PC ประเภทต่างๆ โดย Pocket PC ที่นำมาทดสอบได้แก่ HP iPAQ 3850 [1]



รูปที่ 1 ระบบ MPDCS บนอุปกรณ์ Pocket PC

4.2 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการตรวจสอบทางพิเศษ

ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการตรวจสอบสภาพของทางพิเศษ (Expressway Inspection) ของทางพิเศษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งชี้ (Identify) ความเสียหายและความเสื่อมสภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างสะพาน และประเมินความสามารถในการใช้งานเบื้องต้นของสะพานโดยใช้ระบบคะแนน (Rating)



รูปที่ 2 หน้าจอการใช้งานของระบบตรวจสอบทางพิเศษ

ระบบบนอุปกรณ์พกพาจะทำงานแบบ Stand-alone โดยโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะติดตั้งบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ชนิดพกพา ซึ่งจะเรียกว่าเครื่องไคลเอนท์ (Client) ข้อมูลต่างๆ ที่เก็บไว้ระหว่างการปฏิบัติการเก็บข้อมูลจะถูกเก็บบนเครื่องไคลเอนท์ หลังจากที่ผู้ปฏิบัติการเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูล ข้อมูลบนเครื่อง client จะถูกส่งถ่ายไปยังฐานข้อมูล [2]

รูปที่ 3 Hardware Architecture **ของระบบ**

4.3 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการตรวจสอบผิวทางท่าอากาศยาน

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและประยุกต์ตัวแบบระบบการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบสภาพผิวทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เพื่อขจัดปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลในกระดาษ ผู้ตรวจสอบสามารถบันทึกข้อมูลความเสียหายและตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการได้ โดยคอมพิวเตอร์พกพาที่พัฒนาเป็นแบบ Wearable Computer [3]

รูปที่ 4 หน้าจอการใช้งานของระบบ

4.4 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการอุบัติเหตุจราจร

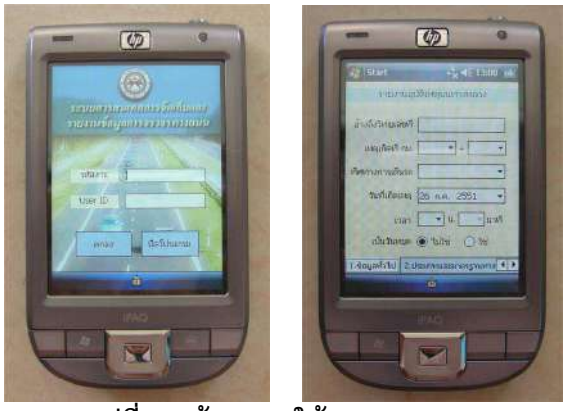
เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บและรายงานผลอุบัติเหตุบนทางหลวง สำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง กรมทางหลวง โดยระบบสารสนเทศจะประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนของระบบช่วยจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุบนคอมพิวเตอร์พกพา (Mobile Computer) และส่วนของการประเมินผลและรายงานผลอุบัติเหตุซึ่งจะทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่าย (Server) ผ่านทางอินเตอร์เน็ต

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานในส่วนของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองซึ่งสามารถแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สายตรวจ หรือเจ้าหน้าที่ประจำรถกู้ภัย หรือเจ้าหน้าที่รับแจ้งเหตุทางโทรศัพท์
2. ผู้บริหาร/ตำรวจทางหลวง
3. ผู้ดูแลระบบ

ซึ่งแต่ละกลุ่มผู้ใช้จะมีการใช้งานโปรแกรมร่วมกันในแต่ระบบงานงานย่อย โดยสามารถแสดงเป็น Flow การทำงานของระบบงาน ออกเป็น 1 กลุ่มคือ กลุ่มของโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) โปรแกรมใช้กับคอมพิวเตอร์พกพาและการพัฒนาโปรแกรมผ่านเครือข่าย Internet โดยระบบดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วน คือ รายงานอำนวยความปลอดภัยเป็นระบบที่จัดเก็บข้อมูลการอำนวยความสะดวกการจราจรกรณีมีรถยนต์เสียในเขตทางและกรณีขบวนเสด็จ

รายงานอุบัติเหตุบนทางหลวงเป็นระบบที่จัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในเขตทาง [4]



รูปที่ 5 หน้าจอการใช้งานของระบบ

5. การพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการองค์กรด้วยคุณค่าของคอมพิวเตอร์แบบพกพา

กลไกสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งสามารถที่สามารถก่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าในเชิงภารกิจขององค์กร การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการอำนวยความสะดวกและตอบสนองต่อผู้รับบริการ คือ การจัดให้มีระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับส่งเสริมการปฏิบัติงานและให้บริการ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การประยุกต์คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่องค์กรควรดำเนินการเพื่อให้สามารถนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงาน ลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพิ่มความรวดเร็วในการดำเนินการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ ตลอดจนการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาศักยภาพและขีดสมรรถนะของบุคลากรและเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุน ลดกำลังคน ลดเวลาในการทำงาน จักส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพ ความรวดเร็วและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ โดยการประยุกต์คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานสามารถพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการองค์กร ดังต่อไปนี้

5.1 ระบบรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government)

รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-Government เป็นวิธีการบริหารจัดการภาครัฐสมัยใหม่ที่รัฐบาลมีนโยบาย โดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายการสื่อสาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของภาครัฐ ปัจจัยภายในที่ทำให้หน่วยงานต้องปรับเปลี่ยนเพื่อก้าวไปสู่ e-Government ประการแรก คือ ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ และอัตรากำลัง แม้ว่าในเบื้องต้นการดำเนินการเพื่อก้าวไปสู่ e-Government นั้นจะต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการ แต่ในระยะยาวแล้ว แน่นอนว่าการทำให้เกิดการบริการต่างๆทางอิเล็กทรอนิกส์จะทำให้ลดต้นทุนไปได้มาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสถานที่การให้บริการ การจัดพิมพ์แบบฟอร์มซึ่งจะกลายเป็นรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ลดเจ้าหน้าที่ที่จะต้องมาให้บริการและมานั่งป้อนข้อมูล

ดังกรณีตัวอย่าง ระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลการจราจรของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง เป็นการนำบริการของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองไปสู่ผู้ใช้ทางโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการบริการ โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อในการให้บริการ โดยผู้ใช้ทาง คือ ผู้รับบริการสามารถรับทราบข้อมูลทางด้านจราจร อุบัติเหตุ ซึ่งเป็นการปรับปรุงเพื่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงการบริหารจัดการ ส่งผลให้เกิดการ บริการแก่ผู้ใช้ทางที่ดีขึ้น และทำให้มีการใช้ข้อมูลของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นด้วย

5.2 การออกแบบกระบวนการใหม่ (Process Redesign)

การออกแบบกระบวนการใหม่เป็นการพิจารณาปรับระบบและลดขั้นตอนการทำงาน โดยมองไปที่ 4 ตัว คือ กระบวนการ (Process) คน (People) เทคโนโลยี (Technology) และ โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เช่น ปรับโครงสร้างให้เป็นแนวราบ มีการมอบอำนาจ แบ่งงานที่เหมาะสม ลักษณะงานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน รูปแบบการทำงานทดแทน สนับสนุนกันได้ เทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้เสริมเข้ามาช่วยในการทำงาน เป็นต้น โดยการลดขั้นตอนการปฏิบัติงานเกินความจำเป็นซึ่งกระทำโดย การกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานและการลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Process Simplification)

ดังเช่น กรณีตัวอย่าง การปรับปรุงการตรวจสอบสภาพผิวทางของกรมทางหลวงและการทางพิเศษแห่งประเทศไทย จากเดิมที่อยู่ในรูปแบบการจดข้อมูลลงในแบบฟอร์มกระดาษซึ่งเมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์การไหลของงาน (Work Flow Analysis) แล้วพบว่าเป็นงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ต่อมาเมื่อถึงเวลาจะมีการรวบรวมข้อมูลที่อยู่ในกระดาษเหล่านั้นลงในโปรแกรมสำเร็จรูปเช่น MS Excel เพื่อสรุปข้อมูลดังกล่าวแก่ผู้บริหาร ซึ่งในทางปฏิบัติพบว่าการเก็บข้อมูลโดยวิธีดังกล่าวมีความยุ่งยากอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นปริมาณของข้อมูลที่มีอยู่ในแบบฟอร์มมีเป็นจำนวนมาก และในบางครั้งก็มีการสูญหาย การบันทึกข้อมูลในกระดาษเข้าสู่โปรแกรม MS Excel ในบางครั้งมีความผิดพลาดและยากต่อการตรวจสอบ การรายงานผลต่อผู้บริหารยังไม่ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและรูปแบบการรายงานยังไม่อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมและง่ายต่อการตัดสินใจ

ดังนั้นจึงได้ออกแบบกระบวนงานใหม่โดยนำ Mobile Computer มาช่วยในการเก็บข้อมูลจะช่วยเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานและไม่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน

5.3 ระบบการอำนวยความสะดวกและการแก้ไขปัญหาอุปสรรคให้แก่ผู้รับบริการ

เป้าประสงค์หนึ่งของการบริหารองค์กรที่ดี คือ การพัฒนาคุณภาพการให้บริการที่ดีขึ้น (Better Service Quality) ดังเช่นกรณี สำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองดำเนินการการจัดระบบการอำนวยความสะดวกและการแก้ไขปัญหาให้แก่ประชาชนผู้รับบริการซึ่งก็คือ ผู้ใช้ทางนั่นเอง เพื่อให้ประชาชนได้รับความพึงพอใจเมื่อมารับบริการจากสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง โดยเฉพาะระบบอำนวยความปลอดภัยที่จะให้บริการแก้ไขระบบที่ขัดข้องของรถยนต์ให้แก่ผู้ใช้ทาง

สำหรับภาคราชการ "ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย" หมายถึง กลุ่มทุกกลุ่มที่ได้รับผลกระทบหรืออาจได้รับผลกระทบจากการปฏิบัติการและความสำเร็จของส่วนราชการ

โดย "ผู้รับบริการ" หมายถึง ประชาชนที่มารับบริการโดยตรงหรือผู้ที่มาติดต่อสอบถามข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ผ่านโทรศัพท์ จดหมาย หรือมาที่สำนักงานของส่วนราชการ รวมถึงส่วนราชการหรือองค์กรอื่น ๆ ที่รับมอบงานต่อกัน

"ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย" หมายถึง ผู้ที่ได้รับผลกระทบ ทั้งทางบวกและทางลบ ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากการดำเนินการขององค์กร รวมถึงเจ้าหน้าที่องค์กรนั้น ๆ คู่ค้า คณะกรรมการ ผู้ส่งมอบ และชุมนุมในท้องถิ่น

สำนักงานทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองต้องไม่หยุดนิ่งที่คิดค้นหาทางปรับปรุงให้คุณภาพของการให้บริการดีขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ เพิ่มมาตรฐานการบริการให้สูงขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยนำวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เพิ่มประสิทธิภาพของการบริการ อาทิ การบริหารความสัมพันธ์กับผู้รับบริการ (Customer Relationship Management) ซึ่งก็คือการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า โดยการใช้เทคโนโลยีและการใช้บุคลากรอย่างมีหลักการ เพื่อเพิ่มระดับการให้บริการแก่ลูกค้า สร้างความเข้าใจในความต้องการของลูกค้า รวมทั้งตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั้งในด้านผลิตภัณฑ์และการบริการ โดยการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ดังเช่น ระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลการจราจรของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเพื่อวิเคราะห์ถึงกรณีที่รถยนต์เสียในเขตทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเกิดจากระบบใดขัดข้องมากที่สุดเพื่อให้หน่วยบริการสามารถพิจารณาความสำคัญในการเตรียมการซ่อมแซมระบบที่ขัดข้องดังกล่าว

นอกจากนั้นในอนาคต ควรจะใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (Internet Technology) เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ปรับปรุงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ทาง เช่น การใช้เว็บเทคโนโลยี การใช้ e-mail การใช้ระบบส่งข้อความ (Instant messaging) เพื่อแจ้งหรือรับข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลอุบัติเหตุหรือข้อมูลจราจรจากผู้ใช้ทาง

5.4 การกำหนดมาตรฐานในการให้บริการ

โดยพิจารณาตัวอย่างจากกรณีสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง การที่สำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองจะสามารถให้บริการได้เป็นที่พอใจของผู้ใช้ทางในกรณีรถเสียและได้แจ้งต่อหน่วยกู้ภัยทางหลวงพิเศษ จะต้องพิจารณาว่าผู้ใช้

ทางมีความต้องการและความคาดหวังในระดับใด ทั้งนี้ เพราะความพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลหนึ่งมากกว่าหรือเท่ากับสิ่งที่บุคคลนั้นคาดหวัง

จากข้อมูลความคาดหวังในระยะเวลาถึงที่เกิดเหตุของรถกู้ภัย สำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองจะต้องนำมาวิเคราะห์ร่วมกับทรัพยากรและขีดความสามารถของหน่วยงานว่ามีความสามารถที่จะกำหนดมาตรฐานในการให้บริการให้เป็นไปตามความคาดหวังของผู้ใช้ทางได้หรือไม่ หากไม่ได้หน่วยงานจะต้องเพิ่มกำลังกำลังคน เพิ่มทรัพยากรอื่นหรือเปลี่ยนขั้นตอนวิธีการทำงานอย่างไร เพื่อให้สามารถได้ผลลัพธ์เป็นไปตามที่ผู้ใช้ทางคาดหวัง

สำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองจะต้องติดตามและตรวจสอบและประเมินผลระยะเวลาถึงที่เกิดเหตุของรถกู้ภัยโดยสามารถพิจารณาได้จากสถิติภายในระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลการจราจรของสำนักทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ซึ่งรวบรวมสถิติระยะเวลาถึงที่เกิดเหตุของรถกู้ภัยไว้ โดยพิจารณาว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ เพียงใด วิเคราะห์หาสาเหตุที่การให้บริการไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ตลอดจนวิเคราะห์ว่าผู้รับบริการมีความพึงพอใจเพียงใด

6. บทสรุป

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการประยุกต์คอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการจัดการโครงสร้างพื้นฐานซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูล การแก้ไขเปลี่ยนแปลง การเรียกดูข้อมูล การประมวลผล การใช้งานร่วมกันแบบหลายๆ คน และการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ง่ายขึ้น มีค่าใช้จ่ายต่ำลง เพิ่มคุณค่าและประโยชน์ในการใช้งานข้อมูลและสารสนเทศที่ได้มาจะมีคุณภาพในการนำไปวิเคราะห์และใช้งานมากเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันยังสามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานและมีต้นทุนการทำงานที่ต่ำลง ใช้เวลาในการทำงานที่ลดลง และได้ผลลัพธ์ของงานที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น แนวทางดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการในองค์กรสำหรับการจัดการโครงสร้างพื้นฐานเป็นอย่างยิ่ง

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาคุณค่าของคอมพิวเตอร์แบบพกพาในการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Sunkpho, Jirapon, 2004. The Use of Mobile Computers in Pavement Data Collection. Proceedings of the 9th National Civil Convention.pp. TRP-176- 181.

[2] Promviharn A., Sunkpho J., Herabat P. and Wipulanusat, W, .Field Inspection Support System for ETA Expressway System Proceedings of the Twelvth Convention on Civil Engineering, 2007.

[3] Wipulanusat, W and Sunkpho J., The Use of Mobile Computers in Pavement Data Collection : A Case Study of Suvanabhumi Airport, Proceedings of the Thirteenth Convention on Civil Engineering, 2008.

[4] สำนักงานทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง. โครงการวิจัยการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บและรายงานผลอุบัติเหตุบนทางหลวง ดำเนินงานวิจัยโดยมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง 2551.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบวิเคราะห์การแซงรถคันหน้าสำหรับช่วยเหลือผู้ขับรถในเวลากลางคืน

ไพโรจน์ แสงปรีดีกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

pairoja@tot.co.th

จักรี ศรีนนท์ฉัตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

jakkree@rmut.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการค้นหาและคำนวณระยะทางของรถยนต์ที่สวนทางมาในฝั่งตรงข้าม เพื่อช่วยเหลือผู้ขับรถยนต์ในการตัดสินใจแซงสำหรับสภาพแวดล้อมขณะกลางคืน โดยพิจารณาจากระยะห่างของไฟหน้าของรถยนต์ด้วยหลักการวิเคราะห์และทฤษฎีของระบบประมวลผลภาพ,วิธีการวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพที่เป็นไบนารี่(BLOB Analysis)[1] และทฤษฎีระยะชัดของภาพ(DOF Theory)[2] มาใช้ร่วมกับเทคนิคภาพเสมือนจริง(Perspective View)[3] ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถของผู้ขับขี่ในขณะกลางคืนให้สูงขึ้น รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการตรวจหาตำแหน่งศูนย์กลางและระยะห่างของดวงไฟในภาพสามารถใช้ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพเพียง2เฟรม หลังจากพบระยะห่างของดวงไฟหน้ารถ โดยเฉลี่ยใช้เวลาประมวลผลช้ากว่าเวลาจริงเพียง0.27วินาทีต่อเฟรม ผลลัพธ์จากการวิจัยแสดงให้เห็นถึงระยะที่จะแซงได้นั้นจะต้องมากกว่า250เมตรขึ้นไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้ขับรถในการตัดสินใจ

Abstract

This research presents the method of identification and calculation of car's distance, overtaking from opposite lane. The benefit from the research is to support the driver's decision at night-time period by considering the distance of headlights. This study uses the analysis principle and theory of image processing system, BLOB Analysis[1], DOF Theory[2], including Perspective View technique. Moreover, the study improves the detection process of center position and the distance of headlight from images. The result is the process using only 2 frames, after detection of the headlight. The average of lag time is 0.27 second/frame. The outcome from this research exhibits that the overtaking distance must be over 250 meters.That is the fundamental information for driver's decision.

คำสำคัญ

Blob Analysis, DOF Theory, Perspective

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนมากขึ้น โดยเฉพาะงานประยุกต์ทางด้านความปลอดภัย งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการแซงรถคันที่อยู่ข้างหน้าเนื่องจากปัจจุบันงานที่ทำจะต้องแข่งกับเวลาในการเดินทาง เช่น งานส่งหนังสือพิมพ์ไปยังต่างจังหวัดเป็นต้น ส่วนใหญ่อุบัติเหตุจะเกิดขึ้นที่ช่วงเวลากลางคืน ข้อเท็จจริงนี้ถูกยืนยันโดยสถิติในประเทศไทยปี 2550 (28ธ.ค.50 – 3ม.ค.51)[4] จากตารางที่ 1

<u>ตารางที่ 1</u> สถิติการเกิดอุบัติเหตุช่วงเทศกาลปีใหม่ ปี 51(ระหว่างวันที่ 28ธ.ค.50 ถึง 3ม.ค.51)

ประเภทถนน	ทางตรง	54.18 %
	อื่นๆ	45.82 %
เส้นทางที่เกิดอุบัติเหตุ	ทางหลวงแผ่นดิน	34.01%
	ทางหลวงชนบท	65.99 %
เวลาที่เกิดอุบัติเหตุ	6.01–18.00 น.	32.27 %
	18.01–6.00 น.	67.73 %

เราค้นพบว่าส่วนใหญ่ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมาจากมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์มีความเหนื่อยล้าที่เกิดจากการขับขี่รถยนต์เป็นเวลานานส่งผลต่อการตัดสินใจที่ผิดพลาดในการแซง เช่นเดียวกับระยะทางของรถที่สวนทางมาในฝั่งตรงกันข้าม ซึ่งในสถานการณ์นั้นไม่สามารถคาดเดาได้การวิเคราะห์ระบบสำหรับช่วยเหลือหรือสนับสนุนการตัดสินใจแซงในเวลากลางคืนจะสามารถลดอุบัติเหตุให้น้อยลงได้หากสามารถจัดการได้อย่างชาญฉลาด เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พบว่ามีงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคของทางด้านการรู้จำภาพ งานวิจัยนี้ได้นำหลักการของวิทยานิพนธ์จากที่ผ่านมาแล้ว ตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่Nagumo,S., Okamoto,N.(2003)[5] ใช้กล้องติดตั้งหน้ารถตรวจจับรถคันหน้า โดยใช้สภาวะแสงสว่างของไฟรถคันหน้าและความสัมพันธ์ระหว่างเฟรม ใช้แนวคิดจากการจับภาพข้อความมาตรวจสอบภาพพื้นหลังและภาพรถ การเปลี่ยนแปลงของแสงไฟ ทำให้รู้ระยะรถที่สวนทางมา งานวิจัยของNagumo,S. ,Hasegawa,H.,Okamoto,N.(2003)[6] กล่าวถึงการตรวจสอบรถคันหน้าในเวลากลางวัน ซึ่งจะตรวจสอบพื้นที่ด้านกว้างของรถได้ง่ายและเวลากลางคืนจะอาศัยสีของแสงไฟรถมาช่วย มีการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาด งานวิจัยของGat,I.,Benady,M.,Shashua,A.(2005) [7] งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับระบบการเตือน โดยคำนึงถึงวิสัยทัศน์ ภายนอกตัวรถ,ช่องทางวิ่งของรถ,ตรวจสอบระยะของรถคันหน้าและความแออัดของรถที่อยู่บนถนนใช้หลักการและวิธีคำนวณระยะด้วยวิธีเรขาคณิต เพื่อความแม่นยำได้ทดสอบจากจำนวนของยานพาหนะที่มากขึ้นที่ระยะทางต่างๆ และSuansomjit,P.(2006)[8] ใช้การตรวจสอบ รู้จำตำแหน่งความสว่างของหลอดไฟในภาพที่เฟรมต่างๆ และวิเคราะห์ความแม่นยำจากความสัมพันธ์ของระยะทางกับระยะหลอดไฟซึ่งเกิดขึ้นในระยะต่างๆที่กำหนดในสมมุติฐานการทดลอง ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเฉพาะของรถที่ทดสอบเท่านั้น

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นแม้ว่าจะมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายคลึงกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่างานวิจัยที่กล่าวมาส่วนใหญ่เป็นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างสูง อีกทั้งงานวิจัยที่กล่าวทั้งหมดใช้วิธีการประมวลผลภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความนิยมในรูปแบบดังกล่าว

2.1 การวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพที่เป็นไบนารี่ (BLOB Analysis)

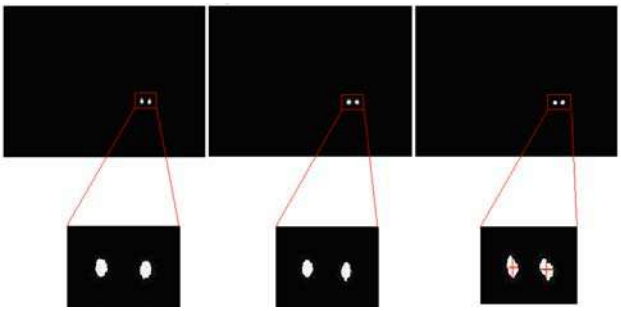
BLOB (Binary Large Object) เป็นการวิเคราะห์หากลุ่มสีของวัตถุหรือเป้าหมายที่เป็นไบนารี คือ แยกกลุ่มของจุดภาพที่แตกต่างกัน ด้วยการคำนวณหาตำแหน่งและขนาดวัตถุ,การวิเคราะห์องค์ประกอบของจุดเชื่อมต่อ(Region growing)ทำได้ด้วยวิธีกำหนดจำนวนจุดเชื่อมต่อแบบ4-connected หรือแบบ8-connected จากแนวคิดของ Grassfire[1] โดยที่ Region growing เกิดจากผลรวมของค่า Thresholding และค่า connected component analysis

2.2 ทฤษฎีระยะชัดของภาพ(DOF Theory)

ระยะชัดของภาพ (Depth of field) คือระยะทางจากวัตถุที่เราโฟกัสถึงระนาบฟิล์ม ระยะชัดแปรผันโดยตรงกับระยะวัตถุยกกำลังสอง

$$\text{Depth of field} \propto \text{Object Distance}^2 \qquad (1)$$

นั่นคือหากระยะวัตถุเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าระยะชัดจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าตัว แต่การเพิ่มของระยะวัตถุจะทำให้ขนาดวัตถุในภาพเล็กลงและ Perspective View เปลี่ยนไปด้วย



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1 แสดงภาพไฟหน้ารถจริงที่นำมาใช้ประมวลผล

จากภาพแสดงแนวคิดการหาค่าเฉลี่ยของจุดโฟกัสจากกล้อง2ตัว โดยที่(ก)คือภาพจากกล้องตัวที่1,(ข)คือภาพจากกล้องตัวที่2,(ค)คือการนำภาพจาก2กล้องมารวมกันจะได้จุดโฟกัสของกลุ่มแสงสีขาวที่ถูกต้องและให้ความแม่นยำยิ่งขึ้นจากสมการ(1)

2.3. สมการความสัมพันธ์แบบถดถอยแบบเชิงเส้น [9]

เนื่องจากการทดลองแต่ละครั้งจะเกิดความไม่แน่นอน ดังนั้นข้อมูลที่ได้จำเป็นต้องนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานต่อไป งานวิจัยนี้จะใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเส้นตรงจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยวิธีถดถอยเชิงเส้น (Linear regression)ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ ใช้สร้างฟังก์ชั่นเส้นตรงสำหรับชุดข้อมูลที่ประกอบด้วย $x_i, y_i, i=1,2,\ldots,n$ นั่นคือ มีจำนวน n ข้อมูล รูปแบบฟังก์ชั่น คือ

$$y = a_0 + a_1 x \qquad (2)$$

โดย a_0 และ a_1 เป็นค่าคงตัวที่ไม่รู้ค่าและจำเป็นต้องคำนวณหาจากเงื่อนไขที่ว่าสมการเส้นตรงที่ได้จะต้องมีความผิดพลาดโดยเฉลี่ยที่น้อยที่สุดจากข้อมูลทุกข้อมูลที่ทดลองได้ เราสามารถใช้กฎของคราเมอร์ [9] เพื่อหาค่าคงที่ a_0 และ a_1 ได้ดังนี้

$$a_0 = \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2} \quad (3)$$

$$a_1 = \frac{n(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)}{n(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2} \quad (4)$$

โดยที่

x = ระยะทางจากหลอดไฟถึงรถที่ติดกล้องที่ตำแหน่งจุดกลางระหว่างกล้อง 2 ตัว

y = เวลาที่รถฝั่งตรงข้ามใช้ในการเคลื่อนที่มาถึง

x_i = ผลรวมของค่า x

y_i = ผลรวมของค่า y

2.4. การแปลงภาพ RGB เป็นภาพไบนารี่

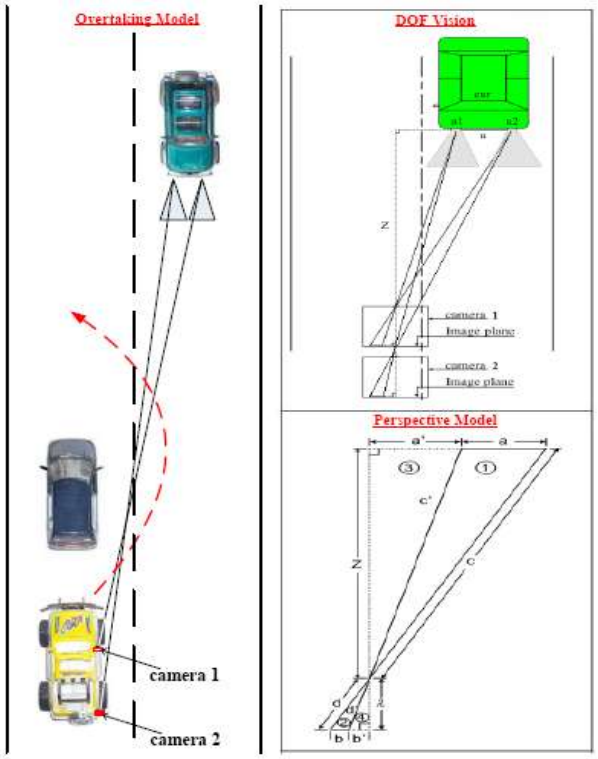
Threshold Technique [1]เป็นกระบวนการแปลงภาพสีให้มีการแสดงผลได้แค่ 2ระดับคือขาวและดำ โดยจะแปลงข้อมูลภาพสีให้เป็นภาพไบนารี่(Binary Image)มีกระบวนการแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ(Multilevel Image) ให้เป็น ภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับ(บิต)หรือภาพขาวดำ โดย 0แทนด้วยจุดภาพสีดำและ 1แทนด้วยจุดภาพสีขาว โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล f(x,y) กับค่าคงที่ (Threshold Value)เทคนิคนี้ใช้หาความแตกต่างระหว่างวัตถุและพื้นหลัง ค่าพิกเซลในภาพที่มีค่าน้อยกว่าค่าThreshold จะถูกกำหนดเป็น0และถ้าค่าของพิกเซลใดๆในภาพมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าThresholdจะถูกกำหนดให้เป็น1

3. รายละเอียดการพัฒนา

งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อลดขั้นตอนการสแกนภาพและเทคนิคของการพัฒนาจะใช้การจับประเด็นความแตกต่างของการชี้ตำแหน่งหรือขอบเขตของภาพ(Region Property) โดยอาศัยพื้นฐานสีที่ใกล้เคียงกัน ในเรื่อง Blob analysis และใช้ทฤษฎีระยะชัดของภาพ ในเรื่องการถ่ายภาพที่เกิดจากการนำกล้อง 2ตัวมาทำงานร่วมกัน แล้วนำภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อตรวจสอบหาระยะทางที่รถเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ โดยสามารถใช้ผลลัพธ์จากภาพเพียง2 เฟรม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจแซงได้ หากวิเคราะห์ที่จำนวนเฟรมมากขึ้นความแม่นยำก็จะเพิ่มขึ้นด้วยและสร้างสมการความสัมพันธ์ของระยะทางที่รถเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับเวลาการเคลื่อนที่ เพื่อลดข้อผิดพลาดในการนำมาใช้งานจริงในการตัดสินใจว่ามีความปลอดภัยเพียงพอหรือไม่สำหรับการแซง ซึ่งจะมีต้นทุนค่อนข้างต่ำหากนำไปประยุกต์ใช้กับรถที่มีกล้องติดตั้งมาแล้ว

3.1 ภาพรวมของระบบ

จาก [2] แสดงภาพจำลองของกระบวนการเคลื่อนที่ของรถโดยรถคันที่ติดตั้งกล้องจะอยู่ล่างสุด,ภาพขวาบนแสดงมุมมองระยะชัดของภาพและภาพขวาล่างแสดงรูปแบบภาพเสมือนจริง



รูปที่ 2 หลักการวิเคราะห์เบื้องต้น

จากเทคนิคภาพเสมือนจริง

$$\frac{a}{b} = \frac{c'}{d'} \quad (5)$$

$$\frac{z}{\lambda} = \frac{c'}{d'} \quad (6)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{z}{\lambda} \quad (7)$$

$$z = \frac{\lambda a}{b} \quad (8)$$

a = ระยะหลอดไฟจริง

a′ = ระยะแนวนอนจากหลอดไฟดวงซ้ายหน้ารถถึงแนวศูนย์กลางกล้อง

b = ระยะเสมือนจริงของระยะ a ในภาพ

b′ = ระยะเสมือนจริงของระยะ a′ ในภาพ

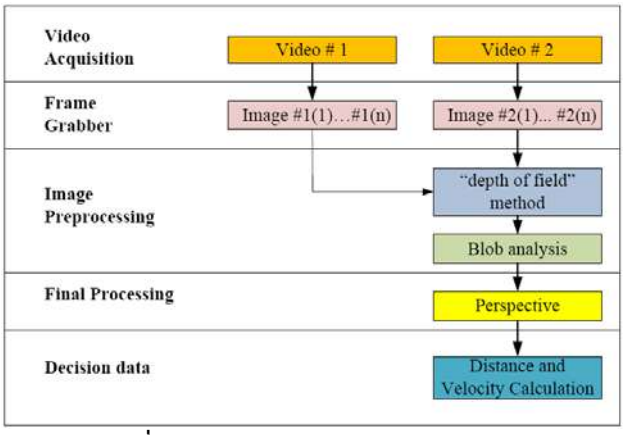
c = ระยะแนวนอนด้านขวาของสามเหลี่ยมกับ Z ขวา และ a+a′ ขวา

c′ = ระยะแนวนอนด้านขวาของสามเหลี่ยมกับ Z ขวา และ a′ ขวา

Z = ระยะจากหลอดไฟหน้ารถเป้าหมายถึงกล้อง

λ = ระยะโฟกัสของกล้อง

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ



รูปที่ 3 แผนภาพการทำงานของระบบ

3.2.1 Video Acquisition

การบันทึกภาพเคลื่อนไหวจากกล้องดิจิตอลวิดีโอเก็บภาพเหตุการณ์จริงแบบทันกาล(Real time)เป็นไฟล์ AVI

3.2.2 Frame Grabber

ทำการแตกไฟล์ภาพจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่งด้วยโปรแกรม ACDsee ในการทำวิจัยจำเป็นต้องพิจารณาจากเฟรมภาพทั้งหมด เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล แต่ในการนำไปใช้งานจริงนั้นจะตั้งค่ากล้องในจับภาพ(capture) จึงสามารถจะตัดขั้นตอนนี้ออกไปได้

3.2.2 Image Preprocessing

ประมวลผลหาระยะหลอดไฟหน้ารถโดยวิธี Blob Analysis และDOF Theoryด้วยโปรแกรม MATLAB

3.2.3 Final Processing

ทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้ครั้งสุดท้าย โดยใช้เทคนิคภาพเสมือนจริง เพื่อหาระยะทางระหว่างรถที่เป็นเป้าหมายถึงกึ่งกลางของรถที่ติดตั้งกล้องถ่ายภาพดิจิตอลวิดีโอด้วยโปรแกรม MATLAB

3.2.4 Decision Data

ข้อมูลเอาท์พุตที่ใช้เป็นข้อมูลและแสดงผลสำหรับผู้ขับรถในการนำมาใช้ในการตัดสินใจแซงหรือแจ้งเตือน

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบสามารถหาระยะทางและความเร็วของรถที่เคลื่อนที่สวนทางเข้ามาในฝั่งตรงข้ามถนนได้ โดยประมวลผลจากภาพเพียง 2 เฟรมหรือมากกว่านั้น เมื่อต้องการความแม่นยำเพิ่มขึ้น โดยสามารถใช้ในเวลากลางคืน บนถนนชนบทหรือนอกเขตเทศบาล,ไม่มีไฟถนนหรือไฟรบกวนข้างทางที่วิสัยทัศน์หรือสภาวะอากาศปกติ, สามารถลดเวลาในการประมวลผลให้ลดลงจากเดิมและออกแบบเพื่อใช้สำหรับรถที่ใช้ไฟหน้าประเภทหลอดไส้,ระบบจะทำหน้าที่ในการคำนวณหาระยะหลอดไฟหน้ารถ,หาความเร็ว รวมทั้งระยะห่างของรถยนต์ที่เคลื่อนที่เข้ามาใกล้ในฝั่งตรงข้ามถึงกล้องและแสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลหน่วยเป็นมิลลิวินาทีสำหรับข้อมูลที่ได้สามารถนำไปแสดงผลในรูปแบบเสียงหรือทางจอมอนิเตอร์ได้

4. การทดสอบการใช้งาน

(ก) (ข)

รูปที่ 4 แสดงภาพรถจากสถานที่จริงที่ทำการวิจัย
(ก)ภาพในเวลากลางวัน
(ข)ภาพในเวลากลางคืน

การทดสอบใช้รถจำนวน10คัน ส่วนของโปรแกรมแบ่งการทำงานออกเป็น3ส่วนได้แก่ขั้นตอนการรับข้อมูลเข้า,ขั้นตอนการประมวลผลภาพและขั้นตอนการตัดสินใจ

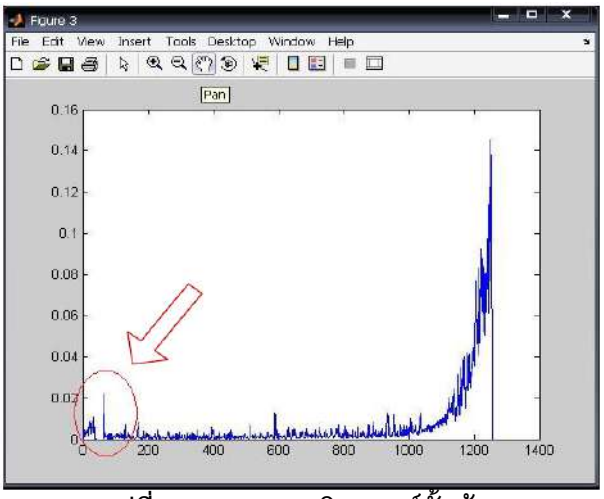
4.1 การบันทึกภาพ (Video Acquisition)

ข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรมเป็นข้อมูลภาพเคลื่อนไหวของรถยนต์ ถ่ายจากกล้องดิจิตอลวิดีโอ2ตัว สมมุติฐานการทดลองที่ความเร็วรถคงที่40กิโลเมตรต่อชั่วโมงทั้ง3คัน ในระนาบเดียวกันที่ระยะต่างกันดังรูปที่2 กดปุ่มเริ่มต้นถ่ายภาพที่ระยะห่างจากกล้องออกไป300เมตรและหยุดถ่ายภาพที่ระยะ 10 เมตรในส่วนขั้นตอนการทดสอบ,เก็บข้อมูลจะใช้โปรแกรม VEGAS 5.0 มา Capture ภาพจากกล้องดิจิตอลวิดีโอDVเป็นไฟล์ AVI ขนาด720 x 576 พิกเซล,16 บิท,1411 กิโลบิทต่อวินาที,25 เฟรมต่อวินาที

4.2 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดลองได้ใช้พื้นที่ถนนที่รถวิ่งอยู่จริง มีลักษณะเป็นช่องทางวิ่งสวนทางกัน สร้างด้วยคอนกรีต จังหวัดปทุมธานี ช่วงเวลาระหว่างเวลา9.00-12.00น. โดยตั้งกล้องตำแหน่งที่เหมาะสมจับภาพจากรถที่สวนทางมาจริงจำนวน10คันและทดสอบจากรถที่นำมาเองจำนวน10คันใช้เวลาในการทำวิจัยวันละ1คันในสภาวะอากาศปกติ

4.3 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล



รูปที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ขั้นต้น

จากรูปที่ 5 เป็นการวิเคราะห์ผลลัพธ์ขั้นต้น โดยแสดงจุดเริ่มต้นที่ตรวจพบระยะห่างของหลอดไฟ จากการนำเฟรมภาพนิ่งที่ได้จากการแตกไฟล์ภาพเคลื่อนไหว มาผ่านโปรแกรม Matlab หาความแตกต่างของภาพจะพบว่าดวงไฟมีการแยกจากกันประมาณเฟรมที่70ที่ระยะประมาณ250เมตร โดยนำเฟรมที่1ที่ระยะ300เมตรจากกราฟแนวนอนจะเป็นลำดับของเฟรม แนวตั้งคือค่าความแตกต่างของภาพ

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะทาง (จากดวงไฟของรถคันที่สวนทางมา ถึงกล้อง)

ระยะจริงระหว่างกล้องถึงดวงไฟหน้ารถ (เมตร)	รถที่ใช้ทดสอบ									
	คันที่1	คันที่2	คันที่3	คันที่4	คันที่5	คันที่6	คันที่7	คันที่8	คันที่9	คันที่10
	ระยะระหว่างดวงไฟถึงกล้อง (เมตร) คำนวณได้จากโปรแกรม MatLab									
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	234	228	208	231	229	227	226	228	231	231
225	219	208	198	199	207	221	217	220	221	214
200	200	189	176	182	186	190	191	191	189	189
175	174	165	149	157	163	178	168	169	160	174
150	149	138	130	134	146	149	139	144	142	149
125	121	118	111	112	115	120	120	117	116	126
100	100	97	90	94	96	99	95	96	95	93
75	76	74	68	69	73	75	75	75	72	70
50	51	48	46	46	48	50	49	49	48	47
25	25	25	25	24	25	26	26	26	25	25

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะห่างของดวงไฟ (รถคันที่สวนทางมา)

ระยะจริงระหว่างกล้องถึงดวงไฟหน้ารถ (เมตร)	รถที่ใช้ทดสอบ									
	คันที่1	คันที่2	คันที่3	คันที่4	คันที่5	คันที่6	คันที่7	คันที่8	คันที่9	คันที่10
	ระยะของดวงไฟ 2 ดวงในภาพของรถแต่ละคัน (มิลลิเมตร) คำนวณได้จากโปรแกรม MatLab									
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	0.3448	0.3587	0.4163	0.3733	0.3599	0.3526	0.3599	0.3686	0.3662	0.3689
225	0.3696	0.3938	0.4367	0.4325	0.3991	0.3626	0.3750	0.3830	0.3831	0.3990
200	0.4035	0.4328	0.4911	0.4736	0.4441	0.4212	0.4254	0.4407	0.4487	0.4503
175	0.4647	0.4971	0.5796	0.5482	0.5063	0.4504	0.4859	0.4976	0.5281	0.4906
150	0.5439	0.5929	0.6633	0.6402	0.5664	0.5376	0.5853	0.5851	0.5980	0.5727
125	0.6660	0.6971	0.7786	0.7688	0.7144	0.6654	0.6808	0.7164	0.7330	0.6753
100	0.8075	0.8452	0.9616	0.9139	0.8573	0.8075	0.8526	0.8731	0.8941	0.9141
75	1.0584	1.1107	1.2672	1.2563	1.1228	1.0664	1.0851	1.1262	1.1761	1.2152
50	1.5790	1.7011	1.8975	1.8711	1.7172	1.6020	1.6666	1.7060	1.7749	1.8070
25	3.2055	3.2319	3.5097	3.5457	3.2517	3.0760	3.1619	3.2630	3.3287	3.4447

จากตารางที่2,3 จะเห็นว่าที่ระยะทาง250เมตรขึ้นไปโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบและหาระยะห่างของหลอดไฟได้ เนื่องจากหลอดไฟอยู่ใกล้กันมากควรจะเป็นระยะที่ใช้ตัดสินใจในการแซงได้ ส่วนระยะที่น้อยกว่านั้นเป็นจุดที่นำมาแสดงผลหรือส่งสัญญาณเตือนผู้ขับรถ เพื่อห้ามแซงและผลของข้อมูลจากการทดสอบที่ได้(โดยใช้รถทดสอบจำนวน10คันที่ความเร็วคงที่40กิโลเมตรต่อชั่วโมง)จะได้ค่าไม่เท่ากัน จึงไม่สามารถหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของหลอดไฟกับระยะทางที่รถเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ได้ แต่สามารถสร้างสมการของระยะทางของรถที่เคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับเวลาที่ใช้

ในการเคลื่อนที่ได้ เนื่องจากรถแต่ละคันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน แทนค่าสมการ(3),(4)ในสมการ(2) ได้ผลลัพธ์ดังนี้

สมการรถเก๋ง : $y = 0.9312 - 1.205e^{-2}x$ (9)

สมการรถปิคอัพ : $y = 0.8465 - 1.095e^{-2}x$ (10)

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงกระบวนการตรวจหาตำแหน่งศูนย์กลางและระยะห่างของดวงไฟหน้ารถจากภาพ ในการประมวลผลใช้เวลาลดลงโดยเฉลี่ย0.27วินาทีต่อเฟรมซึ่งยังช้ากว่าเวลาจริง ในทางปฏิบัติจะใช้เวลาเพียง0.54วินาทีหรือ2เฟรมสำหรับการประมวลผลเพื่อแจ้งเตือน(ห้ามแซง)หลังจากพบระยะห่างของดวงไฟหน้ารถ ซึ่งเวลาประมวลผลก่อนหน้านี้ (ช่วงที่สามารถแซงได้) จะไม่พิจารณาถึง ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพและเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจให้แก่ผู้ขับขี่ในขณะกลางคืน ผลลัพธ์ที่ได้จากสมมุติฐานการทดลอง โดยที่รถทั้ง3คันในรูปที่2 วิ่งด้วยความเร็วคงที่40กิโลเมตรต่อชั่วโมงนั้นแสดงให้เห็นว่าระยะที่ควรจะตัดสินใจแซงได้ต้องมากกว่า 250 เมตรขึ้นไป โดยข้อผิดพลาดบางส่วนที่ได้รับนั้นเกิดจากถนนที่ไม่เรียบทำให้แสงสว่างที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ เวลาประมวลผลยังไม่ใช่เวลาจริง นอกจากนั้นยังมีปัจจัยเรื่องความเร็วของรถที่ต้องคำนึงถึง จึงยังต้องมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางทีมงานวิจัยขอขอบคุณบริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน) ที่ช่วยอนุเคราะห์รถยนต์สำหรับใช้ในการทำงานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Tommas S. ,Jam K. ,Vaclav H.,"Image Processing Analysis and Machine Vision" , A Matlab Companion International Student Edition 2008 12-14 ,110-114

[2] Demers,Joe.,"Depth of Field: A Survey of Techniques" GPU Gems, pp. 375-390, 2004.

[3] Ricardo V. ,Youssef D. "A Perspective View and Survey of Meta-Learning" ,IBM T.J. Watson Research Center Saw Mill River Rd. Hawthorne NY ,USA Artificial Intelligence Review 18:77-95,2002

[4] รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุด้านการจราจรทางบก,สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ,2550: http://www.otp.go.th/statdata_7.asp

[5] Nagumo, S., Okamoto, N., "A Study on a Robust Detection of a Front Vehicle for Brightness Condition",_Vol.103, No.294(TS2003 22-30) pp. 49-54

[6] Nagumo, S.; Hasegawa, H.; Okamoto, N., 2003 "Extraction Of Forward Vehicles By Front-Mounted Camera Using Brightness Information", IEEE Electrical and Computer Engineering Conference, pp. 1243 – 1246

[7] Gat, I., Benady, M., and Shashua, A., 2005 "A Monocular Vision Advance Warning System for the Automotive Aftermarket"

[8] Suansomjit, P. , "Night - time recognition for car-driving support system", 2006. 62 p.(R E37482): ห้องสมุดงานวิจัย ศูนย์ข้อมูลสนเทศการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[9] Numerical Methods For Engineers -Fifth Edition , Steven C. Chapra and Raymond P.Canale 2006

[10] ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : http://www.2cs.science.cmu.ac.th/alumni/comp/18 Seminar/DataMining/dataclassification.htm

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิต

อรวี หินทอง
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
b4704446@ku.ac.th

สุขุมาล กิติสิน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fscismi@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการติดตามตัวบุคคลกับสถานที่ต่าง ๆ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่นอกเหนือจากการติดตามแบบเดิม ซึ่งระบบเดิมที่สถานที่ทำงานส่วนใหญ่ใช้นั้นมีวิธีการต่าง ๆกัน เช่น การติดตามสถานที่ด้วยกล้อง CCTV, การใช้เครื่องแสกนลายนิ้วมือ โดยเทคโนโลนีที่นำมาใช้ระบุเอกลักษณ์ทางบุคคลทางเลือกใหม่นี้ ได้นำ RFID มาใช้ โดยกำหนดเอกลักษณ์ทางบุคคลเป็นระบบฝังตัวกับบัตรพนักงาน ทำหน้าที่เป็น tag ส่งสัญญาณ และมีเสาจับสัญญาณซึ่งใช้คลื่นความถี่สูง (UHF) สามารถอ่านสัญญาณได้ระยะไกลพร้อมทั้งเขียนโปรแกรมควบคุมการอ่านให้สามารถจับสัญญาณจาก tag ไว้ตลอดเวลาเพื่อบันทึกการติดตามและนำข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็น สถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้

Abstract

This project's objective is to discover an alternative mean in order to monitor employees or staff members at workplace. Generally, staff monitoring strategy can be done using CCTV camera or fingerprint scanning. This application is developed for locating staff members using RFID technology. An RFID tag can be embedded on each employee's badge to identify the person. The UHF antenna attached to workplace will track the signals sent from these tags continuously. The developed web-based application also provides the trace reports of officers' whereabouts and the data is also stored in the database for future analysis.

คำสำคัญ

ระบบติดตาม, RFID, พื้นที่, พนักงาน, Client/Server

1. บทนำ

สถานที่ทำงาน มักจะแบ่งพื้นที่ตามการทำงานของพื้นที่นั้นๆ บางพื้นที่ออกแบบเพื่อใช้งานเฉพาะพนักงานที่มีหน้าที่เฉพาะการทำงานของพื้นที่ วิธีการติดตามสถานที่มีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไป เช่น การติดตามตามสถานที่ต่างๆด้วยกล้อง CCTV การใช้เครื่องแสกนลายนิ้วมือ การใช้เครื่องรูดบัตรระบุเวลาการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพของ การใช้เครือข่ายโทรศัพท์ในองค์กรเพื่อติดตามและมอบหมาย

ระบบใหม่ที่ทำการสร้างเพื่อพัฒนาการติดตามสถานที่นั้น จะอาศัยเทคโนโลยี RFID เข้ามาใช้ โดยระบบจะติดตามบุคคลในพื้นที่ต่างๆและทำการรายงานผลการติดตามสถานที่นั้นๆลงฐานข้อมูลจากนั้นแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นสถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การติดตามพนักงานตามสถานที่ถือเป็นเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจุดประสงค์ในการติดตามก็มีหลายด้าน ได้แก่

- ด้านความปลอดภัย
- ด้านการวัดประสิทธิภาพของพนักงาน
- ด้านการติดต่อประสานงาน

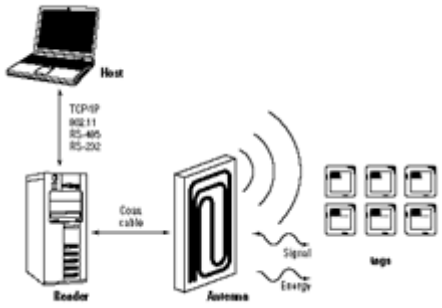
เพราะฉะนั้นการติดตามพนักงานจึงถือได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากส่งผลกระทบต่องานหลายด้าน อีกทั้งในปัจจุบันก็ยังไม่มีเทคโนโลยีที่สามารถช่วยให้การติดตามเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยระบบเดิมนั้นแต่ละองค์กรบริษัทมีวิธีการติดตามสถานที่แตกต่างกันออกไป เช่น การติดตามตามสถานที่ต่างๆด้วยกล้อง CCTV ในแง่ระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งต้องอาศัยพนักงานจำนวนมากมอนิเตอร์เพื่อสังเกตการณ์หาสิ่งผิดปกติ การใช้เครื่องแสกนลายนิ้วมือ หรือตรวจม่านตา เพื่อระบุเอกลักษณ์บุคคลในการใช้งานพื้นที่นั้นๆ การใช้เครื่องรูดบัตรเพื่อระบุเวลาการทำงานของพนักงาน ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน การใช้เครือข่าย

โทรศัพท์ในองค์กรเพื่อติดตามและมอบหมายงาน ซึ่งการใช้โทรศัพท์ก็ยังไม่สามารถติดตามพนักงานได้ดีนัก เพราะพนักงานอาจจะไม่อยู่ในบริเวณที่เครือข่ายโทรศัพท์ ด้วยข้อบกพร่องของระบบเก่าในการติดตามสถานที่ที่เกิดขึ้นเหล่านี้จึงมีความสมควรที่จะพัฒนาระบบใหม่ในการติดตามสถานที่ให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า และครอบคลุมประโยชน์ได้ทั้ง 3 ด้านดังที่กล่าวมา

ระบบใหม่ที่ทำการสร้างเพื่อติดตามสถานที่ให้ดีมากกว่าระบบเดิม จะอาศัยเทคโนโลยี RFID เข้ามาช่วย ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ใช้ระบุตัวตนจากคลื่นความถี่วิทยุ ทำให้สามารถตรวจจับได้ว่าพื้นที่ที่ครอบคลุมมีบุคคลไหนอยู่บ้าง ระบบทำการรายงานผลการติดตามสถานที่นั้นๆลงฐานข้อมูลและแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์ในการรายงานผลทันทีในช่วงเวลานั้นแล้ว ยังสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นสถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้ด้วย

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบฉลากที่ได้ถูกพัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานที่ระบบฉลากแบบบาร์โค้ดไม่สามารถใช้การได้ โดยจุดเด่นของ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบต่างๆของระบบ RFID
จาก RFID for Dummies, Wiley Publishing. Inc.

องค์ประกอบในระบบ RFID จะมีหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือฉลากหรือป้ายขนาดเล็กที่จะถูกผนึกอยู่กับวัตถุที่ต้องการติดตาม โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดังกล่าว ฉลากนี้มีชื่อเรียกว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือ แท็กส์ (Tag) ส่วนที่สองก็คืออุปกรณ์สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็กส์ มีชื่อเรียกอย่างรวม ๆ ว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือ เครื่องอ่าน (Reader) ทั้งสองส่วนจะสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ สัญญาณนี้ผ่านได้ทั้งโลหะและอโลหะแต่ละไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากแท็กส์ แท็กส์จะตอบข้อมูลกลับและเครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่าย LAN (Local Area Network) หรือส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย

4. รายละเอียดการพัฒนา

ในการพัฒนาโปรแกรมของระบบนั้น ใช้ IDE ของ Netbean 5.5 โดยใช้ภาษา Java เพื่อสร้าง Application ในการควบคุมเครื่องอ่านสัญญาณ และสร้าง Web Application ในการสื่อสารข้อมูลกับผู้ใช้ ในการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล นำ MySQL มาใช้สร้างเป็นฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งโปรแกรมทั้งหมดถูกพัฒนาขึ้นบนระบบ Microsoft Window XP Service Pack 2

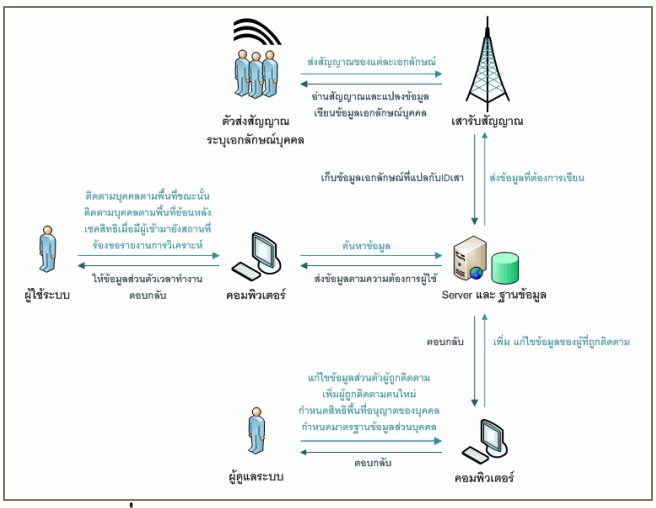
เทคโนโลยี RFID ที่ใช้

Transponder (ตัวส่งสัญญาณ)	Receiver (ตัวรับสัญญาณ)
ใช้ Transponder ประเภท Passive Tag เพราะเป็น Tag ที่มีราคาถูก มีโอกาสใช้ในทางอุตสาหกรรมมากกว่า Active Tag และเป็น Tag ประเภทเขียนได้เพียงครั้งเดียวแต่อ่านได้อิสระ	ใช้ย่านความถี่สูงหรือสูงยิ่ง ซึ่งมีความสามารถในการอ่านพื้นที่ได้ระยะประมาณ 3-5 เมตร ทั้งนี้อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 433/868/915 MHz

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติครื่องมือเทคโนโลยี RFID

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2 ภาพรวมระบบ (System Overview)

แยกผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบซึ่งมีรายละเอียดและฟังก์ชั่นการทำงานแตกต่างกันดังต่อไปนี้

4.1.1. *ผู้ใช้ระบบ*

เป็นบุคคลทั่วไปที่สามารถใช้งานระบบได้ ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัย พนักงานในองค์กร มีฟังก์ชั่นการทำงานดังนี้

- ค้นหาติดตามบุคคลตามพื้นที่ขณะนั้น
- ค้นหาติดตามบุคคลพื้นที่ย้อนหลัง
- ได้รับการแจ้งเตือนหากเกิดการบุกรุก

4.1.2. *ผู้ใช้ระบบชั้นสูง*

ได้แก่ ผู้บริหาร ทำหน้าที่ได้เหมือนผู้ระบบทั่วไปทุกประการแต่มีฟังก์ชั่นพิเศษคือ

- ออกรายงานการวิเคราะห์ (รายงานประจำปี, การตรวจสอบการเข้างาน ออกงาน และการออกนอกพื้นที่ของพนักงานในปกครอง, รายงานกราฟวิเคราะห์สถานที่ต่อบุคคล)

4.1.3. ผู้ดูแลระบบ

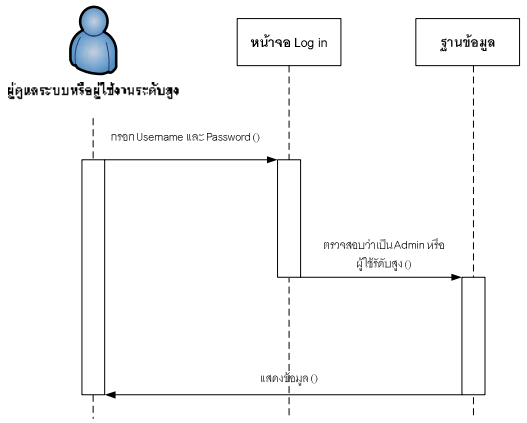
เป็นบุคคลที่จัดการระบบ และมีหน้าที่ดังนี้

- เพิ่มผู้ถูกติดตามคนใหม่ (เขียนเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลให้แก่ตัวส่งสัญญาณ)
- แก้ไขข้อมูลผู้ถูกติดตาม
- กำหนดสิทธิพื้นที่ได้รับอนุญาตแก่บุคคลที่ได้รับอนุญาตในการเข้าเขตพื้นที่นั้น
- กำหนดมาตรฐานส่วนบุคคล

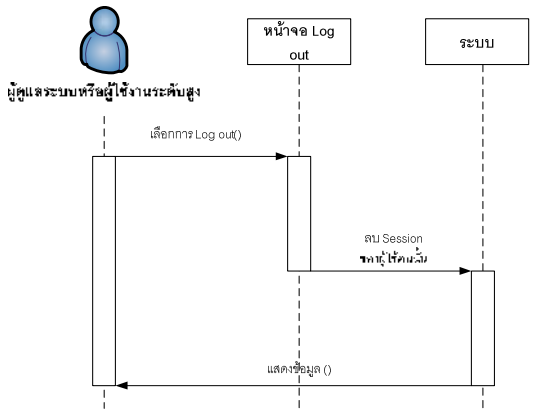
4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากระบบทั้งสามข้างต้น ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับหน้าจอและผู้ใช้ ดังไดอะแกรมต่อไปนี้

4.2.1 ซีเควนไดอะแกรมการตรวจสอบสิทธิการใช้งาน

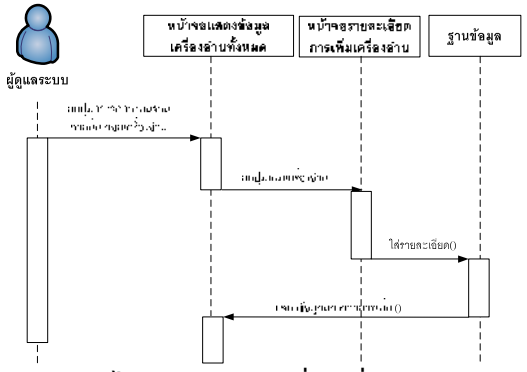


รูป 3 ซีเควนไดอะแกรมการเข้าระบบ



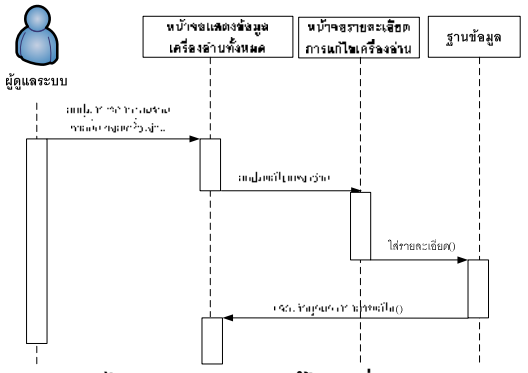
รูป 4 ซีเควนไดอะแกรมการออกจากระบบ

4.2.2 ซีเควนไดอะแกรมของผู้ดูแลระบบ

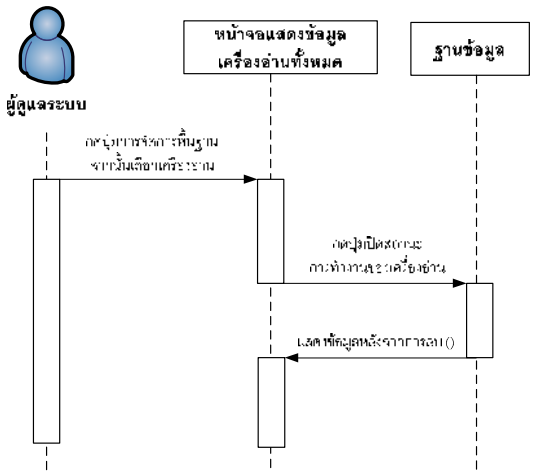


รูป 5 ซีเควนไดอะแกรมการเพิ่มเครื่องอ่านสัญญาณ

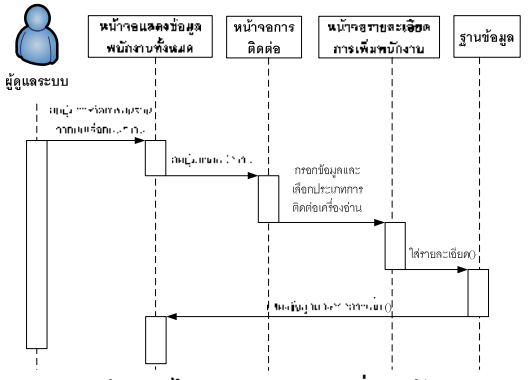
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



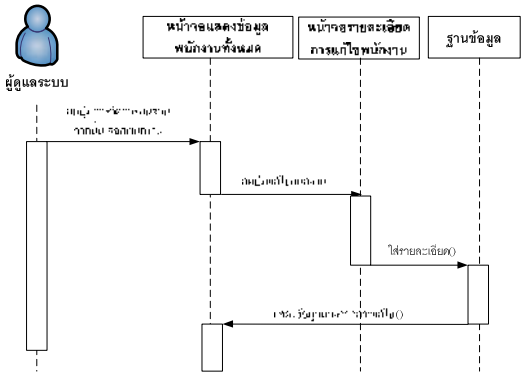
รูป 6 ซีเควนไดอะแกรมการแก้ไขเครื่องอ่านสัญญาณ



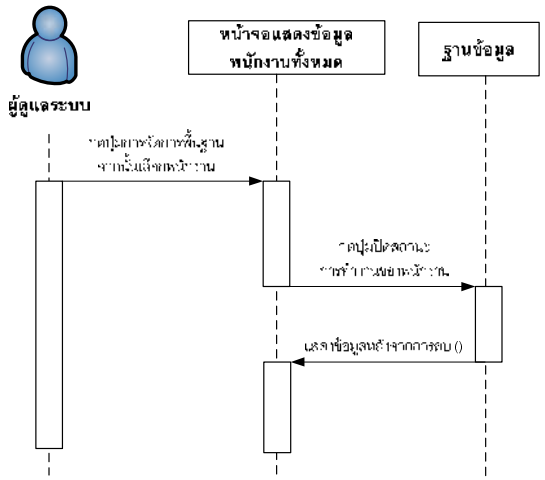
รูป 7 ซีเควนไดอะแกรมการลบครื่องอ่านสัญญาณ



รูป 8 ซีเควนไดอะแกรมการเพิ่มพนักงาน

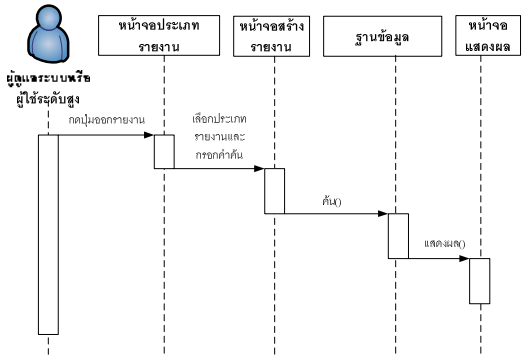


รูป 9 ซีเควนไดอะแกรมการแก้ไขพนักงาน



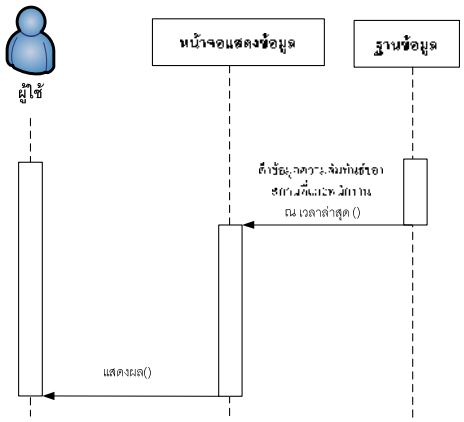
รูป 10 ซีเควนไดอะแกรมการลบพนักงาน

4.2.3 ซีเควนไดอะแกรมของผู้ใช้ระดับสูง

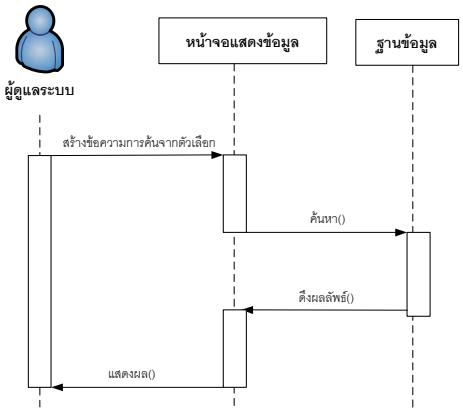


รูป 11 ซีเควนไดอะแกรมส่วนของการสร้างรายงาน

4.2.4 ซีเควนไดอะแกรมผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ระดับสูงและผู้ดูแลระบบ



รูป 12 ซีเควนไดอะแกรมส่วนของรายงานการติดตาม



รูป 13 ซีเควนไดอะแกรมส่วนการค้นหาการติดตาม

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

เนื่องจากเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่ค่อยแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั่วไปนักและเป็นสิ่งใหม่ ทำให้บริษัทผู้ผลิตจึงมีไม่หลากหลาย อีกทั้งระบบที่พัฒนาได้เลือกคลื่นความถี่วิทยุให้ช่วงสูง อุปกรณ์ที่ใช้จึงมีราคาค่อนข้างแพง และยังมีความเสถียรในการใช้งานไม่มากนัก ทำให้ระบบยังเกิดข้อผิดพลาดอยู่บ้างในการการอ่านค่าเอกลักษณ์ข้อมูลจาก Tag ของพนักงาน เช่น การอ่านไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ควรควบคุมถึงในระยะ 10 เมตร ตามความสามารถของตัวอ่านประเภทความถี่สูง รวมทั้งมีข้อจำกัดในการควบคุมฮาร์ดแวร์อยู่บ้าง เช่น การบันทึกค่าการอ่านลงบนฐานข้อมูลยังต้องใช้โปรแกรมควบคุมแบบ Local ซึ่งถือว่าไม่ยืดหยุ่นและยังเปลืองทรัพยากร

5. การทดสอบการใช้งาน

หลังจากที่ได้พัฒนาโปรแกรมได้มีการทดสอบในส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในการอ่านเขียน tag ของเครื่องอ่านสัญญาณ และทดสอบส่วนการแสดงผลการทำงานในการดึงค่าจากการอ่านที่เกิดขึ้นซึ่งเก็บไว้แล้วโดยใช้ฐานข้อมูล นำข้อมูลมาแสดงผลตามความต้องการของผู้ใช้ให้เหมาะสม

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิตได้พบปัญหาในแง่ของข้อจำกัดของอุปกรณ์ Hardware ของเทคโนโลยี RFID เนื่องจากระบบที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แต่แรกนั้นได้ตกลงว่าจะใช้คลื่นความถี่สูงยิ่ง ซึ่งจะสามารถดักจับความถี่ได้ระยะไกลสุดคือประมาณ 10 เมตร แต่เมื่อนำเครื่องมือมาพัฒนา ปรากฏว่าพบข้อจำกัดของระบบตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงแก้ปัญหาโดยทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาอีกโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณแทน โดยใช้เพื่อจำลองเครื่องอ่านหลายๆตัว และจำลอง tag ที่ทำหน้าที่ปล่อยคลื่นความถี่ โดยมีการทำงานคล้ายกับเครื่องอ่านสัญญาณ RFID ของจริง เพื่อสามารถใช้ในการตรวจสอบระบบแสดงข้อมูลเพื่อการติดตามในส่วนของหน้า Web application ได้เสมือนมีผู้ใช้งานหลายคนและมีเครื่องอ่านหลายตัว ทำให้โครงงานระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิตมีระบบย่อย 3 ระบบคือ

- Application ที่ใช้ในการควบคุมกับ Reader ตัวจริง ที่สามารถควบคุมการอ่านค่าจากคลื่นความถี่เอกลักษณ์ของ tag และนำข้อมูลที่อ่านเก็บไว้ยังฐานข้อมูล ซึ่ง Application นี้ต้องเปิดตลอดเวลาการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณ
- Application Simulation ทำหน้าที่จำลองการอ่านของเครื่องอ่านสัญญาณ เพื่อใช้การตรวจสอบระบบในการแสดงผลข้อมูล
- Web Application ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลการติดตามเป็นส่วนที่ User สามารถใช้งานได้กับระบบ ไม่ว่าจะเป็นการออกรายงาน การติดตามการแสดงผลจากเครื่องอ่านหรือการกำหนดค่าเบื้องต้นแก่เครื่องอ่าน

6. บทสรุป

ระบบติดตามและให้ข้อมูลทางสายงานการผลิตได้ถูกจัดสร้างขึ้นเพื่อมีจุดประสงค์ในการติดตามหาบุคคลผ่านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งได้พัฒนาโดยใช้ภาษา JAVA โดยได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center) และได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการให้ทุนและสนับสนุนโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี และระบบได้แบ่งฟังก์ชั่นการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1. การติดตาม

ระบบทำการติดตามข้อมูลบุคคลได้ว่าอยู่ในเขตพื้นที่ไหนที่ตัวอ่านสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ถึง โดยระบบจะทำการบอก

ตำแหน่งพื้นที่ล่าสุดของบุคคล รายละเอียดของบุคคลนั้นในการเข้าถึงพื้นที่ และสามารถทำการติดตามค้นหาย้อนหลังได้

2. การจัดการพื้นฐาน

ระบบทำการจัดการพื้นฐานได้ ได้แก่ การจัดการพนักงาน โดยมีการเขียนเอกลักษณ์ข้อมูลลงบน Tag และจัดการรายละเอียดไว้ในฐานข้อมูล การจัดการพื้นที่ มีการเลือกพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับเครื่องอ่าน โดยมีแผนที่แสดงขอบเขตอย่างชัดเจน

3. การออกรายงาน

ระบบทำการออกรายงาน โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เก็บได้จากช่วงเวลาหนึ่งจากฐานข้อมูล ออกเป็นรายงานตามการค้นหาลักษณะที่ต้องการของผู้ใช้งาน

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

- ควรปรับปรุงวิธีการติดต่อเครื่องอ่านให้มีความยืดหยุ่นมากกว่านี้ เนื่องจากขีดจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรทำให้ไม่สามารถพัฒนาวิธีการติดต่อได้เท่าที่ควร ระบบนี้จึงมีการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการเครื่องอ่านในลักษณะของเครือข่ายชนิด Local ซึ่งทำให้เปลืองทรัพยากรมาก เพราะเครื่องอ่าน 1 ตัวต้องใช้เครื่องควบคุม 1 เครื่อง
- ควรจะศึกษาการให้ข้อมูลพนักงานเป็นเฉพาะบุคคลได้ เช่น พนักงานสามารถรับข้อมูลได้ทุกที่ โดยใช้เทคโนโลยี RFID เข้าช่วยโดยไม่ต้องใช้ระบบ Log in ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาและเพิ่มความปลอดภัยในการเรียกใช้ข้อมูลส่วนตัว

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center) ในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดสอบระบบและค้นคว้าแนวทางการพัฒนาและขอบคุณทุนสนับสนุนจากโครงการให้ทุนและสนับสนุนโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ซึ่งงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการ IRPUS ประจำปี 2550

8. เอกสารอ้างอิง

[1] วิโรจน์ พึ่งพระจิตต์ และ โสรัตน์ อุนหะวรากร. RFID เทคโนโลยีฉลากแห่งอนาคต. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545.

[2] ประจักษ์กฤษณ์ ชูมี. RFID เทคโนโลยีที่ช่วยเสริมหรือมาแทนบาร์โค้ด. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเชียเพรส(1989) , 2544.

[3] ประชา ตระการศิลป์. การพัฒนาระบบงานไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server Systems Development). จัดพิมพ์โดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็คทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

[4] วีรพล พัวพันธ์. เทคโนโลยี RFID. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การตรวจนับจำนวนยานพาหนะโดยแมกเนติคเซนเซอร์แบบแกนเดี่ยวบนเครือข่าย ZigBee

ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5150400748@stdmail.kku.ac.th

ชัชชัย คุณบัว
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
chatchai@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาการจราจรเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญของประเทศที่พัฒนาแล้ว หนึ่งในแนวทางแก้ไขปัญหาการจราจร คือ การทราบปริมาณยานพาหนะที่ใช้ในแต่ละเส้นทาง เพื่อให้สามารถจัดการจราจรในแต่ละเส้นทางได้อย่างเหมาะสม ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการตรวจนับจำนวนยานพาหนะ โดยอาศัยการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะผ่านด้านบนของแมกเนติคเซนเซอร์ เป็นหลัก และส่งผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้ผ่านไปยังเครือข่ายไร้สาย ZigBee เพื่อนำผลไปวิเคราะห์นับจำนวนยานพาหนะและแสดงผลในคอมพิวเตอร์ จากผลการทดลองของงานวิจัยนี้สามารถตรวจนับยานพาหนะได้ถูกต้อง 88.21% ซึ่งผลที่ได้สามารถนำมาใช้งานเพื่อทราบปริมาณยานพาหนะบนถนนในแต่ละเส้นทางได้

Abstract

An important problem in most developed countries is road traffic condition. Knowing amount of vehicles is a factor which could alleviate this problem. This paper presents a solution to count vehicles. The principle of this work is to measure of the Earth's magnetic field changing by a passing vehicle. Then, the results send through a wireless network via a ZigBee node to analyze amount of vehicles. The experiment has 88.21% accuracy which is proper to use for a traffic management system.

คำสำคัญ

การตรวจนับจำนวนยานพาหนะ, แมกเนติคเซนเซอร์, เครือข่ายไร้สาย

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกเกิดขึ้นได้หลายกรณี เช่น การเคลื่อนที่ของโลหะหรือการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในสายไฟ ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถนำไปใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย เช่น การตรวจจับทิศทาง ความเร็ว นับจำนวน และแยกประเภทของยานพาหนะ หรือจะเป็นการตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะเป็นหลัก เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ตรวจนับจำนวนยานพาหนะ

การตรวจนับจำนวนยานพาหนะในงานวิจัยนี้เลือกใช้แมกเนติคเซนเซอร์[1-3] เบอร์ HMC1051z ซึ่งเป็น AMR ที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกที่มีขนาดเล็กได้ โดยใช้หลักการ วีตสโตนบริดจ์ (wheatstone bridge) ในการตรวจจับ ลักษณะเด่นของแมกเนติคเซนเซอร์ คือ สามารถวัดค่าสนามแม่เหล็กโลกในช่วงกว้างๆ ได้ตั้งแต่ -6 ถึง +6 gauss ประหยัดพลังงาน มีขนาดเล็ก ผลลัพธ์ที่เซนเซอร์ตรวจจับได้สามารถนำไปวิเคราะห์นับจำนวนยานพาหนะได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจสภาพความหนาแน่นของการจราจร

แต่เนื่องจากการใช้งานจะต้องนำเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกไปติดตั้งบริเวณพื้นถนน หากต้องใช้สายในการส่งข้อมูลจะทำให้การส่งผลที่เซนเซอร์ตรวจจับได้เพื่อนำมาวิเคราะห์ทำได้ไม่สะดวก ดังนั้นจึงได้นำการสื่อสารแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาใช้ในการส่งข้อมูล

อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่นำมาใช้ คือ ZigBee[4, 5] โดยรองรับมาตรฐาน Institute of Electrical and Electronics Engineers 802.15.4(IEEE 802.15.4) ลักษณะเด่นของ ZigBee คือ สามารถสร้างเครือข่ายได้เอง รับ-ส่งข้อมูลได้ระยะทางไกล สามารถขยายขนาดเครือข่ายให้เป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ สะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา มีขนาดเล็ก สามารถทำงานใน Sleep mode ได้ทำให้ประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น ผลที่ได้เป็นแบบเวลาจริง ทำให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง และน่าเชื่อถือ

หัวข้อที่จะกล่าวต่อไปประกอบด้วย หัวข้อที่ 2 ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา หัวข้อที่ 3 งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 4 รายละเอียดการพัฒนา การทดสอบการใช้งานจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 5 และหัวข้อที่ 6 เป็นสรุปของบทความนี้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

วิธีการตรวจจับการจราจรในปัจจุบัน คือ ใช้กล้องวิดีโอ หรือใช้ระบบ intrusive sensors[6] ซึ่งรวมไปถึง inductive loop detectors, micro-loop probes, pneumatic road tubes, piezoelectric cables และ weigh-in-motion sensor วิธีการตรวจจับในลักษณะนี้สามารถตรวจจับยานพาหนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาของระบบนี้มีราคาสูง และเนื่องจากจำนวนยานพาหนะมีเพิ่มขึ้นทำให้การจราจรมีความหนาแน่นมากขึ้น ส่งผลให้ต้องใช้ชุดอุปกรณ์เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายซึ่งแต่เดิมมีราคาสูงอยู่แล้วจึงสูงมากขึ้นไปอีก งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบเครือข่ายแมกเนติคเซนเซอร์ไร้สาย เพื่อใช้ในการตรวจจับยานพาหนะ เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา ระบบเครือข่ายแมกเนติคเซนเซอร์ไร้สายมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าระบบเดิม อีกทั้งสามารถติดตั้งได้โดยง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ผลที่ได้เป็นแบบเวลาจริง มีความแม่นยำสูง สามารถเปลี่ยนแปลงจุดติดตั้งและขยายขนาดเครือข่ายได้

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้สร้างกระบวนการตรวจนับจำนวนยานพาหนะขึ้น ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับกลไกการทำงานดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

<u>ตัวแปรที่ใช้</u>

- Threshold: ใช้กำหนดระดับค่าสนามแม่เหล็กโลก ที่ได้จากการตรวจจับของแมกเนติคเซนเซอร์ ในระหว่างที่ยังไม่มียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์

- Range: เนื่องจากค่าที่ได้มาจากแมกเนติคเซนเซอร์เป็นค่าที่ไม่คงที่ มีการแกว่ง จึงใช้ตัวแปรนี้เพื่อกำหนดขอบเขตช่วงค่า Threshold

- Threshold Interval: ใช้ระบุขอบเขตของ Threshold ในขณะที่ยังไม่มียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านแมกเนติคเซนเซอร์ โดยคำนวณได้จาก Threshold + Range เป็นขอบเขตบน และ Threshold – Range เป็นขอบเขตล่าง

- In_process: ใช้ระบุว่าในขณะนั้นอยู่ในช่วงที่มียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านด้านบนแมกเนติคเซนเซอร์หรือไม่ โดยถ้าค่าที่ได้จากเซนเซอร์มีค่าอยู่นอกช่วง Threshold Interval ตัวแปร in_process จะมีค่าเป็น 1 แต่ถ้าค่าที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง Threshold Interval ตัวแปร in_process จะมีค่าเป็น 0 นั่นคือ เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านแมกเนติคเซนเซอร์ ตัวแปร in_process จะมีค่าเป็น 1 และจะมีค่าเป็น 0 เมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ไปแล้ว

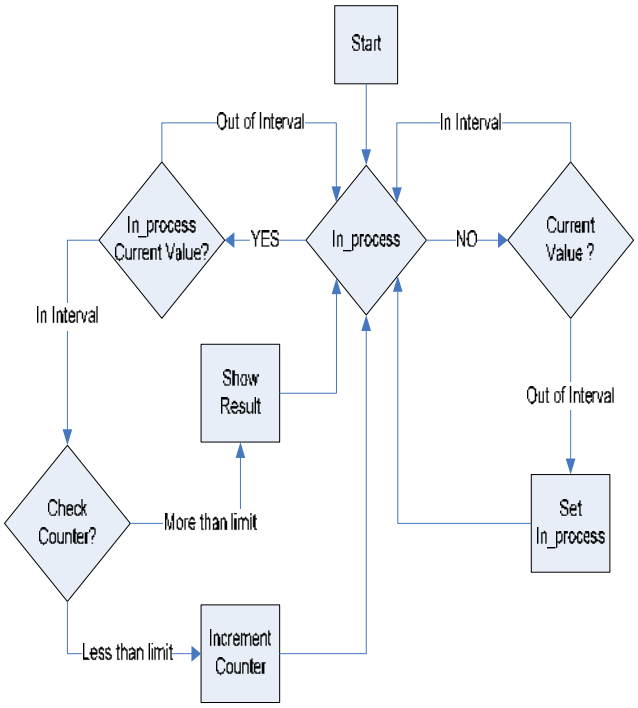
- Counter: ใช้ตรวจสอบค่าจากแมกเนติคเซนเซอร์ที่เข้ามา อยู่ในช่วงของ Threshold Interval ติดต่อกันมาแล้วกี่ค่า ซึ่งถ้าหากค่าที่ได้รับเข้ามานั้นอยู่นอกช่วง Threshold Interval ตัวแปรนี้จะถูกตั้งให้กลายเป็น 0 ใหม่

- Limit: ใช้ระบุระยะเวลาในการตัดสินว่ายานพาหนะได้เคลื่อนที่ผ่านแมกเนติคเซนเซอร์ไปแล้วหรือยัง

<u>ขั้นตอนการนับจำนวนยานพาหนะ</u>

เริ่มต้นกลไกการทำงานโปรแกรมจะทำการคำนวณหาช่วง Threshold Interval จากนั้นจะตรวจสอบสถานะในขณะนั้นมียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านแมกเนติคเซนเซอร์หรือไม่

โดยตรวจสอบค่าที่ได้อยู่ภายในหรือภายนอกช่วง Threshold Interval ถ้าค่าอยู่ภายในช่วง Threshold Interval แสดงว่าไม่มียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ในขณะนั้น และจะทำการตรวจสอบค่าต่อไปที่ได้รับเข้ามาอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าหากค่าอยู่ภายนอกช่วง Threshold Interval แสดงว่าในขณะนั้นมียานพาหนะเริ่มเคลื่อนที่เข้ามา และจะทำการตรวจสอบค่าต่อไปที่ได้รับเข้ามา ซึ่งถ้าค่าที่ได้รับนี้ยังคงอยู่นอกช่วง Threshold Interval จะถือว่ายานพาหนะยังคงอยู่บนแมกเนติคเซนเซอร์ จนกระทั่งค่าที่ได้รับเปลี่ยนไปอยู่ภายในช่วง Threshold Interval จะเข้าสู่กระบวนการนับยานพาหนะ โดยเริ่มจับเวลาและนับเวลาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเวลาที่ได้กำหนดไว้ ถ้าค่าที่ได้รับเข้ามาอยู่ในช่วง Threshold Interval ครบระยะเวลาตามที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะนับเป็น 1 ซึ่งถือว่ามียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ แต่ถ้าค่าที่ได้รับเข้ามาเปลี่ยนไปเป็นอยู่ภายนอกช่วง Threshold Interval ก่อนจะครบระยะเวลาที่กำหนด โปรแกรมจะยังไม่นับเป็น 1 ซึ่งถือว่ายานพาหนะยังไม่เคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ และจะพิจารณาค่าต่อไปที่ได้รับเข้ามา การทำงานเป็นเช่นนี้อย่างต่อเนื่อง กลไกการทำงานของการตรวจนับจำนวนยานพาหนะที่กล่าวข้างต้นแสดงรายละเอียดเป็น Flowchart ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กลไกการทำงานของการตรวจนับยานพาหนะ

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบการตรวจนับจำนวนยานพาหนะของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วน คือ

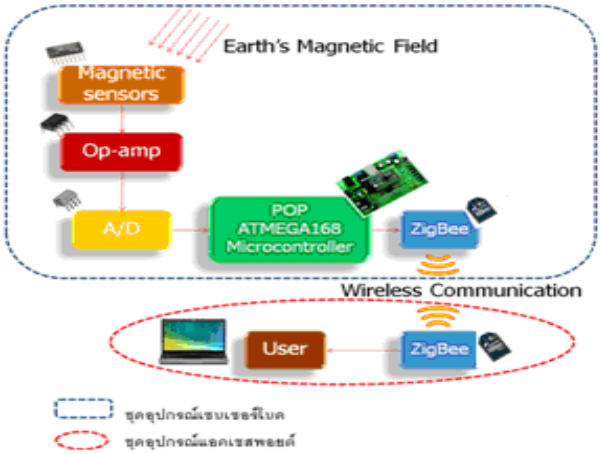
1.) ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนด คือ ชุดอุปกรณ์ที่นำไปติดตั้งในถนนบริเวณกึ่งกลางช่องทางการจราจรในแต่ละช่องทางเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านด้านบนแมกเนติคเซนเซอร์ โดยประกอบด้วยแมกเนติคเซนเซอร์ วงจรขยายสัญญาณ วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ไมโครคอนโทรลเลอร์ ZigBee และแบตเตอร์รี่

2.) ชุดอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ คือ ชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ริมถนน หรือจุดที่ต้องการแสดงผล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนด แล้วนำข้อมูลนั้นไปวิเคราะห์นับจำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์และแสดงผลที่วิเคราะห์ได้ โดยประกอบด้วย ZigBee และคอมพิวเตอร์

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบของงานวิจัยนี้ ได้ออกแบบให้ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดติดตั้งในพื้นถนนบริเวณกลางช่องทางการจราจรในแต่ละช่องทาง เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านด้านบนของแมกเนติคเซนเซอร์ จะทำให้สนามแม่เหล็กโลกบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป และเซนเซอร์สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ จากนั้นส่งต่อค่านี้ไปยังวงจรขยายสัญญาณ เพื่อขยายสัญญาณอนาล็อกให้มีค่าที่เหมาะสมกับการใช้งาน แล้วทำการแปลงค่าจากรูปแบบที่เป็นสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอล จากนั้นนำค่าที่ได้รับการแปลงแล้วส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega168 เพื่อให้เก็บไว้ในตัวแปร พร้อมทั้งสร้างและควบคุมการจัดส่งเฟรมให้กับ ZigBee จากนั้น ZigBee ที่ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดจะส่งข้อมูลนี้ในแบบไร้สายไปยัง ZigBee ที่ชุดอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ ซึ่งผู้ใช้สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล เพื่อตรวจนับจำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนผ่านแมกเนติคเซนเซอร์ได้ ภาพรวมทั้งหมดของระบบได้แสดงดังรูปที่ 2

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 2 โครงสร้างระบบการตรวจนับจำนวนยานพาหนะ

ติดตั้งชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดในรางน้ำ บริเวณตรงกลางช่องทาง

รูปที่ 3 สถานที่ในการทดลอง

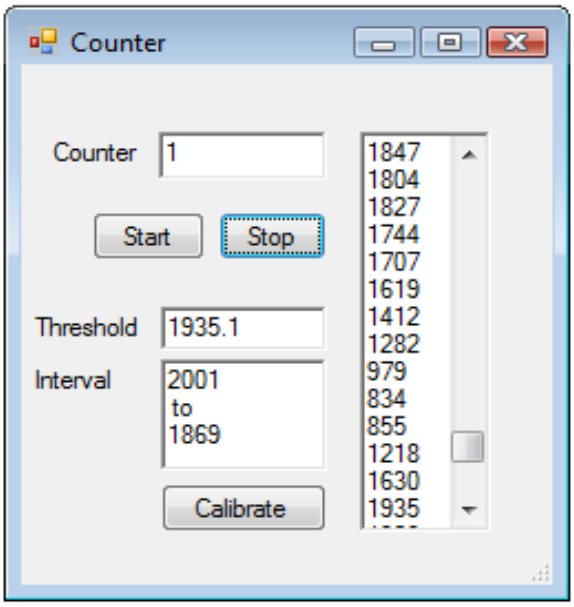
4.3 ข้อจำกัดของระบบ

งานวิจัยนี้เลือกใช้แมกเนติคเซนเซอร์ที่สามารถรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกที่เฉพาะบริเวณด้านบนของเซนเซอร์เท่านั้น ดังนั้น ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนด ซึ่งมีแมกเนติคเซนเซอร์เป็นส่วนประกอบ จึงต้องติดตั้งไว้บนถนนหรือในถนน เช่น รางน้ำในถนน เป็นต้น

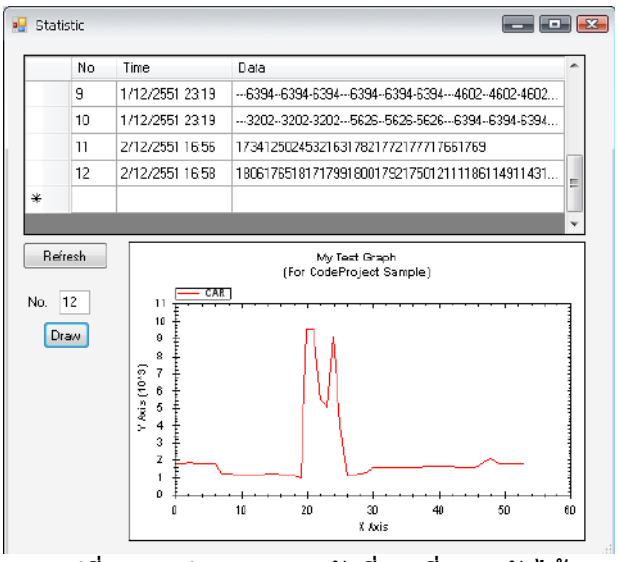
5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบตรวจนับจำนวนยานพาหนะของงานวิจัยนี้ ได้นำชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดไปวางไว้ในท่อรางน้ำบริเวณทางเข้าลานจอดรถของศูนย์อาหารและบริการ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยให้ส่งข้อมูลที่ตรวจจับได้ไปยังชุดอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณริมทางเข้าลานจอดรถของศูนย์อาหาร และมีระยะห่างจากชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนด 7 เมตร เพื่อทำการตรวจนับจำนวนยานพาหนะประเภทต่างๆ คือ รถเก๋ง รถกระบะ รถตู้ รถแวน ที่เข้ามาในศูนย์อาหาร ตัวอย่างผลที่ได้จากการตรวจนับจำนวนยานพาหนะแสดงในรูปที่ 4 และ 5 แสดงตัวอย่างค่าสนามแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากยานพาหนะคันที่ 12 เคลื่อนที่ผ่านแมกเนติคเซนเซอร์ และงานวิจัยนี้ได้นำ ZigBee มาใช้เป็นอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายในการส่งข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดกับชุดอุปกรณ์แอคเซสพอยต์ทำให้สามารถประมวลผลได้เป็นแบบเวลาจริง



รูปที่ 4 จำนวนยานพาหนะที่ตรวจนับได้



รูปที่ 5 กราฟยานพาหนะคันที่ 12 ที่ตรวจนับได้

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจนับจำนวนยานพาหนะ ซึ่งจากการทดลองตรวจนับยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนด มียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านทั้งหมด 263 คัน สามารถตรวจจับได้ 232 คัน คิดเป็นอัตราส่วนได้ 88.21% โดยในการทดลองยานพาหนะมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการทดลองนับจำนวนยานพาหนะโดยแบ่งเป็นประเภทต่างๆ คือ รถเก๋ง รถกระบะ รถตู้ และรถแวน แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งจำนวนทั้งหมดของยานพาหนะแต่ละประเภทที่ใช้ในการทดลองได้จากการจดบันทึกของผู้วิจัย จะเห็นว่ารถแวนสามารถตรวจนับได้ถูกต้อง 100% เนื่องจากขณะที่รถแวนเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์จะส่งผลให้ค่าสนามแม่เหล็กบริเวณนั้นมีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงนานกว่ารถประเภทอื่น จึงทำให้สามารถตรวจนับรถแวนได้อย่างถูกต้อง แต่การตรวจนับจำนวนยานพาหนะโดยใช้แมกเนติคเซนเซอร์นั้น ความเร็วของยานพาหนะมีผลต่อการประมวลผล และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถตรวจนับยานพาหนะบางคันที่ขับเร็วได้ และอีกสาเหตุหนึ่ง คือ ต้องกำหนดค่า Threshold และค่า Interval ให้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

ตารางที่ 1 ผลการตรวจนับยานพาหนะ

ประเภทของยานพาหนะ	ทั้งหมด (คัน)	ตรวจจับได้ (คัน)	ร้อยละ
รถเก๋ง	146	129	88.35
รถกระบะ	82	69	84.14
รถตู้	8	7	87.5
รถแวน	27	27	100
ทั้งหมด	263	232	88.21

6. บทสรุป

งานวิจัยการตรวจนับจำนวนยานพาหนะ โดยใช้แมกเนติคเซนเซอร์บนเครือข่ายไร้สาย ZigBee ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้เหมาะกับกลุ่มผู้ใช้ในเชิงของการจราจร เพื่อตรวจสภาพการจราจรบนถนนสายต่างๆ ส่งผลให้สามารถหลีกเลี่ยง แก้ไขและป้องกันปัญหาการจราจรคับคั่งในบางเส้นทางได้ และในเชิงพาณิชย์ที่มีความต้องการ เช่น ตรวจนับยานพาหนะเข้า-ออกในสถานที่ต่างๆ หรือแสดงจำนวนช่องจอดรถที่ว่างในลานจอดรถ เป็นต้น

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจนับจำนวนยานพาหนะ โดยผลการทดลองสามารถตรวจนับยานพาหนะได้คิดเป็น 88.21% ซึ่งผลที่ได้ถือว่าค่อนข้างดี แต่ยังคงต้องปรับปรุงแก้ไขอัลกอริทึม เพื่อให้สามารถตรวจจับยานพาหนะที่ขับเร็วได้และส่งผลให้การตรวจนับจำนวนยานพาหนะถูกต้องแม่นยำมากขึ้น และจะนำผลที่ได้จากการตรวจนับไปวิเคราะห์เพื่อแยกประเภทยานพาหนะ คือ รถเก๋ง รถกระบะ รถตู้ รถแวน และเปรียบเทียบกับเมื่อใช้แมกเนติคเซนเซอร์แบบ 2 แกน พร้อมทั้งลดขนาดของชุดอุปกรณ์เซนเซอร์โนดเพื่อสามารถนำไปใช้งานได้จริง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายธรณิศรว์ สิทธิธนาดล และนายพงษ์ศักดิ์ เต็มธนะกิจไพศาล ที่ช่วยจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Michael J. Caruso, “Applications of Magnetoresistive Sensors in Navigation Systems,” Honeywell International Inc., 1998.

[2] Honeywell, “Application Note – AN218 Vehicle Detection Using AMR Sensors,”Honeywell International Inc., Aug 2005.

[3] Honeywell, “1, 2 and 3 Axis Magnetic Sensors HMC1051/HMC1052/HMC1053,”Honeywell International Inc., March 2006.

[4] MaxStream, “XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules Product Manual v1.xAx - 802.15.4 Protocol,” MaxStream, U.S.A., Oct 2006.

[5] MaxStream, “XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules Product Manual v8.x17 Beta - ZigBee Protocol,” MaxStream, U.S.A., Jan 2007.

[6] S. Y. Cheung, P. Varaiya, "Traffic Surveillance by Wireless Sensor Networks: Final Report," California path program institute of transportation studies, University of California Berkeley, January 2007.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

เครื่องวัดการรั่วซึมด้วยวิธีวัดแห้งสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์
Dry Leak Tester in Automotive Industry

นาย ทรงกรด ธิราชัย
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน
ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120
songkord.thirachai@nectec.or.th

นาย ประกอบ โกเมศวรากุล
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน
ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120
prakob.komeswarakul@nectec.or.th

บทคัดย่อ

เอกสารฉบับนี้นำเสนอแนวทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดการรั่วซึมของผลิตภัณฑ์ เน้นไปที่การเอาองค์ความรู้เข้าไปประยุกต์ได้จริงในอุตสาหกรรมยานยนต์ แก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหลายๆวิธี พร้อมอธิบายถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีต่างๆ เมื่อนำไปใช้งาน

สำหรับการนำไปใช้งาน ได้เลือกหนึ่งในวิธีที่นำเสนอ คือ การวัดอัตราการเปลี่ยนแปลง เพราะว่าภายใต้เงื่อนไขบางอย่าง สามารถอนุโลมได้ว่าสัญญาณการรั่วซึมที่วัดได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการพัฒนาต่อสำหรับสัญญาณที่ไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง

Abstract

This papar proposes a designed method of a dry leak tester applied to the automotive industry by using the optimal technology to solve the problem.

The paper first presents various existing methods, and their advantages and drawbacks when used in practice.

An application of dry leak testing by measuring a rate of change of a leakage signal is then demonstrated. This selected method is based on an assumption that the signal is linear. Future work on dealing with non-linear leakage signals is finally discussed.

คำสำคัญ

Leak Detection, Pressure Decay

1. บทนำ

หนึ่งในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของหม้อน้ำรถยนต์ก่อนส่งออกจากโรงงาน คือการตรวจเช็คการรั่วซึมของหม้อน้ำ โดยตรวจสอบหม้อน้ำทุกๆใบก่อนส่งออกจำหน่าย ทำให้ทางโรงงานจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการตรวจสอบจำนวนมาก เพื่อให้พอเพียงต่อการตรวจสอบคุณภาพของหม้อน้ำทั้งหมดก่อนส่งออกจำหน่าย [1]

ระบบที่ใช้ในการตรวจสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำของบริษัทผลิตในประเทศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ คือ มีระบบควบคุมในการจับยึดและติดตั้งเข้ากับเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ และมีผู้ปฏิบัติงานเป็นคนป้อนหม้อน้ำเข้าเครื่อง ระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุม PLC ในการควบคุม ซึ่งออกแบบและพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญของโรงงานเอง [2]

ส่วนเครื่องมือวัดและตรวจสอบการรั่วซึมที่ใช้อยู่ เป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง และใช้สำหรับวัดการรั่วซึมสำหรับผลิตภัณฑ์ทั่วๆไปไม่ได้เฉพาะเจาะจง จึงทำให้เครื่องมือที่ใช้มีอุปกรณ์และคุณสมบัติเกินความจำเป็น ทำให้โรงงานจำเป็นต้องแบกรับค่าใช้จ่ายเกินความจริงอยู่มากและเมื่อรวมกับ จำนวนของเครื่องมือวัดที่มีอยู่มากเพื่อให้พอเพียงกับการผลิต จึงคิดเป็นต้นทุนอันมหาศาลที่เกิดขึ้น โดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มใดๆแก่โรงงานเลย

จึงเล็งเห็นว่า ควรมีการพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับ เครื่องมือการตรวจวัดการรั่วซึมสำหรับหม้อน้ำขึ้นมาโดยเฉพาะ แต่พบว่าจำเป็นต้องใช้องค์ความรู้เฉพาะด้านหลากหลายในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งทางโรงงานมีผู้เชี่ยวชาญไม่ครบทุกด้าน จึงขอความร่วมมือกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติในการช่วยวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เกิดเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเป็นแกนองค์ความรู้เพื่อใช้อ้างอิงและพัฒนาต่อยอดต่อไป ทำให้ธุรกิจทางด้านการผลิตหม้อน้ำในประเทศเกิดการพัฒนาแบบยั่งยืนโดยอาศัยหลักการในการพึ่งพาตนเองเป็นส่วนใหญ่

2. แนวทางในการแก้ปัญหา

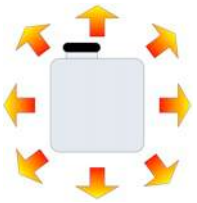
สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นภาชนะปิด และบรรจุของเหลวหรือก๊าซไว้ภายใน ยกตัวอย่างเช่น หม้อน้ำรถยนต์ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้จำเป็นต้องกักเก็บสิ่งที่ถูกบรรจุอยู่ภายในไม่ให้ไหลหรือรั่วซึมออกมา ในทางเป็นจริงจะไม่ให้เกิดการรั่วไหลหรือรั่วซึมออกมาเลยคงเป็นไปไม่ได้ จึงจำเป็นต้องมีค่าพิกัด

หรือค่าที่อนุญาติให้สิ่งที่ถูกบรรจุอยู่ภายในรั่วซึมออกมาในปริมาณที่เล็กน้อย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบมากจนเป็นที่ยอมรับไม่ได้

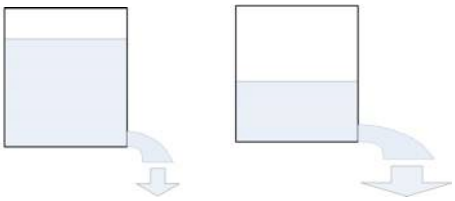
สำหรับมาตราฐานการตรวจสอบคุณภาพของหม้อน้ำรถยนต์ จะทดสอบโดยใช้อากาศ(ในบางครั้งใช้ก๊าซเฉื่อย)อัดบรรจุลงหม้อน้ำจนเต็ม แล้วจึงปิดฝาให้อยู่ในสภาพแบบระบบปิด จากนั้นวัดปริมาณอากาศที่รั่วไหลออกมา โดยค่าที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ประมาณ 0.5 – 1 ลูกบาศเซ็นติเมตรต่อนาที (ccm/min) ขึ้นอยู่กับขนาดเล็กใหญ่ของหม้อน้ำ ปริมาณความดันอากาศที่ใช้ทดสอบ และระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบด้วย

ในทางปฏิบัติการวัดปริมาณอากาศที่รั่วซึมออกมา จะไม่สามารถกระทำได้โดยตรงได้เลยเนื่องจาก ไม่สามารถจำเพาะเจาะจงลงไปได้ว่าจริงๆแล้ว บริเวณไหนของหม้อน้ำเกิดการรั่วซึมกันแน่ เพราะขึ้นกับตัวแปรและปัจจัยหลายๆอย่าง แต่ก็สามารถวัดค่าการรั่วซึมแบบอ้อมได้ โดยวัดผ่านค่าแรงดันของอากาศที่บรรจุอยู่ในหม้อน้ำ ซึ่งจะลดลงเรื่อยๆเมื่อหม้อน้ำยังมีการรั่วซึมอยู่อย่างต่อเนื่อง

เพื่อให้มองเห็นภาพของระบบได้โดยง่าย จะเปรียบเทียบกับอีกระบบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ทางสมการคณิตศาสตร์คล้ายคลึงกันคือ หม้อน้ำรถยนต์ดังรูปที่ 1. และ ถังใส่น้ำดังรูปที่ 2. โดยเปรียบเทียบแรงดันอากาศที่บรรจุอยู่ในหม้อน้ำกับระดับความสูงของน้ำในถัง และ การรั่วซึมเปรียบเสมือนขนาดรูที่อยู่ที่ก้นถัง กล่าวคือ ถ้าการรั่วซึมมีมากก็เปรียบเสมือนว่ารูที่ก้นถังมีขนาดใหญ่ ปริมาณน้ำในถังก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว และถ้าการรั่วซึมมีน้อยก็เสมือนว่ารูที่ก้นถังมีขนาดเล็ก ปริมาณน้ำในถังก็ค่อยๆลดลงทีละเล็กละน้อย โดยที่ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ. เวลาใดๆก็จะสัมพันธ์กับอัตราการรั่วซึมนั่นเอง



รูปที่ 1. หม้อน้ำที่มีการรั่วซึมของอากาศ



รูปที่ 2. เปรียบเทียบกับถังน้ำที่มีรูรั่ว
(ซ้าย-รั่วน้อยน้ำลดลงช้า, ขวา-รั่วมากน้ำลดลงเร็ว)

การแก้ปัญหาในเบื้องต้นนี้นำเสนอไว้ 3 วิธีดังต่อไปนี้

2.1. Differential Pressure (Model Reference)

บันทึกค่าแรงดันอากาศที่ทดสอบจากผลิตภัณฑ์มาตราฐาน (สามารถปรับแต่งค่าการรั่วซึมได้) โดยปรับแต่งค่าการรั่วซึมให้เป็นพิกัดที่กำหนดแล้วจัดเก็บและบันทึกไว้ จากนั้นจึงนำค่าที่บันทึกดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์การตัดสินการวัดการรั่วซึมในการวัดว่าผลิตภัณฑ์นั้นผ่านหรือไม่

ข้อดี

-ใช้เวลาในการพัฒนาไม่มาก

ข้อด้อย

-สัญญาณที่ใช้ในการวัดเป็นแบบไม่นิ่ง (Non-stationary) และไม่รู้อัตรารั่วซึมที่แน่นอน ทำให้ตัวกรองสัญญาณรบกวน (Filter)ทำงานได้ไม่ดี ส่งผลให้สัญญาณรบกวนมีผลต่อการวัดมาก และเมื่อค่าการรั่วซึมใกล้ค่าพิกัด การตัดสินการรั่วซึมก็จะมีความคลาดเคลื่อนมากตามไปด้วย

-ความคงทนต่ำ (Robustness) เมื่อสิ่งแวดล้อมในการวัดเปลี่ยนไปทำให้การวัดคลาดเคลื่อนสูง ยกตัวอย่างเช่น แหล่งกำเนิดลมที่ใช้ในการวัด มีค่าความดันผิดแผกแตกต่างไปจากตอนที่ปรับตั้งตอนแรก ทำให้ค่าเริ่มต้นของแรงดันอากาศเมื่อเริ่มต้นวัดผิดไปจากที่ควรจะเป็น และส่งผลกระทบกันเป็นลูกโซ่

-การเพิ่มความแม่นยำในการวัดทำได้โดยการเปลี่ยนฮาร์ดแวร์เท่านั้น ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง

2.2. Pressure Decay Rate (Parameter Identification)

ใช้หลักการระบุแบบจำลอง (Systems Identification) [3,4] กล่าวคือ จัดเก็บชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดมาช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้น นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบด้วยกระบวนคำนวนการทางคณิตศาสตร์ และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบเพื่อตัดสินว่าได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

ข้อดี

-ผลของสัญญาณรบกวนที่มีเข้ามาในระหว่างการวัด ส่งผลต่อการตัดสินน้อยมาก เนื่องจากมีการลดทอนสัญญาณรบกวนดังกล่าวออก ในขั้นตอนการคำนวณแล้ว

-ความคงทนสูง แม้สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง

-เพิ่มความแม่นยำโดยทางซอฟแวร์ หรือ ฮาร์ดแวร์ ก็ได้

-ค่าใช้จ่ายซอฟแวร์ตัวแรกสูง และเป็นศูนย์สำหรับสำเนาถัดๆไป ทำให้ประหยัดสำหรับผลิตในจำนวนมาก

-ใช้หน่วยประมวณผลในเครื่องมีศักย์ภาพสูง แต่คุ้มค่ามากเมื่อเทียบกับราคาต่อหน่วย

ข้อด้อย

-ซอฟแวร์มีความซับซ้อนสูง ใช้เวลาในการพัฒนามาก

-ต้นทุนในการผลิตเครื่องต้นแบบค่อนข้างสูง

-การปรับตั้งเครื่องต้องอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อน

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

2.3. Rate of Change (Slope Estimator)

การวัดส่วนใหญ่ค่าการรั่วซึมจะมีค่าน้อย ประมาณได้ว่าอัตราการลดลงของแรงดันเกือบเป็นเส้นตรง จากนั้นนำค่าการรั่วซึมที่ยอมรับได้มาคำนวณผลล่วงหน้า (Offline Simulation) เพื่อหาความชันของกราฟ มาใช้เป็นตัวตัดสินการรั่วซึมต่อไป

ข้อดี

-ความชันเป็นสัญญาณนิ่ง (Stationary) ซึ่งดีกว่าวิธีที่ 1.

-การคำนวณไม่ยุ่งยากซับซ้อนทำให้การพัฒนาทำได้เร็วขึ้น

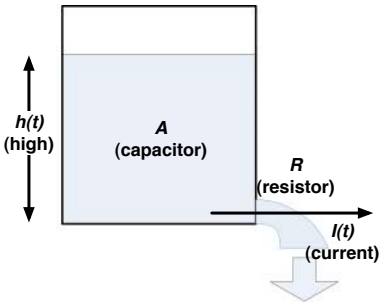
ข้อด้อย

-ผู้ปฏิบัติงาน ที่ทำหน้าที่คำนวนล่วงหน้าต้องมีความเชี่ยวชาญและความรู้มากพอสมควร

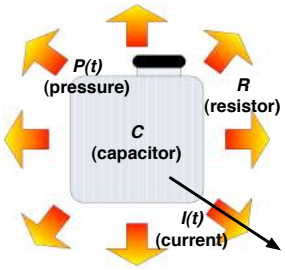
ในทางปฏิบัติ ทางโรงงานใช้วิธีวัดแบบที่ 3. อยู่ก่อนแล้ว จึงไม่ยังไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีที่ 2. เพราะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงานค่อนข้างมาก ส่วนเรื่องข้อด้อยของวิธีที่ 3. นี้ไม่น่าเป็นห่วง เพราะทางโรงงานมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอยู่แล้ว แต่ในอนาคตถ้ามีการพัฒนาต่อยอด จะเลือกนำวิธีที่ 2. มาประยุกต์ใช้ เพราะมีข้อจำกัดในการวัดน้อยกว่า

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พิจารณาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ ของถังน้ำและหม้อน้ำรถยนต์ เมื่อทั้งคู่บรรจุด้วยของไหลจนเต็ม และมีการรั่วเกิดขึ้น ทำให้ของไหลรั่วออกมาภายนอก ดังรูปที่ 3. และ 4.



รูปที่ 3. แบบจำลองของถังน้ำ



รูปที่ 4. แบบจำลองของหม้อน้ำรถยนต์

พิจารณารูปที่ 3. ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างค่าของความสูงขอน้ำในถัง และอัตราการรั่ว เป็นดังต่อไปนี้

$$I(t) = A\,\frac{dh(t)}{dt} \quad \text{และ} \quad I(t) = \frac{h(t)}{R} \qquad (3.1), (3.2)$$

ซึ่งจะมีผลเฉลยของสมการดังนี้

$$h(t) = h_0\, e^{\left(-\frac{1}{RA}t\right)} \qquad (3.3)$$

เมื่อ

$h(t)$ คือ ความสูงของระดับน้ำ

A คือ พื้นที่หน้าตัดของถัง (ค่าความจุ)

$I(t)$ คือ กระแสของไหลที่รั่ว

R คือ ค่าปฏิภาคการรั่วซึม (ค่าความต้านทาน)

พิจารณารูปที่ 4. พบว่า ระบบมีความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์คล้ายคลึงกัน ดังต่อไปนี้

$$I(t) = C\,\frac{dP(t)}{dt} \quad \text{และ} \quad I(t) = \frac{P(t)}{R} \qquad (3.4), (3.5)$$

ซึ่งมีผลเฉลยของสมการดังนี้

$$P(t) = P_o\, e^{\left(-\frac{1}{RC}t\right)} \qquad (3.6)$$

เมื่อ

$P(t)$ คือ ความดันภายใน

C คือ ความจุสัมพัทธ์ (ค่าความจุ)

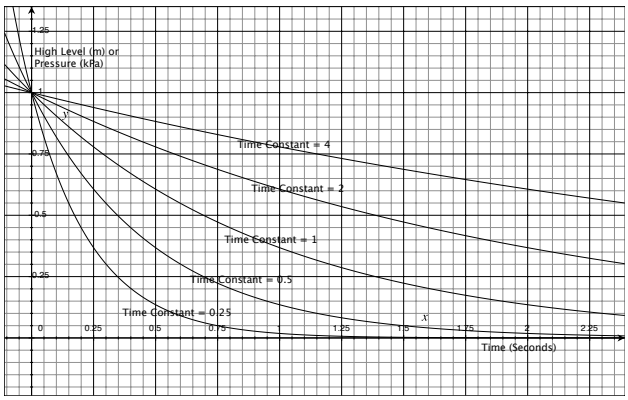
$I(t)$ คือ กระแสของไหลที่รั่ว

R คือ ค่าปฏิภาคการรั่วซึม (ค่าความต้านทาน)

ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาดังสมการที่ 3.3 และ 3.6 เรียกว่า "ค่าคงที่ของเวลา" (Time Constant) ซึ่งจะบอกลักษณะเฉพาะของผลเฉลยของสมการทางคณิตศาสตร์ ว่าลดลงช้าหรือเร็ว

$\tau = RA$ สำหรับถังน้ำ (3.7)

$\tau = RC$ สำหรับหม้อน้ำรถยนต์ (3.8)



รูปที่ 5. แสดงการลดลงเมื่อค่าคงที่ของเวลาแตกต่างกันไป

สังเกตจากรูปที่ 5. ในกรณีที่ค่าคงที่ของเวลา ของระบบมีค่ามากๆ การลดลงของกราฟแทบจะกลายเป็นเส้นตรง ในช่วงเวลาที่พิจารณาสั้นๆ (น้อยกว่า 0.1 วินาที) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าเมื่อใช้วิธีวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงของระดับสัญญาณ (วิธีที่ 3.) มีความคลาดเคลื่อนต่ำ ในกรณีนี้

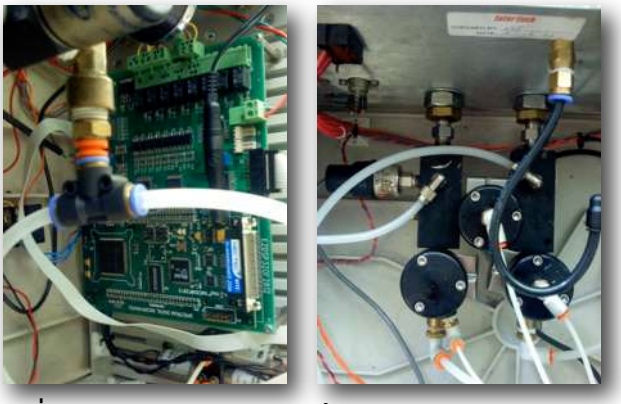
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

4. รายละเอียดการพัฒนา

งานวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ 1. อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าเรียกว่า ตัวควบคุมเครื่องตรวจวัดการรั่วซึม ได้แก่ การออกแบบวงจรสมองกลฝังตัวและระบบควบคุมทางไฟฟ้าต่างๆของเครื่อง ในส่วนนี้ทางศูนย์ฯได้รับผิดชอบในงานวิจัยทั้งหมด 2. อุปกรณ์ควบคุมนิวเมตริกและอุปกรณ์ทางกล อันได้แก่ อุปกรณ์ที่ควบคุมการเปิดและปิดของลม และองค์ประกอบทางกลต่างๆทั้งหมด ในส่วนนี้ทางโรงงานได้รับผิดชอบในส่วนงานวิจัยทั้งหมด

4.1 ภาพรวมของระบบ

ภายในเครื่องตรวจวัดการรั่วซึม ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ควบคุมทางไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุมนิวเมตริก ซึ่งทั้งสองทำงานร่วมกัน ดังรูปที่ 6. และ รูปที่ 7. โดยในส่วนนิวเมตริกจะเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับลม ซึ่งได้แก่ วาล์วขดลวดแม่เหล็ก ซึ่งทำหน้าที่เปิดและปิดลมที่จ่ายให้กับอุปกรณ์, เครื่องจ่ายแรงดันลม ทำหน้าที่จ่ายลมออกมาตามแรงดันที่ปรับตั้งไว้ และสุดท้ายคือ เซ็นเซอร์สองตัวที่วัดความดันลมที่เติม (Absolute Pressure Sensor) และเซ็นเซอร์วัดความต่างของแรงดัน (Difference Pressure Sensor) ซึ่งมีความละเอียดในการวัดสูง เพื่อใช้วัดการรั่วซึม ดังรูปที่ 8. และ 9.



รูปที่ 6,7 วงจรสมองกลฝังตัว(ซ้าย), วงจรนิวเมตริก (ขวา)

รูปที่ 8,9 เซ็นเซอร์วัดลมเติม(ซ้าย), วัดความดันต่าง(ขวา)

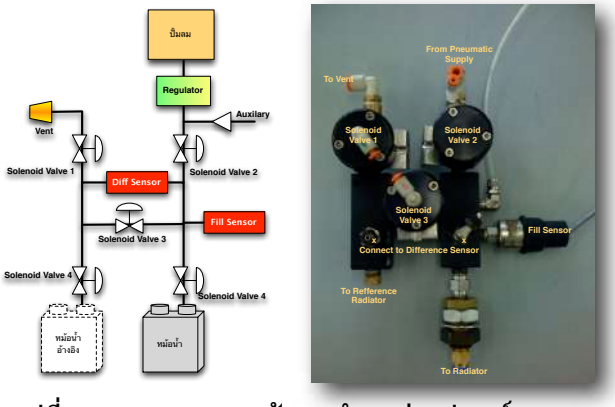
4.2 ลำดับการทำงานของระบบ

พิจารณาการทำงาน จากรูปที่ 10. และรูปที่ 11. พบว่าในระบบจะมีวาล์วขดลวดแม่เหล็ก ทั้งหมด 4 ตัวซึ่งมีหน้าที่ได้แก่

1. วาล์วขดลวดแม่เหล็ก 1 ทำหน้าที่ระบายลมออกจากหม้อน้ำ เมื่อเปิดวาล์ว ออก
2. วาล์วขดลวดแม่เหล็ก 2 ทำหน้าที่เติมลมหม้อน้ำ จากแหล่งกำเนิดลมภายนอก
3. วาล์วขดลวดแม่เหล็ก 3 ทำหน้าที่กั้นห้อง เพื่อใช้วัดการรั่วซึมหม้อน้ำหลังจากเติมลมแล้ว
4. วาล์วขดลวดแม่เหล็ก 4 ทำหน้าที่ยึดหม้อน้ำกับหัวจับ เพื่อจับยึดหม้อน้ำที่ใช้ทดสอบ

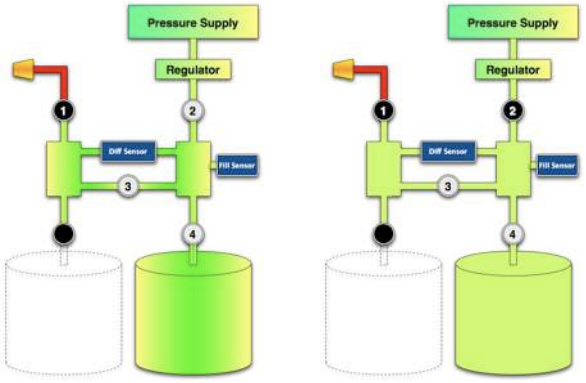
การทำงานของเครื่องวัดการรั่วซึมแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (ดังรูปที่ 12 - 15.) ดังนี้

1. เติมลม (Fill State) เริ่มจากเปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 4 เพื่อจับยึดหม้อน้ำ ก่อนทำการทดสอบ จากนั้นปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 1. เพื่อป้องกันลมออกจากหม้อน้ำ แล้วจึงเปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 2. เพื่อเติมลมเข้าสู่หม้อน้ำ
2. รักษาเสถียรภาพของลม (Stabilize State) เมื่อเติมลมจนได้ พิกัดของแรงดันแล้ว ก็ปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 2 เพื่อให้ลมที่เกิดการปั่นปวนเนื่องจากการเติมลมเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady - State) และพร้อมที่จะวัด
3. ทดสอบการรั่วซึม (Test State) จะปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็ก ตัวที่ 3 เพื่อกั้นห้องลม ออกเป็นสองห้อง โดยห้องแรกคือ หม้อน้ำที่ทดสอบ ส่วนอีกห้องคือ ห้องเปรียบเทียบแรงดันอ้างอิง โดยห้องนี้ จะไม่มีการอนุญาติให้เกิดการรั่วซึมได้เลย ไม่เช่นนั้น การวัดจะไม่แม่นยำ
4. ปล่อยลม (Dump State) จะเปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 1. และ 3. เพื่อให้ลมที่ถูกกักอยู่ในหม้อน้ำได้คลายออกมา จนกระทั่งไม่มีลมหลงเหลืออยู่ในหม้อน้ำ ก็จะเปิดวาล์วขดลวดแม่เหล็กตัวที่ 4 เพื่อยกเลิกการจับยึดหม้อน้ำ และสามารถเปลี่ยนหม้อน้ำใบใหม่มาทดสอบได้

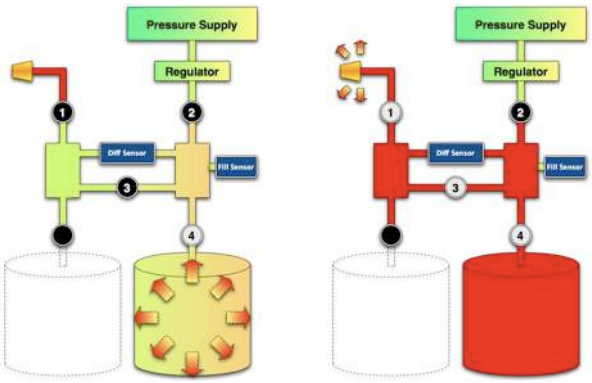


รูปที่ 10,11 ระบบรวม(ซ้าย), ตำแหน่งอุปกรณ์ (ขวา)

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

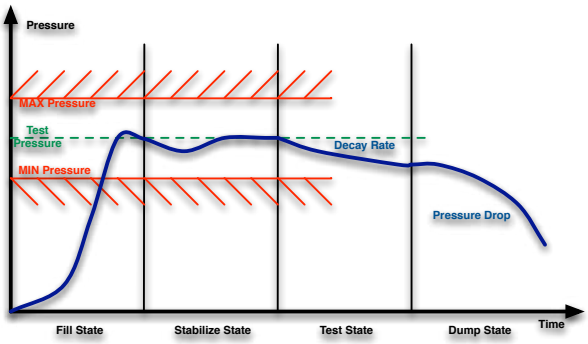


รูปที่ 12, 13 Fill State(ซ้าย), Stabilize State(ขวา)



รูปที่ 14, 15 Test State(ซ้าย), Dump State(ขวา)

เมื่อจับค่าสัญญาณแรงดันที่ได้ ต้องเป็นดังรูปที่ 16. ซึ่งจะนำข้อมูลที่อยู่ในช่วงสถานะทดสอบการรั่วซึม (Test State) ไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงต่อไป



รูปที่ 16. ค่าความดันที่วัดได้ ณ. states ต่างๆ

5. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ใช้เดิม ว่ามีความแม่นยำใกล้เคียงกัน เมื่อได้ผลเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปทดสอบภาคสนามในสภาวะการใช้งานจริง เมื่อผลทดสอบผ่านตามข้อกำหนดที่ตั้งเอาไว้ในตอนแรกแล้ว จึงเข้าสู่กระบวนผลิตจำนวนมากๆ เพื่อนำไปใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

5.1.ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบโดยต่อเครื่องวัดการรั่วซึมกับถังอากาศอ้างอิง ซึ่งสามารถปรับตั้งปริมาณอากาศที่รั่วออกมาได้ โดยต่อเครื่องมือวัดอ้างอิงเพื่อวัดปริมาณอากาศที่รั่วออกมา (ccm/min) เปรียบเทียบการวัดระหว่าง เครื่องที่ออกแบบไว้ กับเครื่องที่ทางโรงงานใช้งานอยู่ก่อนหน้า เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการทำงาน

รูปที่ 17, 18 ถังอ้างอิง(ซ้าย), เครื่องมือวัดอ้างอิง(ขวา)

รูปที่ 19, 20 เครื่องต้นแบบ(ซ้าย), เครื่องใช้งานเดิม(ขวา)

เงื่อนไขในการทดสอบคือ ปรับตั้งค่าการรั่วของถังอ้างอิงทดสอบไว้ในปริมาณที่เท่ากัน จากนั้นบรรจุอากาศเข้าไว้ภายในจนมีความดันได้พิกัด สำหรับทดสอบ จากนั้นนำเครื่องมือวัดทั้งสองเข้าวัด(วัดกันคนละครั้ง) ดูผลการวัดการรั่วที่ได้ เปรียบเทียบกัน พบว่าค่าที่อ่านได้ มีปริมาณใกล้เคียงกัน (ไม่สามารถแสดงผลเชิงปริมาณได้ เนื่องจากเป็นความลับของทางโรงงาน)

5.2.ทดสอบภาคสนามในสภาวะการใช้งานจริง

หลังจากทดสอบให้ห้องปฏิบัติการ จนได้ผลเป็นที่หน้าพอใจแล้ว จึงนำเครื่องต้นแบบ มาทดสอบใช้งานภาคสนาม โดยนำเครื่องไปต่อขนานกับไลน์การผลิตที่ใช้เครื่องวัดการรั่วซึม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจากโรงงานคอยสุ่มทดสอบหม้อน้ำที่ใช้วัดด้วยวิธีเดิม มาทดสอบกับเครื่องต้นแบบและเปรียบเทียบผล

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า เครื่องต้นแบบนั้นสามารถวัดปริมาณการรั่วซึมของผลิตภัณฑ์ได้แม่นยำพอสมควร คิดเป็น 90% ของจำนวนการวัดทั้งหมด กล่าวคือ ในการวัด 100 ครั้ง มีประมาณ 90 ครั้ง ที่ผลการวัดจากเครื่องทั้งสอง แสดงค่าที่ใกล้เคียงกันมากๆ ยกเว้นหม้อน้ำใบที่มีการรั่วซึมสูงมากๆ มากกว่า

ค่าที่ยอมรับมากๆ ค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดทั้งสองมีความแตกต่างกันสูงพอสมควร คาดว่าน่าจะมาจากการปรับตั้งเซนเซอร์ยังไม่แม่นยำพอตลอดทั้งช่วงการทำงาน จำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอยู่พอสมควร ก่อนนำไปใช้งานจริงในภาคการผลิตต่อไป

รูปที่ 21,22 เครื่องต้นแบบ(ซ้าย), หม้อน้ำที่ใช้วัด(ขวา)

รูปที่ 22,23 ทดสอบภาคสนาม(ซ้าย, ขวา)

6. บทสรุป

แม้ว่ายังอยู่ในช่วงทดสอบภาคสนามอยู่ แต่ผลที่ได้มีแนวโน้มที่สามารถจะไปสู่ภาคการผลิตในเวลาอันใกล้นี้ เพื่อให้โรงงานสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ส่วนปัญหาเรื่องความแม่นยำในการวัด สำหรับหม้อน้ำใบที่รั่วมากๆ เมื่อตรวจพบจะถูกคัดออก แม้ว่าเครื่องต้นแบบจะสามารถคัดหม้อน้ำใบนั้นออกได้ แต่ค่าการรั่วซึมที่อ่านได้ยังแตกต่างกับเครื่องวัดที่ใช้งานอยู่พอสมควร ผลที่ได้ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ คาดว่าจะต้องปรับตั้ง(Calibrate)เซ็นเซอร์ให้มีความแม่นยำตลอดช่วงการใช้งาน น่าจะแก้ปัญหาตรงนี้ได้

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เครื่องต้นแบบที่ออกแบบไว้นั้น เหมาะสำหรับใช้วัดหม้อน้ำขนาดเล็ก (หม้อน้ำรถมอเตอร์ไซด์, รถยนต์ขนาดเล็ก) เพราะใช้แรงดันอากาศน้อย (ประมาณ 1.5 - 2.5 บาร์) และใช้เวลาทดสอบสั้นๆ ทำให้สมติฐานที่ตั้งไว้ว่า แรงดันอากาศภายในหม้อน้ำจะลดลงอย่างช้าๆ ประมาณได้ว่าเกือบเป็นเส้นตรง ทำให้วิธีที่นำเสนอที่ 3. ที่เลือกใช้ สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แต่สำหรับหม้อน้ำใบใหญ่ๆ จะใช้แรงดันอากาศสูง (มากกว่า 5 บาร์) และใช้เวลาทดสอบนานขึ้น จึงทำให้ผลของแรงดันที่ลดลงมีแนวโน้มว่าจะเกิดเป็นเส้นโค้ง จึงทำให้การประมาณด้วยเส้นตรงไม่เหมาะสมนัก จึงต้องเลือกวิธีวัดที่เหมาะสม ซึ่งก็คือวิธีที่นำเสนอแบบที่ 2. ที่ใช้วิธีการระบุแบบจำลอง เพื่อหาค่าการรั่วซึมที่แท้จริง ซึ่งจะพัฒนาต่อยอดในขั้นต่อๆไป

7. เอกสารอ้างอิง

[1] C.J. Li, “A Smart Design of Coolant Tank Leak Testing Equipment in Car Manufature Using Fault Detection and Isolation Observer Based Method” 3th IEEE Conference on Industrial Electronic and Applications (ICIEA 2008), pp. 1925-1928, 2008.

[2] W.J. Turner, “Instrumentation System to Implement LEAK TEST PROGRAM”, IEEE Conference on Instrumentation and Measurement Technology, pp 307-310, 1997.

[3] Richard C. Kullberg, “Hermetic Package Leak Testing Re-Visited”, IMAPS International Conference on Device Packaging, March 2008.

[4] Laksana Guntur HARUS, “A Study on Leak Detection of a Household Gas Supply System using Pressure Decay Method”, SICE Annual Conference, pp 2987-2992, August 2008.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร

RFID Revolution for Bus Management

สิทธิชัย เพชรพะยอง, ทัศน์พล ทิพย์ศักดิ์ และกัญจนา พัฒนวรพันธุ์

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

kanjana.pa@bu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร เพื่อให้การเดินรถของรถทัวร์โดยสารเกิดประสิทธิภาพ สร้างความเชื่อมั่นในการให้บริการแก่ผู้โดยสาร ระบบประกอบด้วยเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี บัตรประจำตัวรถโดยสารที่บันทึกหมายเลขทะเบียนรถ ข้อมูลการลงบันทึกเวลา สถานที่และระบบฐานข้อมูลที่มีข้อมูล ชื่อพนักงานขับรถและพนักงานประจำรถ เลขไมล์ ประวัติการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งทำให้ควบคุมการเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้โดยสาร ตลอดจนสนับสนุนการ ใช้พลังงานเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม

Abstract

This article proposes to apply RFID with tour bus management in order to improve the efficiency and increase passenger's level of confidence in the service. The system comprises of RFID reader, tour bus ID card which contains the bus's license number,names of the busdriver and staff, time stamps, mileage records, bus repair and service records. The purpose is to increase the bus management's efficiency and passenger's level of safety as well as to save energy.

คำสำคัญ

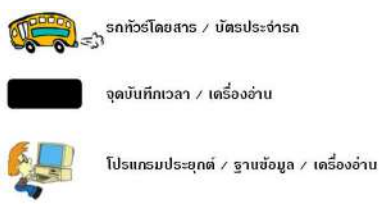
อาร์เอฟไอดี (RFID), ระบบขนส่ง, ระบบโดยสาร

1. บทนำ

ระบบขนส่งมวลชนมีอยู่เป็นจำนวนมากทั้งทางน้ำ ทางอากาศ และทางบก ระบบการขนส่งมวลชนที่ผู้โดยสารส่วนใหญ่ของประเทศใช้บริการ คือ ระบบขนส่งมวลชนทางบก หรือ “รถทัวร์โดยสาร” ในการเดินทาง เนื่องจากมีราคาถูก และจุดหมายปลายทางที่หลากหลาย ในแต่ละวันรถทัวร์โดยสารให้บริการไปในทุกภูมิภาคของประเทศ โดยรถทัวร์โดยสารทุกคันจะต้องหยุดจอด เพื่อที่จะบันทึกเวลาในแต่ละจุดตรวจสอบที่ทางบริษัทได้กำหนดเอาไว้ รูปแบบที่ใช้ในการบันทึกเวลาตามจุดต่างๆในปัจจุบันจะอยู่ในรูปแบบของเอกสาร มีพนักงานทำหน้าที่บันทึกเวลา อาจทำให้ข้อมูลที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ไม่เป็นระบบ ไม่สามารถควบคุมอัตราเร็วของรถซึ่งเป็นสาเหตุหลักของอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ในช่วงเทศกาลผู้คนต่างเลือกใช้บริการรถทัวร์โดยสารเพื่อเดินทางกลับบ้านเกิด หรือเพื่อท่องเที่ยว หลายครั้งที่มักพบเห็นข่าวการเกิดอุบัติเหตุของรถทัวร์โดยสารเหล่านี้ เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุพบว่า การขับรถเร็วเกินอัตราที่กำหนดเป็นหนึ่งในสาเหตุหลัก กอปรกับสถานการณ์ความผันผวนของราคาน้ำมัน ผู้ทำโครงการจึงคิดค้นวิธีการควบคุมอัตราเร็วของการขับรถโดยสาร ตลอดจนอัตราความเร็วรถที่ช่วยให้เกิดการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและเกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้โดยสาร



รูปที่ 1 จำลองการทำงานของระบบ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบที่บ่งชี้ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยมีหลักการทำงานคล้ายกับ Smart card แตกต่างกันตรงที่ RFID ไม่ต้องใช้การสัมผัสในการส่งพลังงานและข้อมูล โดยจุดเด่นของ RFID คือ

- ระบบไร้สัมผัสในการอ่านข้อมูล คือ เครื่องอ่าน (RFID Reader) กับ บัตร (RFID Tag) ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกันในการอ่านข้อมูล
- สามารถอ่านข้อมูลได้ทุกทิศทาง เมื่อบัตรอยู่ภายในรัศมีการทำงานของเครื่องอ่านบัตร
- บัตร (RFID Tag) สามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้มากถึง 100,000 ครั้ง
- สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก
- มีความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณ คือ สามารถฝังฉลากไว้ในผิวของวัสดุได้

3.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของ RFID

3.2.1 เครื่องอ่านและเขียน (Interrogator, Reader)

เมื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องอ่าน เครื่องจะส่งพลังงานไปยังบัตรเพื่ออ่านข้อมูลจากบัตร เมื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องเขียนข้อมูลเครื่องจะส่งพลังงานไปยังบัตรและเขียนข้อมูลลงบัตร เครื่องอ่านจะประกอบด้วย ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ (Transceiver) ภาคสร้างสัญญาณพาหะ (Carrier) ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) วงจรจูนสัญญาณ (Tuner) หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (Processing Unit)

3.2.2 บัตร (RFID Tag)

บัตรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดกับวัตถุที่ต้องการระบุ แบ่งตามจำนวนบิตที่เก็บข้อมูลเป็น 2 ประเภท คือ

1. เก็บข้อมูลที่บ่งชี้เพียง 1 bit เพื่อบ่งชี้ว่ามีหรือไม่มีบัตรนั้นในรัศมีการทำงานแต่ไม่สามารถชี้เฉพาะได้ นิยมใช้ในระบบป้องกันการขโมยสินค้าภายในร้านค้าใหญ่
2. เก็บข้อมูลที่บ่งชี้ที่มีมากกว่า 1 bit เพื่อบ่งชี้ว่ามีหรือไม่มีบัตรนั้นในรัศมีการทำงานและสามารถชี้เฉพาะได้ว่าชิ้นไหน ตัวอย่างเช่น ป้ายบอกราคาสินค้า บัตรผ่านเข้า- ออกประตู บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน บัตรประจำตัวประชาชน เป็นต้น

โครงสร้างภายในของบัตร (RFID Tag) จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ไมโครชิพจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า สถานะของสินค้า ฯลฯ ส่วนที่สอง คือ สายอากาศ (Antenna) สำหรับ รับ-ส่ง สัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ

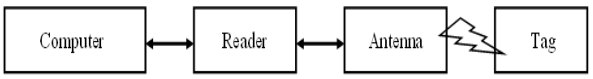
3.3 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

ในระบบอาร์เอฟไอดีจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนแรกคือ บัตร (Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่ต้องการ โดยป้ายนั้นจะประกอบไปด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ

ส่วนที่ 2 คือ เครื่องอ่าน/เขียน ข้อมูลภายในบัตร (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ส่วนที่ 3 ได้แก่ ระบบประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ใช้งาน หรือระบบฐานข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับระบบการใช้งานที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

3.4 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

3.4.1 เครื่องอ่านทำหน้าที่ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา เพื่อตรวจจับสัญญาณจากบัตรว่ามีบัตร(Tag) เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่

3.4.2 เมื่อตรวจสอบพบว่ามีบัตร (Tag) เข้ามาอยู่ในบริเวณที่เครื่องอ่านทำงาน บัตรจะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้บัตรเริ่มทำงานและ

จะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลต กับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในบัตร

3.4.3 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะทำการถอดรหัสสัญญาณที่ได้รับเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

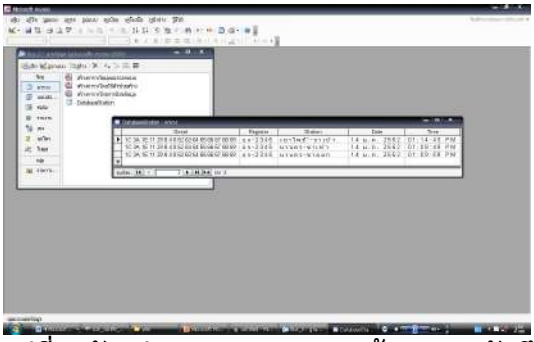
ระบบเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร แบ่งส่วนประกอบของระบบออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.1.1 โปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร

เป็นส่วนของการประยุกต์ใช้งานโดยจะมีโปรแกรมหลักที่พัฒนาขึ้นสำหรับระบบเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร รวมไปถึงระบบฐานข้อมูลต่างๆ โดยจะทำหน้าที่หลักในการเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูลต่างๆของรถขนส่งผู้โดยสาร และรายละเอียดของข้อมูลภายในบัตร (Tag) ที่ถูกเขียนข้อมูลลงไปแล้ว พร้อมทั้งมีการประเมินผลการเดินรถ ซึ่งส่วนนี้ทางบริษัทจะเป็นผู้ใช้งานเพื่อทำการป้อนข้อมูลให้กับระบบ

ระบบฐานข้อมูล

Microsoft Office Access 2003 เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) หน้าที่หลักของโปรแกรมคือช่วยให้การจัดเก็บ การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ โดยโครงสร้างของโปรแกรมและการแสดงผลสามารถแสดงได้ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 3 ตัวอย่างการแสดงผลฐานข้อมูลการบันทึกเวลาของโปรแกรม Microsoft Office Access 2003

4.1.2 เครื่องอ่าน/เขียน (RFID Reader)

ใช้ในการบันทึกเวลาของรถขนส่งผู้โดยสารซึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสารอยู่ โดยในโครงงานใช้เครื่องอ่านบัตร (RFID Reader) ที่ความถี่คลื่นสัญญาณ 13.56 MHz โดยจะทำหน้าที่หลักในการอ่านบัตร(Tag) แล้วบันทึกข้อมูลลงระบบ

4.1.3 บัตร(Tag)

บัตรที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นบัตรประจำรถทัวร์โดยสารย่านความถี่สูง (HF) ข้อมูลที่บันทึกลงบนบัตรประกอบด้วยหมายเลขทะเบียนรถ (ID) เพื่อใช้แสดงตัวตนในการบันทึกเวลาของรถทัวร์โดยสารโดยผ่านเครื่องอ่านบัตร (RFID Reader)

5. การทดสอบการใช้งาน

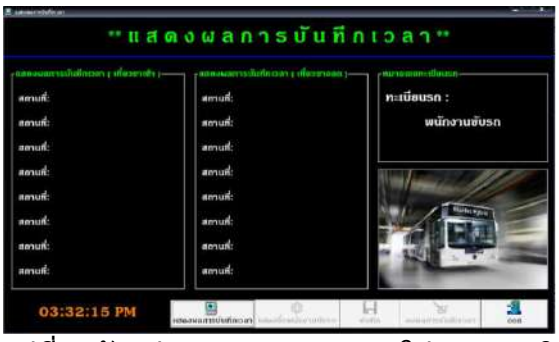
ในการใช้งาน ผู้ประกอบการบริษัทรถทัวร์โดยสารจะออกบัตรอาร์เอฟไอดีให้กับรถทัวร์โดยสาร โดยจะทำการบันทึกข้อมูลลงบัตร ข้อมูลที่สำคัญที่เก็บในบัตรคือ หมายเลขทะเบียนรถทัวร์โดยสาร และข้อมูลการบันทึกเวลาตามจุดต่างๆ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมการเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือหลีกเลี่ยงการบันทึกเวลาที่ไม่ตรงตามความเป็นจริง อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ประกอบการบริษัทรถทัวร์โดยสารสามารถติดตามประเมินผลการเดินรถของรถทัวร์โดยสารแต่ละคันเพื่อป้องกันไม่ให้ รถทัวร์โดยสารใช้ความเร็วเกินกำหนด ซึ่งกรณีดังกล่าวอาจมีรถทัวร์โดยสารบางคันใช้ความเร็วเกินกำหนดจนนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุทางถนนทำให้ผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ ข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งของระบบเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสาร คือการที่ข้อมูลของรถทัวร์โดยสารถูกเก็บอยู่ในบัตรซึ่งทนต่อความเปียกชื้น การกระทบกระเทือน และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง จึงทำให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกเวลาตามจุดต่างๆ ไม่เกิดความเสียหายในระหว่างการเดินทาง ด้านความปลอดภัยของข้อมูล โครงงานที่นำเสนอจะอาศัยระบบอาร์เอฟไอดี ที่มีจุดเด่นด้านความปลอดภัยเนื่องจากมีการเข้ารหัสลับของข้อมูลถ้ามีบัตรที่ไม่เข้ากับระบบ เครื่องอ่านข้อมูลก็จะไม่สามารถอ่านบัตรใบนั้นได้

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

รูปที่ 4 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(จุดบันทึกเวลาขาเข้า / ออก)

หน้าต่างจุดบันทึกเวลาขาเข้า / ขาออก ประกอบไปด้วย

1. จุดบันทึกเวลา : แสดงชื่อสถานที่ที่บันทึกเวลา, วัน/เดือน/ปี, เวลา ณ ปัจจุบัน
2. แสดงผลการบันทึก: แสดงทะเบียนรถ, สถานที่, วัน/เดือน/ปี, เวลา ณ ปัจจุบัน
3. ปุ่มบันทึกเวลา: กดครั้งแรกเพื่อบันทึกสถานที่, วัน/เดือน/ปี, เวลาปัจจุบันที่ผ่าน ณ จุดนี้
4. ปุ่ม Reset: กดเพื่อทำการเริ่มบันทึกใหม่อีกครั้ง
5. ปุ่มออก: ออกจากหน้าต่างจุดบันทึกเวลาขาเข้า / ขาออก



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(แสดงผลการบันทึก)

หน้าต่างแสดงผลการบันทึก ประกอบไปด้วย

1. แสดงผลการบันทึก (เที่ยวขาเข้า): แสดงชื่อสถานที่ที่บันทึกเวลา, วัน/เดือน/ปี, เวลา ณ จุดที่บันทึก
2. แสดงผลการบันทึก (เที่ยวขาออก): แสดงชื่อสถานที่ที่บันทึกเวลา, วัน/เดือน/ปี, เวลา ณ จุดที่บันทึก
3. ปุ่มแสดงผลการบันทึก: กดเพื่อแสดงผลการบันทึกภายในบัตร
4. ปุ่มบันทึก: กดเพื่อทำการบันทึกข้อมูลเก็บเข้าไปไว้ในฐานข้อมูล
5. ปุ่มออก: ออกจากหน้าต่างแสดงผลการบันทึก

รูปที่ 6 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(ข้อมูลรถทัวร์โดยสาร)

หน้าต่างข้อมูลรถทัวร์โดยสาร ประกอบไปด้วย

1. ค้นหาข้อมูล : ค้นหาข้อมูลรถทัวร์โดยสารภายในฐานข้อมูล
2. บัตรประจำรถทัวร์โดยสาร : แสดง, เพิ่ม, แก้ไข, ลบ, บันทึก ข้อมูลรถทัวร์โดยสาร

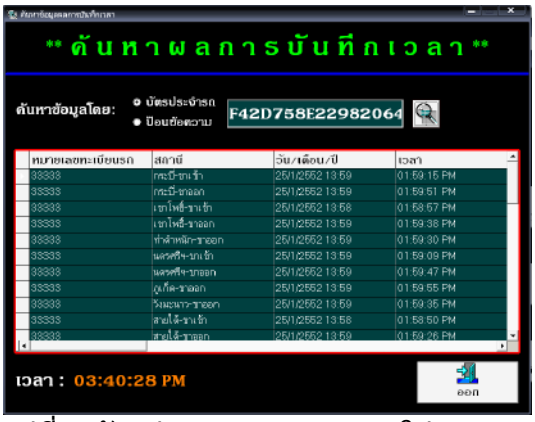
รูปที่ 7 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(ประเมินผลการเดินรถ)

หน้าต่างประเมินผลการเดินรถ ประกอบไปด้วย

1.ประเมินผลเที่ยวขาออก : ประเมินผลการเดินรถของรถทัวร์โดยสารเที่ยวขาออก เช่น ช้า เร็ว และปกติ

1.ประเมินผลเที่ยวขาเข้า : ประเมินผลการเดินรถของรถทัวร์โดยสารเที่ยวขาเข้า เช่น ช้า เร็ว และปกติ

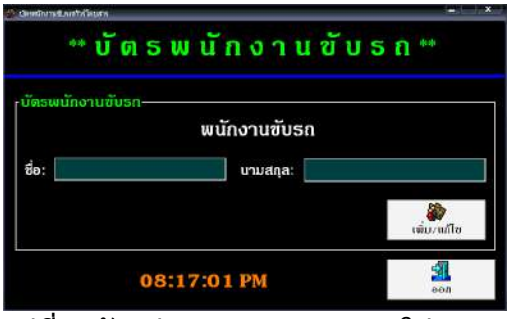
© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7



รูปที่ 8 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(ค้นหาผลการบันทึกเวลา)

หน้าต่างค้นหาผลการบันทึกเวลา ประกอบไปด้วย

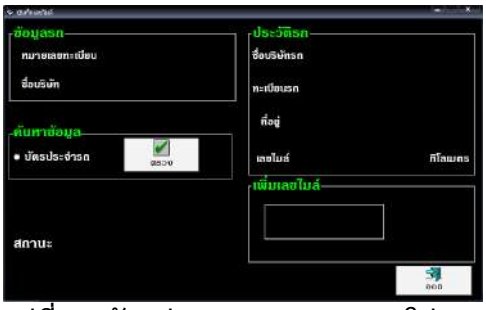
1.ค้นหาโดยบัตรประจำรถ/ป้อนข้อความ : แสดงรายละเอียดการบันทึกเวลาของรถทัวร์โดยสาร เช่น สถานี เวลา เป็นต้น



รูปที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(บัตรพนักงานขับรถ)

หน้าต่างบัตรพนักงานขับรถ ประกอบไปด้วย

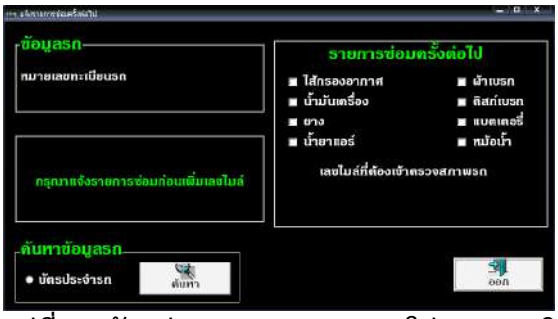
1.บัตรพนักงานขับรถ: เพิ่ม/แก้ไข ชื่อ-นามสกุล พนักงานขับรถภายในบัตรพนักงานขับรถ



รูปที่ 10 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(บันทึกเลขไมล์)

หน้าต่างบันทึกเลขไมล์ ใช้สำหรับ

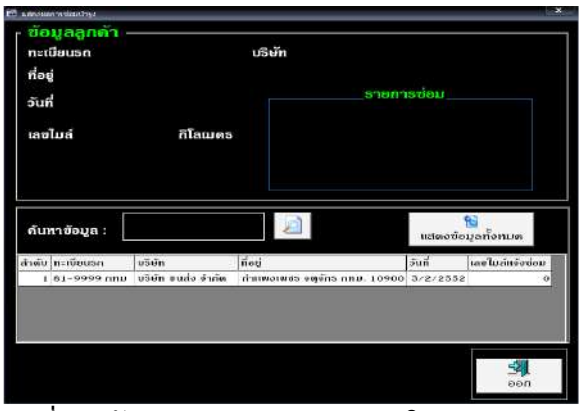
1.บันทึกข้อมูลเลขไมล์ของรถทัวร์โดยสารทุกคันที่วิ่งไปในแต่ละวันของบริษัท



รูปที่ 11 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(รายการซ่อมครั้งต่อไป)

หน้าต่างรายการซ่อมครั้งต่อไป ใช้สำหรับ

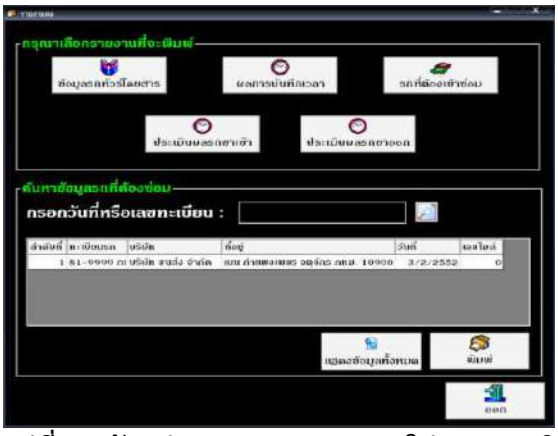
1.บันทึกข้อมูลและเลขไมล์ที่จะต้องเข้าศูนย์เพื่อทำการซ่อมบำรุงในครั้งต่อไป



รูปที่ 12 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร
(แสดงผลรายการซ่อมครั้งต่อไป)

หน้าต่างแสดงผลรายการซ่อมครั้งต่อไป ใช้สำหรับ

1.แสดงผลรายการอะไหล่ที่จะต้องเปลี่ยนของรถทัวร์โดยสารที่มีระยะเลขไมล์ถึงกำหนดที่ต้องเข้าศูนย์เพื่อทำการซ่อมบำรุงในครั้งต่อไป



รูปที่ 13 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรมบริหารจัดการการเดินรถของรถทัวร์โดยสาร

(รายงานผล)

หน้าต่างรายงานผล ใช้สำหรับ

1.พิมพ์ข้อมูลที่ต้องการ เช่น ข้อมูลรถทัวร์โดยสาร ข้อมูลผลการบันทึกเวลา ข้อมูลรถที่ต้องเข้าซ่อม ข้อมูลประเมินผลรถขาเข้า ข้อมูลประเมินผลรถขาออก

6. บทสรุป

ระบบเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อการบริหารจัดการรถทัวร์โดยสารนี้ ได้นำระบบ RFID ระบบสารสนเทศ และระบบฐานข้อมูล เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ทำให้ผู้ประกอบการบริษัทรถทัวร์โดยสารสามารถควบคุมการเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือหลีกเลี่ยงการบันทึกเวลาที่ไม่ตรงตามความเป็นจริง อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ประกอบการบริษัทรถทัวร์โดยสารสามารถติดตามประเมินผลการเดินรถของรถทัวร์โดยสารแต่ละคันเพื่อป้องกันไม่ให้รถทัวร์โดยสารใช้ความเร็วเกินกำหนด ซึ่งกรณีดังกล่าวอาจมีรถทัวร์โดยสารบางคันใช้ความเร็วเกินกำหนด จนนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุทางถนนทำให้ผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้าข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาคิดประยุกต์สร้างสรรค์งานจนได้ผลงานชิ้นนี้ขึ้นมา

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติ

A Development of CNC Controller for Milling Machine

กิตติพงศ์ เอกไชย, อุดม โกมินทร์, วุฒิกร เชาว์ประมวลกุล, อภิสิทธิ์ ตันตระวรศิลป์, ภานุพันธ์ ขวัญสุด,
พงศกร สีขาว, ธีศิษฏ์ ลีลาสวัสดิ์สุข, กมลวรรณ ตันไถง และ กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์
หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาการควบคุมและระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ica@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงรายละเอียดที่สำคัญของการพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการรีโทรฟิตเครื่องกัดซีเอ็นซีที่เสื่อมสภาพ เนื่องจากในประเทศไทยมีเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เสื่อมสภาพเป็นจำนวนมาก การรีโทรฟิตโดยใช้ระบบควบคุมจากต่างประเทศจะมีค่าใช้จ่ายสูงและมีค่าบำรุงรักษาที่สูงเนื่องจากเป็นระบบปิด การพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีภายในประเทศจึงมีความสำคัญ โครงการนี้ได้รับความร่วมมือจากสถาบันไทย-เยอรมัน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้ทำการพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติและนำไปรีโทรฟิตในเครื่องกัดอัตโนมัติรุ่น RAMA M200 ที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาสองแห่งจนเป็นผลสำเร็จ

Abstract

This paper describes about the main point of development on CNC controller for old milling machines which is degraded or out of order. In local industry, there are many old CNC machines which need to be retrofitted. Based on the closed architecture of the imported controller, replacing cost and maintenance cost become very high, therefore it is necessary to develop our own controller. This project is cooperation among Thai-German Institute, Vocational Education Commission and National Electronics and Computer Technology Center to develop a prototype of CNC controller. Two sets of the prototype of the proposed controller are successfully applied to old milling machines model RAMA M200 for 2 education institutes.

คำสำคัญ

เครื่องกัดอัตโนมัติ, ซีเอ็นซี, การ์ดควบคุมการเคลื่อนที่

1. บทนำ

ในปัจจุบันการใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติหรือที่เรียกกันว่าเครื่องจักรซีเอ็นซี (Computer Numerical Control) ภายในประเทศมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วยประหยัดเวลา แรงงาน และทำให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น แต่เครื่องจักรซีเอ็นซีส่วนใหญ่ไม่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งคิดเป็นจำนวนเงินสูงมากทุกปี เครื่องจักรซีเอ็นซีที่นำเข้ามาใช้งานจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5 – 10 ปี เมื่อเครื่องจักรซีเอ็นซีหมดอายุก็จำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเรียกว่าการรีโทรฟิต (Retrofit) จากการสำรวจของสมาคมเครื่องจักรกลไทยมีเครื่องจักรซีเอ็นซีที่ต้องการการรีโทรฟิตอยู่ประมาณ 40,000 เครื่องภายในประเทศ ซึ่งมีบริษัทบางแห่งในประเทศที่มีความสามารถในการรีโทรฟิตเครื่องจักรซีเอ็นซี แต่ก็ยังต้องนำเข้าระบบควบคุมส่วนใหญ่จากต่างประเทศ

ในการรีโทรฟิตเครื่องจักรซีเอ็นซีมีส่วนประกอบที่สำคัญที่จะต้องทำการเปลี่ยนหากชำรุดอยู่ 3 ส่วนได้แก่ ส่วนระบบควบคุม (CNC Controller) ส่วนมอเตอร์ และส่วนระบบเครื่องกล ส่วนประกอบ 3 ส่วนนี้ยังไม่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ในส่วนของระบบควบคุมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาอยู่ในช่วง 120,000 บาท ถึง 300,000 บาท ขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบควบคุม อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีระบบควบคุมที่นำเข้ามาส่วนมากจะเป็นระบบปิด ทำให้ผู้ใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง เครื่องจักรใน

สถาบันการศึกษาก็ได้ประสบกับปัญหานี้เช่นกัน ในปี 2551 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติร่วมกับสถาบันไทย-เยอรมัน และสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้ร่วมกันพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมเครื่องซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติ แบบ 3 แกน โดยมุ่งเน้นพัฒนาระบบควบคุมที่มีราคาถูก และมีประสิทธิภาพที่เหมาะสม

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติเริ่มต้นสร้างห้องปฏิบัติการวิจัยเกี่ยวกับระบบการผลิตอัตโนมัติตั้งแต่ปี 2542 โดยงานวิจัยในช่วงต้นเน้นการพัฒนาส่วนประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมเครื่องจักรกล[1] โดยแบ่งงานสำคัญเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Man-Machine Interface: MMI) และส่วนฮาร์ดแวร์ควบคุมการเคลื่อนที่มอเตอร์หลายแกน (Multi Axis Controller: MAC) โดยใช้หน่วยประมวลผลจากบริษัท Performance Motion Devices หลังจากนั้นได้นำมาประยุกต์เป็นต้นแบบระบบควบคุมเครื่องจักรต่างๆ เช่น ระบบควบคุมเครื่องตัดพลาสมา[2] ระบบควบคุมเครื่องเย็บรองเท้าอัตโนมัติ[3] และระบบควบคุมเครื่องเจียระไนอัตโนมัติจนเป็นผลสำเร็จ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีนี้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้เพียงแบบจุดต่อจุด (Point-To-Point)เท่านั้น ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานในเครื่องจักรซีเอ็นซีบางประเภทเช่นเครื่องกัด หรือเครื่องกลึง เครื่องจักรซีเอ็นซีประเภทนี้ต้องการการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Continuous Movement) เพื่อที่จะให้คุณภาพของชิ้นงานมีความเรียบสม่ำเสมอกัน และมีความเร็วในการทำงานสูงขึ้น ในนการวิจัยต้นแบบระบบควบคุมเครื่องกัดอัตโนมัติชิ้นนี้ จึงได้ทำการพัฒนาฮาร์ดแวร์สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขึ้นมาใหม่โดยพัฒนาส่วนวางแผนการเคลื่อนที่ (Trajectory Generation) และวิธีการควบคุมพีไอดีภายในในการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ใหม่ทั้งหมด เพื่อให้ตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้สถาบัน RDiPT มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์[4] และผู้ประกอบการบางรายภายในประเทศก็มีก็มีการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมเครื่องซีเอ็นซีโดยใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันออกไป

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะทำงานสอดคล้องกัน ได้แก่

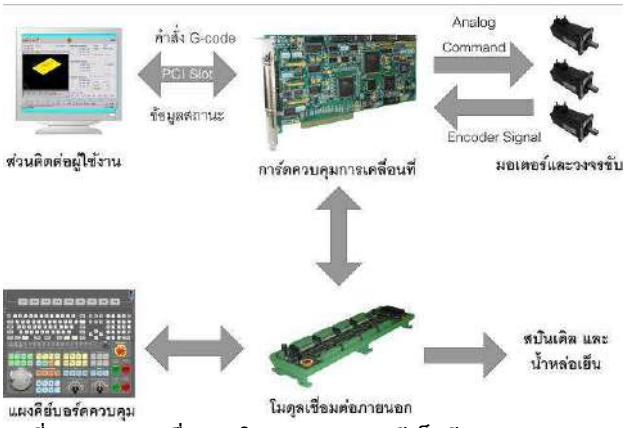
1. ส่วนแสดงผลและติดต่อผู้ใช้งาน (MMI) เป็นซอฟท์แวร์ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows Embedded CE 6.0 ผู้ใช้งานสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษา G-code เพื่อสั่งงานให้เครื่องจักรซีเอ็นซีทำงานตามความต้องการ พร้อมทั้งสามารถดูสถานะการทำงานของเครื่องจักร และจำลองการทำงานของเครื่องจักรก่อนทำงานจริง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้เป็นแบบคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมที่สามารถทนการทำงานหนักได้ มีความเร็วของซีพียู 500 MHz และเก็บข้อมูลลงบนหน่วยความจำแบบคอมแพคแฟรช ซึ่งมีความทนทาน และราคาถูก

2. ส่วนการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่(Motion Control Card) จะดูแลงานทั้งหมดที่ต้องการความรวดเร็วแบบเวลาจริง(Real-Time) โดยหน้าที่หลักประกอบไปด้วยการทำงานส่วนของ พีแอลซี (PLC) เอ็นซี (NC) การควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ด้วยวิธีพีไอดี (PID) และการทำงานในส่วนของการวางแผนการเคลื่อนที่ (Trajectory Generation) เป็นต้น ในส่วนฮาร์ดแวร์มีโปรเซสเซอร์ DSP ขนาด 24 bit สามารถรองรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ได้ถึง 8 แกน มี FPGA ทำงานในส่วนของการติดต่อกับโมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก และติดต่อกับส่วนแสดงผลผ่านทางช่อง PCI โดยจะติดต่อกันผ่านทาง Dual Port RAM

3. ส่วนโมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก (I/O Module) เป็นส่วนขยายการรับส่งข้อมูลภายนอก ภายในโมดูล 1 ชุดสามารถติดต่อกับช่องทางภายนอกได้ 32 อินพุต และ 32 เอาท์พุท เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ปุ่มกดต่างๆ สปินเดิลมอเตอร์ และน้ำหล่อเย็น เป็นต้น โดยส่วนโมดูลเชื่อมต่อภายนอกนี้จะติดต่อโดยตรงกับการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ โดยผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม ในระบบควบคุม

ซีเอ็นซีที่พัฒนาขึ้นต้องใช้โมดูลเชื่อมต่อนี้จำนวน 2 ชุด เพื่อให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ

4. ส่วนของแผงคีย์บอร์ดควบคุม ในส่วนนี้จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยติดต่อกับโมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเป็นส่วนใหญ่ เช่นการทำงานในปุ่มเปลี่ยนโหมด ปุ่มควบคุมการ JOG การเปิดปิดสปินเดิล หรือน้ำหล่อเย็นเป็นต้น และติดต่อกับการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ในฟังก์ชั่นสำคัญเช่น Handwheel และ Emergency เป็นต้น



รูปที่ 1 แสดงการเชื่อมต่อในระบบควบคุมซีเอ็นซี

การทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 1 การทำงานในโหมดอัตโนมัติ(Auto Mode) จะเริ่มต้นจากผู้ใช้สร้างโปรแกรมภาษา G-code หลังจากนั้นส่วนติดต่อผู้ใช้งานจะทำการแปลงโปรแกรมภาษา G-code เป็นคำสั่งเอ็นซี(NC Command)ส่งลงไปยังการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านทางช่องทาง Dual Port Ram โดยส่งคำสั่งเป็นชุดๆ เมื่อคำสั่งที่ส่งลงไปทำงานเสร็จจนหมดจึงจะมีการส่งคำสั่งชุดต่อไป ภายในการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่จะมีโปรแกรมส่วนเอ็นซี ทำการคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นแบบเส้นตรงหรือแบบเส้นโค้ง หลังจากนั้นจะส่งคำสั่งการเคลื่อนที่ไปควบคุมมอเตอร์โดยส่งคำสั่งจะเป็นสัญญาณอนาล็อก(± 10 V) และมอเตอร์จะส่งสัญญาณเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) กลับมาเพื่อใช้ในการควบคุมตำแหน่ง ถ้าหากโปรแกรมภาษา G-code เป็นคำสั่งสำหรับเปิดปิดอุปกรณ์เช่นสปินเดิล หรือน้ำหล่อเย็น คำสั่งจากการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่จะถูกส่งผ่านไปยังโมดูลเชื่อมต่อภายนอกเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ต่อไป นอกจากนี้ระบบยังสามรถทำงานรับคำสั่งจากผู้ใช้โดยตรง (Manual Mode) โดยผู้ใช้สามารถสั่งเครื่องจักรเคลื่อนที่ได้จากคีย์บอร์ดควบคุมในโหมด JOG หรือโหมด Handwheel ได้ เมื่อสถานะของเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆเช่นตำแหน่งหัวกัด และความเร็วจะถูกนำมาใส่ไว้ใน Dual Port RAM หลังจากนั้นส่วนติดต่อผู้ใช้งานจะนำค่าเหล่านี้ขึ้นไปแสดงบนหน้าจอ โดยมีคาบการอ่านค่าทุกๆ 100 มิลลิวินาที

3.2 การพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ในการพัฒนาซอฟท์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ทีมวิจัยเลือกใช้เครื่องมือ Visual Studio .NET 2005 โดยเขียนโปรแกรมส่วนใหญ่ด้วยภาษา C# และมีบางส่วนเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ ซึ่งใช้ในส่วนของการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ และเป็นซอร์สโค้ดเดิมบางส่วนที่พัฒนามาก่อน และเลือกใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Windows Embedded CE 6.0 เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่มีขนาดเล็กเหมาะสมกับการใช้งาน หน้าที่สำคัญของซอฟท์แวร์ติดต่อผู้ใช้งานคือการแสดงผลและใช้ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยโหมดการทำงานในเครื่องกัดอัตโนมัตินั้นแบ่งออกเป็น 7 โหมด ได้แก่

1. โหมด *ZRN* (Zero Return) ในโหมดนี้จะทำงานสำหรับการเข้าศูนย์ของเครื่องจักรซีเอ็นซี ใช้เมื่อเปิดเครื่องหรือต้องการตั้งค่าศูนย์ของเครื่องใหม่ ซึ่งเมื่อเริ่มเปิดเครื่องซอฟท์แวร์จะตั้งค่าให้ทำงานโหมดนี้ก่อน เมื่อเครื่องจักรเข้าศูนย์แล้วผู้ใช้จึงจะสามารถทำงานในโหมดอื่นต่อไปได้

2. โหมด *RAPID* เป็นการเคลื่อนที่แบบรวดเร็ว โดยผู้ใช้เป็นผู้สั่งงานผ่านทางคีย์บอร์ดควบคุม การเคลื่อนทีในโหมดนี้จะถูกควบคุมความเร็วตามเปอร์เซ็นต์ในสวิตซ์ Rapid Feed Override โดยสามารถตั้งค่าเป็น 10% ถึง 100%

3. โหมด *JOG* ทำงานคล้ายกับโหมด Rapid แต่ผู้ใช้สามารถเลือกขั้นของการเคลื่อนที่ได้ โดยเลือกเคลื่อนที่แบบครั้งละ 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 มิลลิเมตร หรือจะเลือกเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องโดยดูจากเปอร์เซ็นต์ของสวิตซ์ JOG Feed Override ที่สามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 10% ถึง 100%

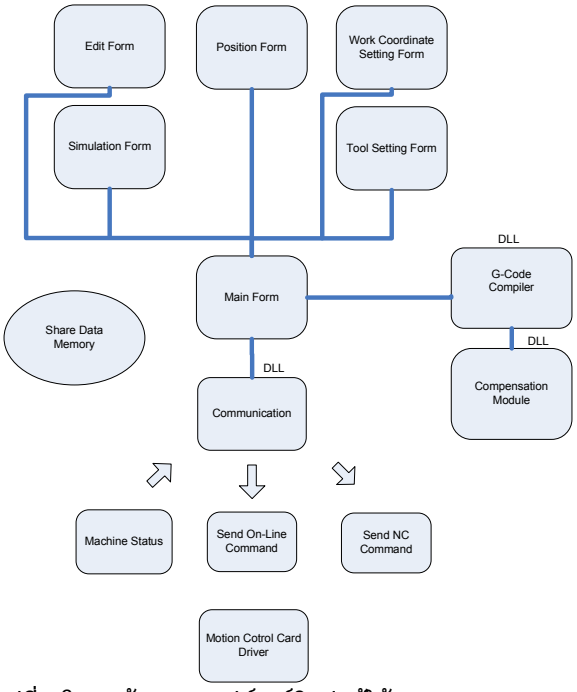
4. โหมด *HANDLE* ใช้สำหรับการเคลื่อนที่แบบละเอียด ผู้ใช้จะควบคุมการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนผ่านทาง Handwheel สามารถเลือกขั้นของการเคลื่อนที่ได้เป็นแบบครั้ง

ละ 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 มิลลิเมตร และจะต้องเคลื่อนที่ทีละแกนโดยมีปุ่มเลือกแกนการเคลื่อนที่

5. โหมด *EDIT* ใช้สำหรับการแก้ไขโปรแกรมภาษา G-code และการแก้ไขพารามิเตอร์ต่างๆของระบบ เช่นค่าของหัวกัด หรือค่าพิกัดของชิ้นงาน ผู้ใช้ต้องทำการเลือกโหมดนี้ก่อนจึงจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถทดลองจำลองการทำงานของ G-code ได้ ในโหมดนี้

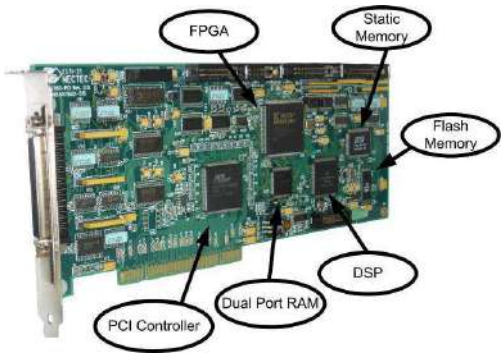
6. โหมด *AUTO* ใช้สำหรับการกัดชิ้นงานด้วยโปรแกรมภาษา G-code โดยระบบจะมีการ Compile โปรแกรมภาษา G-code ให้เป็นคำสั่งเอ็นซีก่อน แล้วจึงทยอยส่งไปทำงานที่การ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ครั้งละ 1 ชุด โดยคำสั่ง 1 ชุดจะถูกจำกัดที่ขนาดของหน่วยความจำภายในการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่

7. โหมด *MDI* (Manual Data Input) ใช้สำหรับการทำงานผ่านทางโปรแกรมภาษา G-code ครั้งละ 1 บรรทัด ผู้ใช้งานจะเป็นผู้ป้อนคำสั่งของเครื่องจักรครั้งละ 1 บรรทัดลงไปในหน้าจอ MDI หลังจากนั้นซอฟท์แวร์จะทำการ Compile เป็นคำสั่งเอ็นซีและส่งไปทำงานยังการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่



รูปที่ 2 โครงสร้างของซอฟท์แวร์ติดต่อผู้ใช้งาน

โครงสร้างของซอฟท์แวร์ติดต่อผู้ใช้งานแสดงดังรูปที่ 2 โดยจะมีหน้าจอหลักทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของซอฟท์แวร์ หน้าจออื่นได้แก่ หน้าจอแสดงตำแหน่ง หน้าจอแก้ไขโปรแกรม หน้าจอจำลองการทำงาน หน้าจอตั้งค่าหัวกัด และหน้าจอตั้งค่าพิกัดของชิ้นงาน จะถูกเรียกใช้โดยหน้าจอหลัก เมื่อใช้งานหน้าจอเหล่านั้นเสร็จแล้วหน้าจอหลักจะทำการปิดหน้าจอเหล่านั้นทิ้งไป การส่งข้อมูลภายในโปรแกรมจะถูกส่งผ่านทางโมดูล Share Data Memory ซึ่งโมดูลนี้จะเก็บข้อมูลที่สำคัญทั้งหมดของซอฟท์แวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยสถานะปัจจุบันของเครื่องจักร สถานะปัจจุบันของ G-code (Modal G-code) และรูปภาพเพื่อแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของหัวกัด ภายในซอฟท์แวร์จะมีโมดูล G-code Compiler เพื่อแปลงค่า G-code ให้เป็นคำสั่งเอ็นซี และมีส่วนการคำนวณการชดเชยหัวกัด(Tool Compensation) ซึ่งจะทำงานควบคู่ไปกับโมดูลG-code Compiler สำหรับส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างซอฟท์แวร์ติดต่อผู้ใช้งานกับการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ โมดูลติดต่อสื่อสารจะจัดการทั้งหมดรวมทั้งติดต่อกับโมดูลไดร์เวอร์ของการ์ด โดยจะมีการทำงานสามแบบได้แก่ การรับข้อมูลสถานะจากการ์ด การส่งคำสั่งการทำงาน และการส่งคำสั่งเอ็นซี



รูปที่ 3 ส่วนประกอบที่สำคัญภายในการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่

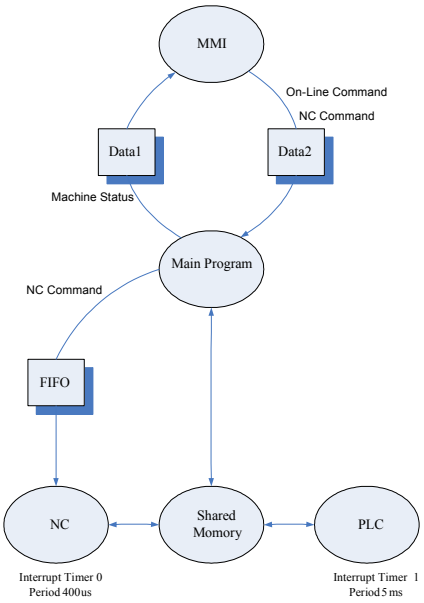
3.3 การพัฒนาการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่

การ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ถูกออกแบบให้มีความยืดหยุ่น สามารถดัดแปลงนำไปใช้กับเครื่องจักรชนิดต่างๆที่เกี่ยวกับงานระบบอัตโนมัติได้ โดยฮาร์ดแวร์ของการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่สามารถรองรับการทำงานได้มากที่สุดถึง 8 แกน ส่วนประกอบสำคัญของฮาร์ดแวร์การ์ดแสดงในรูปที่ 3 ประกอบไปด้วย

1. โปรเซสเซอร์ DSP ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานหลักภายในการ์ด โดยเลือกใช้ DSP56303 ความเร็ว

100 Mhz ของบริษัทโมโตโรลล่า

2. PCI Controller ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับ PCI Bus ระหว่างคอมพิวเตอร์กับการ์ดควบคุม
3. Dual Port RAM ทำหน้าที่เป็นช่องทางติดต่อของระหว่างโปรแกรมในการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่กับโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานบนคอมพิวเตอร์
4. FPGA ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่และโมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
5. Static Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้ภายในการ์ด
6. Flash Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บพารามิเตอร์ต่างๆภายในการ์ด

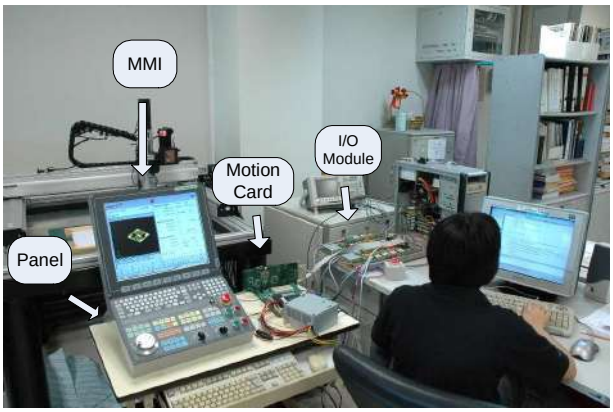


รูปที่ 4 โครงสร้างของซอฟท์แวร์ของการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่

โครงสร้างของซอฟท์แวร์บนการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่ประกอบไปด้วยโปรแกรมหลัก (Main Program) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของการ์ดและการติดต่อสื่อสารกับส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ส่วนพีแอลซีทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก และส่วนเอ็นซีทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ 3 แกน การทำงานของโปรแกรมบนการ์ดควบคุมการเคลื่อนที่แสดงในรูปที่ 4 การติดต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้งานกับการ์ดผ่านทาง Dual Port RAM โดยกำหนดให้ Data1 เป็นสถานะต่างๆของเครื่องจักรที่การ์ดส่งไปแสดงผลในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และกำหนดให้ Data2 เป็นช่องทางส่งคำสั่งเอ็นซีและคำสั่งอื่นจากส่วนติดต่อผู้ใช้งานเพื่อไปสั่งงานการ์ด การทำงานของส่วนโปรแกรมหลัก ส่วนพีแอลซี และส่วนเอ็นซีทั้งหมดส่งข้อมูลผ่านทาง Share Memory ยกเว้นคำสั่งเอ็นซีที่ถูกส่งจากโปรแกรมหลักไปยังเอ็นซีด้วยวิธีแบบ FIFO เพื่อให้ข้อมูลของคำสั่งเอ็นซีสามารถส่งไปถึงเอ็นซีครบถ้วน ภายในส่วนเอ็นซีจะทำงานประกอบไปด้วยการคำนวณการเคลื่อนที่ทั้งแบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง การเคลื่อนที่เป็นชนิดต่อเนื่องซึ่งจะทำให้คุณภาพของชิ้นงานที่ได้ดีและมีความเร็วสูงกว่าการเคลื่อนที่แบบจุดต่อจุด นอกจากนี้ส่วนเอ็นซียังต้องจัดการในส่วนของวิธีการควบคุมมอเตอร์แบบพีไอดีอีกด้วย

3.4 การติดตั้งระบบควบคุมซีเอ็นซี

ชุดต้นแบบของระบบควบคุมซีเอ็นซีที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานกับเครื่องกัด 3 แกนที่มีชุดขับมอเตอร์เซอร์โวที่รับสัญญาณอนาล็อกแรงดันขนาด ±10 โวลต์ ซึ่งมีใช้ในเครื่องจักรซีเอ็นซีเก่าเป็นส่วนมาก ทำให้ไม่จำเป็นต้องซื้อมอเตอร์และชุดขับใหม่ทั้งระบบ การติดตั้งลิมิตสวิตซ์ และโฮมสวิตซ์จะทำการเชื่อมสายเข้าที่การ์ดควบคุมการเคลื่อนที่โดยตรง แต่สำหรับส่วนอื่นๆ เช่นสวิตซ์กด น้ำหล่อเย็นและสปินเดิล จะเชื่อมสายเข้ากับโมดูลเชื่อมต่อภายนอก



รูปที่ 5 การทดสอบระบบควบคุมเครื่องกัดอัตโนมัติภายในห้องปฏิบัติการ

4. การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็นสองช่วง ช่วงแรกเป็นการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ โดยทำการติดตั้งที่หน่วยปฏิบัติการวิจัยพัฒนาการควบคุมและระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ปี 2551 ซึ่งระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้น

สามารถทำงานได้ครบทุกฟังก์ชั่น และสามารถกัดชิ้นงานตามรูปแบบของ G-code ที่รับจากโปรแกรม CAD/CAM ได้

หลังจากนั้นได้นำระบบควบคุมซีเอ็นซีที่พัฒนาขึ้นไปติดตั้งในเครื่องกัดรุ่น RAMA M200 ซึ่งเป็นเครื่องจักรซีเอ็นซีเก่าที่มีอายุประมาณ 10 ปี ที่ปัจจุบันระบบควบคุมเสื่อมสภาพและไม่สามารถซ่อมแซมได้ เพื่อทำการทดสอบภาคสนามที่วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม และวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม การติดตั้งเสร็จเรียบร้อยในเดือนตุลาคม 2551 และมีกำหนดทดสอบเป็นระยะเวลา 6 เดือน

รูปที่ 6 ระบบควบคุมเครื่องกัดที่นำไปติดตั้งในเครื่อง RAMA M200

5. บทสรุป

โครงการพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติเป็นความพยายามหนึ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศด้วยการพึ่งพาตนเอง โดยหวังว่าจะสามารถใช้ทดแทนระบบควบคุมราคาสูงจากต่างประเทศได้ ค่าใช้จ่ายในการผลิตต้นแบบระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติอยู่ที่ชุดละ 80,000 บาท ซึ่งหากผลิตเป็นจำนวนมากก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลงได้ ซึ่งเมื่อระบบควบคุมต้นแบบทำการทดสอบเป็นที่เรียบร้อย คาดว่าจะสามารถขยายการใช้งานไปในอุตสาหกรรมได้ต่อไป

ในปี 2552 มีโครงการพัฒนาระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดเพิ่มเติมโดยออกแบบให้ติดตั้งได้ง่ายขึ้น และมีความเร็วที่สูงขึ้น เพื่อนำไปติดตั้งในวิทยาลัยอาชีวศึกษาทั่วประเทศจำนวน 15 เครื่อง และในอนาคตจะมีการพัฒนาชุดควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกลึงต่อไป นอกจากนี้ยังมองไปถึงการพัฒนาระบบขับเคลื่อนและมอเตอร์ซึ่งยังคงมีราคาสูง โดยทีมวิจัยได้เริ่มต้นพัฒนาระบบขับเคลื่อนแบบลีเนียร์มอเตอร์ (Linear Motor) ซึ่งหากทำสำเร็จจะสามารถทดแทนการนำเข้ามอเตอร์ และบอลล์สกรูที่มีราคาสูงจากต่างประเทศได้

อุปกรณ์	ราคา(บาท)
คอมพิวเตอร์แบบอุตสาหกรรม	20,000
การ์ดควบคุมการเคลื่อนที่	12,000
โมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก 2 ชุด	10,000
จอภาพแอลซีดีขนาด 17 นิ้ว	7,000
กล่องตู้ควบคุม	5,000
วงจรแผงคีย์บอร์ด และปุ่มกด	5,000
แผ่นเมมเบรนสำหรับปุ่มกด	15,000
Handwheel	5,000
สายไฟต่างๆ	1,000
รวม	**80,000**

ตารางที่ 1 แสดงราคาอุปกรณ์ของต้นแบบระบบควบคุมซีเอ็นซีที่พัฒนาขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดอัตโนมัติได้รับการช่วยเหลือทางด้านเทคโนโลยีซีเอ็นซี และวิธีการใช้งานเครื่องจักรกล จากสถาบันไทย-เยอรมัน และสำนักงานการอาชีวศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษณ์ จงสฤษดิ์, สุธี ผู้เจริญชนะชัย, 2000. “การพัฒนาต้นแบบระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี” , Nectec Technical Journal Vol. 2 No.7 March-June 2000

[2] อมร ช่วยชู, กฤษณ์ จงสฤษดิ์, 2000. ”การออกแบบเชิงวัตถุของชุดต้นแบบการตัดและตัวสร้างโปรแกรมการตัดสำหรับเครื่องตัดซีเอ็นซี”, Nectec Technical Journal Vol.2 No.7 March-June 2000

[3] Suthee Phoojaruenchanachai, Pansak Siriruchatapong, 2004. “Industrial Control Applications in Thailand: Electronic and Machinery Sectors”, Nectec Technical Journal Vol. 4 No.15 November 2003 - October 2004

[4] วโรดม ตู้จินดา, 2004. “การออกแบบสร้างและรีโทรฟิตชุดควบคุมเครื่องซีเอ็นซี”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), ซีเอ็ดยูเคชั่น 2004

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญงานโทรศัพท์สาธารณะ กรณีศึกษา บริษัททีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) เขตภาคเหนือตอนบน

จตุพร วงค์ไชย
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เชียงใหม่, 50290, ประเทศไทย
e-mail: ppuang_dd@hotmail.com

ไตรภพ ยศราช
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เชียงใหม่, 50290, ประเทศไทย
e-mail: triphop.y@cs.mju.ac.th

บทคัดย่อ

การเดินทางออกไขเหรียญตู้โทรศัพท์สาธารณะของบริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) มีการเดินทางที่ไม่แน่นอน โดยการเดินทางในแต่ละวันนั้นใช้ความสะดวกสบายเป็นหลัก ทำให้เสียเวลาหรือค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น บทความนี้ได้เสนอแนวทางในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทางออกไขเหรียญ โดยอาศัยอัลกอริทึมที่เป็นที่รู้จักกันในนาม " อัลกอริทึมเชิงละโมบ หรือ กรีดีอัลกอริทึม(Greedy Algorithm)" เพื่อแนะนำเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดให้กับพนักงาน จากการทดลองพบว่าสามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดและช่วยลดค่าใช้จ่ายได้

Abstract

The way to keeping coins from phone booths of TT&T Public Co.,Ltd wasn't a certain schedule, because it depended on staffs who keep those coins by comfortable themselves. For this reason the company has to paid more without necessary.In this paper provides the solution to this problem by giving the best way to keeping coins. Solving by the algorithm named "Greedy Algorithm" this method found that the company can saves time and money.

คำสำคัญ

TSP (Traveling Salesman Problems), กรีดีอัลกอริทึม (Greedy Algorithm), แฮมิลตัน ไซเคิล (Hamiltonian cycle)

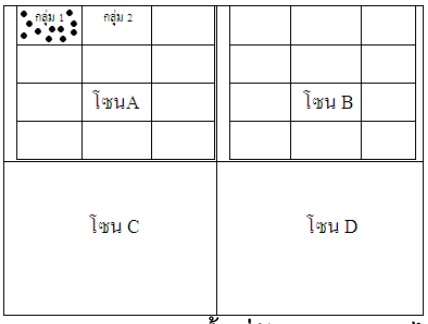
1. บทนำ

บริษัททีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน)มีศูนย์บริหารงานทั่วประเทศทั้งหมด 9 แห่ง โดยที่เขตภาคเหนือตอนบนเป็นศูนย์บริการเขตที่ 5 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน โดยทางบริษัทได้จัดทำเว็บไซด์ขึ้น เพื่อจัดการข้อมูลการไขเหรียญของแต่ละเขต โดยมุ่งเน้นประสิทธิภาพของการทำงานและสร้างความมั่นคงในด้านรายได้ให้แก่บริษัท ในแต่ละปีจะมีการสรุปรายได้ของแต่ละเขต ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการบริหารงานของแต่ละเขต ดังนั้นแต่ละเขตจึงมีนโยบายลดค่าใช้จ่าย และสร้างรายได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาไปเป็นอย่างมาก ทางบริษัทจึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับส่วนงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน ส่งผลให้สามารถสร้างรายได้ให้แก่บริษัทมากยิ่งขึ้น

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องด้วยบริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) มีการจัดการข้อมูลเกี่ยวกับรายได้ การจัดการข้อมูลดังกล่าวจึงต้องอาศัยความถูกต้อง และความปลอดภัย ดังนั้นจึงได้จัดทำระบบการจัดการข้อมูลแผนกบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ (TSP: Payphone Administration System) ขึ้น เพื่อจัดการข้อมูลรายได้ และสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่บริษัท นอกจากเพิ่มรายได้แล้ว เพื่อให้บริษัทมีรายได้มากยิ่งขึ้นจึงต้องมีการลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็นลง กล่าวคือในการไขเหรียญมีการจัดแบ่งเขตรับผิดชอบออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า " โซน " โดยในแต่ละโซน ได้แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยอีก 16 กลุ่ม ดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. แสดงการแบ่งเขตพื้นที่รับผิดชอบการไขเหรียญ

โดยแต่ละวันจะมีการไขเหรียญกลุ่มย่อยของแต่ละโซนจะเห็นว่าพื้นที่มีบริเวณกว้างมาก เดิมทีในแต่ละวันการเดินทางออกไขเหรียญตู้โทรศัพท์สาธารณะ มีเส้นทางการเดินทางที่ไม่แน่นอน ซึ่งบางครั้งอาจจะทำให้เสียเวลาหรือค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงได้มีการแนะนำเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดให้กับพนักงาน เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลง

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 TSP(Traveling Salesman Problems)

ปัญหา TSP เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมายอยู่ที่การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest path) ในการเดินทางผ่านทุกๆ เมืองแล้วกลับมายังเมืองที่เริ่มต้น โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องไม่ย้อนกลับมาทางเดิมและต้องไม่เดินซ้ำกับเมืองเดิมที่ผ่านมา

3.2 กรีดีอัลกอริธึม (Greedy Algorithm)

กรีดีอัลกอริธึม เป็นการค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (Best first search) หลักการของการค้นหาแบบนี้คือ การเลือกโหนดที่ดีที่สุดตลอดเวลา โดยมีกระบวนการทำงานดัง ซูโดโค้ดต่อไปนี้

Pseudo-code for Greedy Algorithm

```
set Greedy (Set Candidate){
  solution= new Set( );
  while (Candidate.isNotEmpty()) {
     next = Candidate.select(); //use selection criteria,
            //remove from Candidate and return value
     if (solution.isFeasible( next)) //constraints satisfied
              solution.union( next);
              if (solution.solves()) return solution}
  //No more candidates and no solution
  return null
}
```

3.3 Hamiltonian cycle

Hamiltonian cycle เป็นการเดินทางโดยผ่านจุดทุกจุด จุดละ 1 ครั้ง อีกทั้งจุดสิ้นสุดเป็นจุดเดียวกับจุดเริ่มต้น ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นโดย Sir William Rowan Hamilton

ตัวอย่างการใช้งานกรีดีอัลกอริทึม

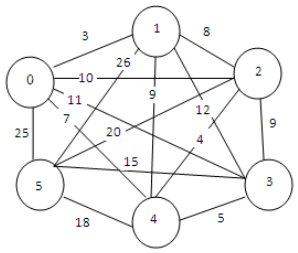
กำหนดเมือง 1, 2, ..., n เมืองที่ทราบระยะทางระหว่างสองเมืองใด ๆ ต้องการเดินทางจากเมืองหนึ่งไปอีกเมืองหนึ่งจนครบทุกเมืองเพียงครั้งเดียว แล้วย้อนกลับมาเมืองเริ่มต้น โดยให้มีระยะทางในการเดินทั้งหมดสั้นที่สุด พบว่าปัญหานี้เป็นปัญหา TSP(Traveling Salesman Problems)คือการหา Hamiltonian cycle ที่มีผลรวมของน้ำหนักต่ำที่สุด

ตารางที่ 1. แสดงระยะทางการเดินทางของพนักงานขาย

From	To	1	2	3	4	5
0		3	10	11	7	25
1			8	12	9	26
2				9	4	20
3					5	15
4						18

กำหนดให้ 1 2 3 4 5 (ของแถวและคอลัมน์แรกของตาราง) แทนชื่อเมืองและ 0 แทนจุดเริ่มต้น จากตารางสามารถดูระยะทางได้ ดังต่อไปนี้ จากจุดเริ่มต้น (0) ไปยังเมืองที่ (1) ใช้ระยะทาง 3 กม. ไปยังเมืองที่ (2) ใช้ระยะทาง 10 กม. และจากเมืองที่ (1) ไปยังเมืองที่ (2) ใช้ระยะเวลา 8 กม. เป็นต้น (จากเมืองที่ (1) ไปยังเมืองที่ (1) ไม่มีระยะทางหรือระยะทางเป็นศูนย์)

จากตารางที่1 สามารถแสดงในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 3.

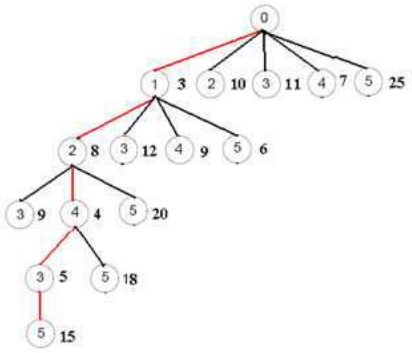


รูปที่ 2. แสดงเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย

รูปที่ 2.แสดงเส้นทางการไขเหรียญโดยกำหนดให้ วงกลมแทนเมือง เลขกำกับเส้นแทนระยะทาง โดยที่เมืองแต่ละเมือง

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

สามารถเดินทางไปหากันได้ทุกเมือง เช่น จากจุดเริ่มต้น(0) สามารถเดินทางไปยังเมืองที่ (1) (2) (3) (4) และ (5) ได้ โดยใช้ระยะทาง 3, 10, 11, 7 และ 25 กม. ตามลำดับ เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดได้ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3.แสดงวิธีการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

จากรูปที่ 3. การแก้ปัญหาเริ่มจาก การเลือก (0) เป็นเมืองเริ่มแรก จากนั้นทำการสร้างโหนดลูก (1) (2) (3) (4) และ (5) หาระยะทางระหว่าง (0) ถึงเมืองเหล่านี้ได้ 3 10 11 7 และ 25 ตามลำดับ เลือก (1) เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อมา จากนั้นสร้างโหนดลูกของ (1) ได้ (2) (3) (4)และ (5) ได้ระยะทางเท่ากับ 8 12 9 และ 6 ตามลำดับ เลือก (2) เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อไป จากนั้นสร้างโหนดลูก (3) (4) และ (5) ได้ระยะทาง 9 4 และ 20 ตามลำดับ เลือก (4) เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อไป จากนั้นสร้างโหนดลูก (3) และ (5) ได้ระยะทาง 5 และ 28 ตามลำดับ เลือก (3) เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อไป จากนั้นสร้างโหนดลูกคือ โหนดที่ (5) ได้ระยะทาง 15 เป็นเมืองสุดท้ายก่อนกลับไป (0) รวมระยะทางเท่ากับ 3+8+4+5+15+25 = 60 กม. สามารถนำมาสร้างตารางได้ดังตารางที่ 2.

ตารางที่ 2.แสดงเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย ขั้นตอนที่ 1

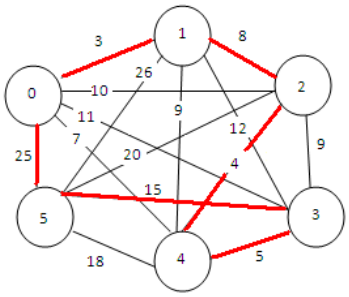
ขั้นตอนที่	ตัวเลือก	กิ่งที่เลือก	น้ำหนักรวม
1	(0,1),(0,2),(0,3),(0,4),(0,5)	(0,1)	3

จากตารางที่ 2. เป็นการหาเส้นทางจากโหนด (0) ไปยังโหนดลูก(1) ตามอัลกอริทึมของกรีดี ซึ่งในหัวข้อตัวเลือกของตาราง จะแสดงเส้นทางทั้งหมดที่เราสามารถเลือกได้ หลังจากนั้นเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด แล้วนำไปกรอกในช่องกิ่งที่เลือก และนำระยะทางของเส้นทางที่เลือกกรอกในช่องน้ำหนักรวม ทำตามกระบวนการนี้จนกว่าจะครบทุกเมือง จะได้เส้นทางดังตารางที่ 3.

ตารางที่ 3. แสดงเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย ขั้นตอนสุดท้าย

ขั้นตอนที่	ตัวเลือก	กิ่งที่เลือก	น้ำหนักรวม
1	(1,2),(1,3),(1,4),(1,4),(1,6)	(1,2)	3
2	(2,3),(2,4),(2,5),(2,6)	(2,3)	11
3	(3,4),(3,5),(3,6)	(3,5)	15
4	(5,4),(5,6)	(5,4)	20
5	(4,6)	(4,6)	35
6	(6,1)	(6,1)	60

จากตารางที่ 3. ซึ่งแสดงลำดับการเดินทางจนครบทุกเส้นทางแล้ว สามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 5.



รูปที่ 4.แสดงเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดของพนักงานขาย

ดังนั้นสามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดได้ โดยเดินทางจากโหนด (0) ไป (1) ไป (2) ไป (4) ไป (3) ไป (5) แล้วกลับไปยัง (0) โดยใช้ระยะทางทั้งหมด 3 + 8 + 4 + 5 + 15 + 25 = 60 กม.

4. รายละเอียดการพัฒนา

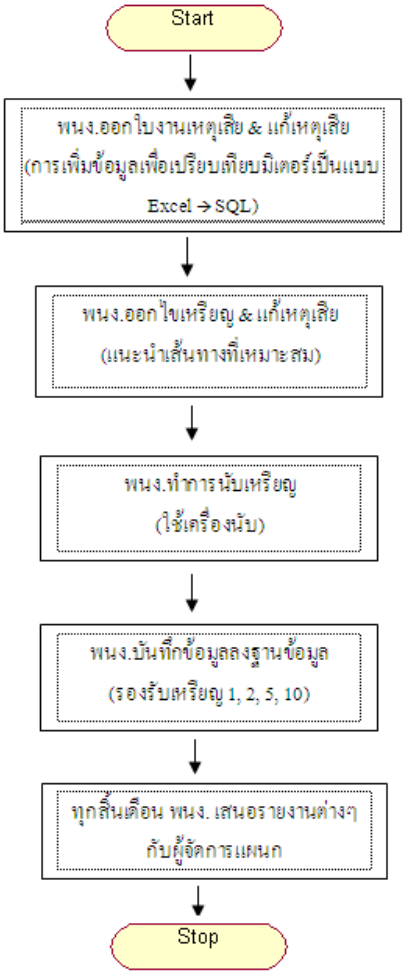
ในการพัฒนาได้นำเอาเทคโนโลยีทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในการช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการระบบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญงานโทรศัพท์สาธารณะ บริษัท ทีทีแอนด์ทีจำกัด(มหาชน) เขตภาคเหนือตอนบน ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้น

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

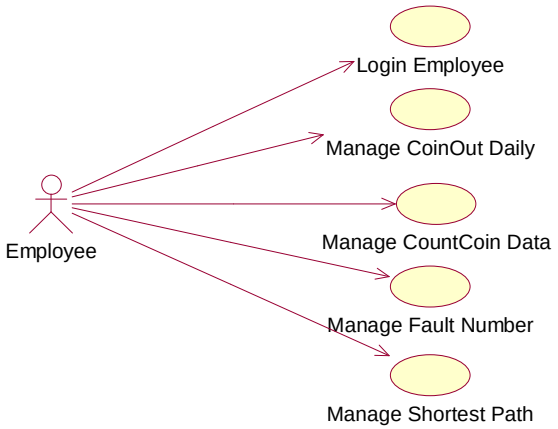
แผนกบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ เขตภาคเหนือตอนบน มีขั้นตอนการออกไขเหรียญ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5. แสดงขั้นตอนการไขเหรียญ

ในส่วนของการแนะนำเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดให้กับพนักงาน ถูกพัฒนาโดยอาศัยกรีดีอัลกอริทึมในการหาเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุด และในส่วนของการจัดการข้อมูลการไขเหรียญได้อาศัยเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ามาช่วยเพื่อความสะดวก และรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ซึ่งภายในระบบได้แบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พนักงาน (Employee) และผู้ดูแลระบบ (Admin)

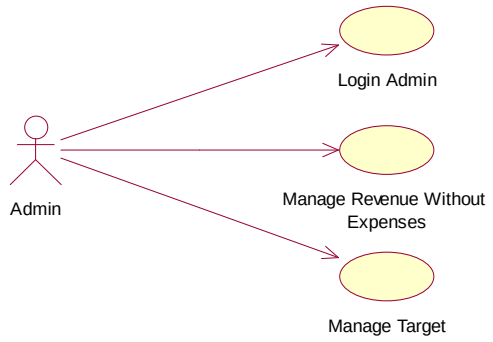
การทำงานในส่วนของพนักงาน



รูปที่ 6. แสดงการทำงานในส่วนของพนักงาน

เมื่อพนักงานเข้าสู่ระบบ (Login Employee) แล้วสามารถทำการจัดการข้อมูลไขเหรียญประจำวัน (Manage Coinout Daily) เพื่อออกใบงานการไขเหรียญ เมื่อไขเหรียญเสร็จเรียบร้อยแล้วพนักงานทำการจัดการข้อมูลการนับเหรียญ (Manage CountCoin Data) เพื่อบันทึกข้อมูลรายได้เพื่อใช้ในการรายงานรายได้ให้แก่ผู้จัดการแผนกงานโทรศัพท์สาธารณะ ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เสียพนักงานสามารถทำการจัดการหมายเลขที่เสีย (Manage Fault Number) และออกรายงานการแก้ไขเหตุเสีย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการพิจารณาการเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือจัดซื้อเครื่องใหม่ และในส่วนการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดพนักงานสามารถจัดการเส้นทางการออกไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุด (Manage Shortest Path) ได้

การทำงานในส่วนของผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 7. แสดงการทำงานในส่วนของผู้ดูแลระบบ

เมื่อผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบ (Login Admin) แล้ว สามารถทำการจัดการรายได้หลังหักค่าใช้จ่าย (Manage Revenue Without Expenses) และการจัดการเป้าหมายรายได้การไขเหรียญและรายได้หลังหักค่าใช้จ่าย (Manage Target) ได้

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ในส่วนของการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด การใช้ระยะทางเพียงอย่างเดียวนั้น ในความเป็นจริงยังไม่สามารถบอกได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นอีกที่สามารถนำมาวิเคราะห์หาความเหมาะสมของเส้นทาง ยกตัวอย่างเช่น ระยะเวลาในการเดินทาง หรือความแออัดของการจราจร เป็นต้น

5. การทดสอบการใช้งาน

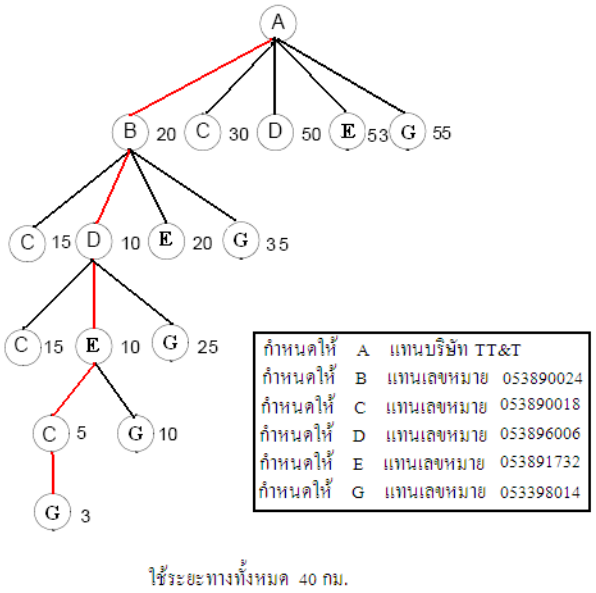
การทดสอบการใช้งาน ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญสำหรับการบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ จะประกอบด้วยรายละเอียดการหาเส้นทาง การทำงานของอัลกอริทึม ตลอดจนผลการทดลอง

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญสำหรับการบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ มีวิธีการทดสอบ ดังนี้

เมื่อเข้าสู่ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญสำหรับการบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะแล้ว ทำการกรอกข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล ได้แก่ จังหวัด โซน และกลุ่มไขเหรียญ จากนั้นระบบจะทำการค้นหาข้อมูลดังกล่าวแล้วนำมาประมวลผลหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด โดยมีเงื่อนไขคือ ในการเดินทางออกไขเหรียญตู้โทรศัพท์สาธารณะ ต้องทราบระยะทางระหว่างตู้โทรศัพท์สาธารณะแต่ละตู้ และต้องเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งจนครบทุกจุดเพียงครั้งเดียว แล้วย้อนกลับมายังจุดเริ่มต้น พบว่าปัญหานี้เป็นปัญหา TSP (Traveling Salesman Problems)คือการหา Hamiltonian cycle ที่มีผลรวมของน้ำหนักต่ำที่สุด

จากเงื่อนไขดังกล่าวสามารถนำมาหาเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดได้ โดยอาศัยหลักการของกรีดีอัลกอริทึม ซึ่งมีวิธีการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 8. แสดงการหาเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดด้วยกรีดีอัลกอริทึม

จากอัลกอริทึมของกรีดีจะเห็นว่ามีการเลือกเส้นทาง หรือโหนดที่ดีสุดออกมา โดยในการพิจารณาการเลือกนั้นจะใช้ระยะทางเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา คือ จะถือว่าเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดเป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ คือ จังหวัดเชียงใหม่ โซน A (จากทั้งหมด 10 โซน) และกลุ่มไขเหรียญ(จากทั้งหมด 15 กลุ่ม) จากนั้นระบบจะค้นหาข้อมูลดังกล่าวแล้วนำมาประมวลผลโดยอาศัยกรีดีอัลกอริทึมในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด เมื่อประมวลผลเสร็จ ระบบจะแสดงผลเส้นทางที่เหมาะสม

ที่สุดออกมา เพื่อแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงานไขเหรียญ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากข้อมูลทดสอบ ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญสำหรับการบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 9

จังหวัด เชียงใหม่ โซน A กลุ่มไขเหรียญ 1 ค้นหา

เลขหมาย	ที่ตั้ง	ระยะทาง(กม.)
053890024	Lotus Express สาขาปั๊ม Esso โชตนา	20
053896006	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี	10
053891732	ใต้สะพานลอย โรงพยาบาล นครพิงค์	10
053890018	ศาลากลาง จ.เชียงใหม่ ตู้คู่	5
053398014	บ้านหลักปัน ที่อ่านหนังสือพิมพ์	3

ระยะทางรวม 20+10+10+5+3+2 = 40 กิโลเมตร

รูปที่ 9.แสดงระยะทางการเดินทางของพนักงานไขเหรียญ

จากรูปที่ 9. เป็นการแสดงผลจากการทดสอบข้อมูล ซึ่งเป็นการแสดงถึงลำดับการเดินทางที่เหมาะสมที่สุดโดยผ่านการประมวลผลของกรีดีอัลกอริทึม

6. บทสรุป

ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญสำหรับการบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ เป็นระบบที่มีการทำงานโดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในแนะนำเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พนักงาน เพื่อให้การเดินทางออกไขเหรียญเกิดความสะดวกรวดเร็วในการเดินทาง และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายลง ทำให้บริษัทมีกำไรสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในส่วนของการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ควรมีการรองรับหลักในการพิจารณาหรือเงื่อนไขในการพิจารณามากกว่านี้ ยกตัวอย่างเช่น ระยะเวลาในการเดินทาง หรือความแออัดของการจราจร เป็นต้น และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของระบบมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ไตรภพ ยศราช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ก่องกาญจน์ ดุลยไชย อาจารย์กิตติกร หาญตระกูล คณะกรรมการควบคุมโครงงาน ที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษา ซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด และบริษัททีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ในการทำงานเป็นอย่างยิ่ง ผู้จัดทำโครงงานขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สุวิชาญ นิลอนันต์.**คู่มือการใช้งานระบบ**PAS.พิมพ์ครั้งที่1.เชียงใหม่: ไทยเทเลโฟนแอนด์เทเลคอมมิวนิเคชัน จำกัด(มหาชน), 2545

[2] Robert Dakin. http://members.tip.net.au/~dakin/tsp.htm สืบค้น 20 มิถุนายน พ.ศ. 2551

[3] Binghamton. www.cs.binghamton.edu/~dima/cs333/greedy.ppt สืบค้น 20 มิถุนายน พ.ศ. 2551

[4] Steven Skiena. **The Algorithm Design Manual**: Stony Brook University Dept. of Computer Science.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การหาพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีของแหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวนสามสีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์

Specifying Area of Solder Joints Inspection With Three Color Ring Illumination Using Computer Vision System

ธีรพงศ์ อรชร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

oteerapong@gmail.com

สมชาติ โชคชัยธรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

csomchar@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

การตรวจสอบรอยบัดกรีอัตโนมัติบนแขนใช้ขับเคลื่อนหัวอ่านฮาร์ดดิสก์โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวน 3 สี ทำให้สามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้โดยการถ่ายภาพรอยบัดกรีเพื่อการตรวจสอบเหลือเพียงครั้งเดียว ซึ่งตำแหน่งของรอยบัดกรีที่ตรวจสอบจะอยู่ตรงกลางที่แสงโฟกัส อย่างไรก็ตาม เราพบว่าบริเวณใกล้เคียงที่แสงโฟกัสยังสามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้ แต่ยังไม่มีบทความใดที่ระบุขอบเขตพื้นที่สำหรับการตรวจสอบรอยบัดกรีได้

บทความที่นำเสนอนี้จะทำการหาขอบเขตพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีซึ่งใช้แหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวน 3 สี โดยในทางทฤษฎีเรานำขอบเขตมุมของแหล่งกำเนิดแสงที่ Wassink [6] ได้นำเสนอไว้มาทำการคำนวณพื้นที่ ขอบเขตการตรวจสอบทางทฤษฎี จากนั้นนำพื้นที่ที่คำนวณได้มาทำการทดลองตรวจสอบรอยบัดกรีในทางปฏิบัติด้วยการประมวลผลภาพ โดยการนับพิกเซลสีเขียว, สีน้ำเงิน และสีแดงในภาพ ซึ่งการหาขอบเขตในทางปฏิบัติจากผลการทดลองจริงสนับสนุนขอบเขตที่เราหาได้จากการคำนวณในเชิงทฤษฎี

Abstract

Automatic solder joints inspection on the head arm by using three-color-ring illumination leads to the inspection that can detect the solder joints based on only one photo shoot. The position of the inspected solder is in the center of focusing light. However, we found that the nearby area can also be inspected. There is no article discussing about the inspecting scope.

This article proposes the method to find scope of the solder joints inspection using three-color-ring illumination. We calculate the scope of inspection, based on the Wassink 's angle scope of light source theory. Then we do practical experiment by the automatic inspection based on image processing that counts the green, blue, and red pixels in the images. The scope of the inspection from practical experiment confirms an accuracy of the theoretical scope.

คำสำคัญ

Solder Inspection, Three-Color-Ring Illumination, Computer Vision System

1. บทนำ

การตรวจสอบรอยบัดกรีมีความสำคัญอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องการบัดกรีที่ผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพและเกิดผลเสียแก่ผู้ผลิต จึงได้มีกระบวนการตรวจสอบรอยบัดกรีขึ้นในกระบวนการผลิต โดยในช่วงแรกนั้น ใช้คนเพื่อทำการตรวจสอบรอยบัดกรี แต่เนื่องจากงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีความต่อเนื่องและต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาการผลิต ทำให้การตรวจสอบรอยบัดกรีนั้นต้องทำตลอดเวลาและใช้เวลานาน ซึ่งร่างกายของคนถ้าหากทำงานเป็นเวลานานจะเกิดความเมื่อยล้าทั้งกล้ามเนื้อและสายตา ทำให้เกิดการตรวจสอบรอยบัดกรีผิดพลาด

ต่อมาได้มีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์มาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบรอยบัดกรีแทนคนระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ประกอบไปด้วยกล้องดิจิตอลเพื่อใช้สำหรับจับภาพรอยบัดกรี, แหล่งกำเนิดแสงเพื่อดึงลักษณะเฉพาะของรอยบัดกรี และอัลกอริธึมเพื่อการจำแนกรอยบัดกรี ครั้งแรกได้มีการนำเอาแหล่งกำเนิดแสงสีเดียว 3 มุม แล้วทำการเปิดปิดแสงทีละมุม เพื่อสังเกตลักษณะจุดมันวาวของรอยบัดกรีที่เปลี่ยนไป [1] ซึ่งจุดมันวาวของรอยบัดกรีจะเป็นตัวกำหนดลักษณะความสมบูรณ์ของรอยบัดกรี เนื่องจากการใช้แหล่งกำเนิดแสงสีเดียวทำให้ต้องทำการถ่ายรูปรอยบัดกรีถึง 3 ครั้งเพื่อทำการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยบัดกรี โดยเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำการพัฒนาด้วยการใช้แหล่งกำเนิดแสงสามสีได้แก่ สีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ทำมุมกับรอยบัดกรี 3 มุม [2,3,4] ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำให้การถ่ายภาพในการวิเคราะห์ลดลงเหลือครั้งเดียวและได้มีการพัฒนาเพื่อหามุมที่ดีที่สุดสำหรับสำหรับการวางแหล่งกำเนิดแสงสามสีเพื่อทำการวิเคราะห์รอยบัดกรี [3]

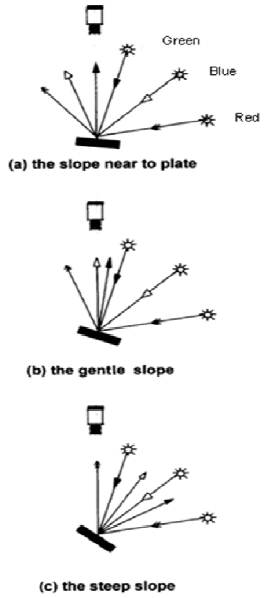
โดยการพัฒนาของระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อการตรวจสอบรอยบัดกรีทั้งหมดที่ได้กล่าวมา ทุกวิธีการมุ่งเน้นการตรวจสอบรอยบัดกรีเพียงบริเวณที่แสงโฟกัส ยังไม่มีวิธีการใดที่ทำการตรวจสอบรอยบัดกรีบริเวณนอกจุดโฟกัสของแสงหรือหาขอบเขตของพื้นที่ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการตรวจสอบรอยบัดกรี ซึ่งข้อดีของการตรวจสอบรอยบัดกรีบริเวณนอกจุดโฟกัสคือสามารถยืนยันความถูกต้องของการตรวจสอบรอยบัดกรี ณ ตำแหน่งที่เราต้องการได้ และระบุขอบเขตของพื้นที่ที่สามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

บทความนี้จึงนำเสนอการหาขอบเขตพื้นที่ของการตรวจสอบรอยบัดกรี โดยนำเอาหลักการของการใช้แหล่งกำเนิดแสงสามสีเพื่อการดึงลักษณะเฉพาะของรอยบัดกรีมาทำการวิเคราะห์ แล้วทำการจำแนกประเภทของรอยบัดกรีด้วยการนับพิกเซลภาพของแสง 3 สีที่ปรากฏบนรอยบัดกรี

2. การถ่ายภาพรอยบัดกรี

2.1 ระบบแหล่งกำเนิดแสง

ตัวระบบของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการตรวจสอบรอยบัดกรีนั้น จะประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดแสงสีเขียว สีน้ำเงิน และสีแดง ซึ่งส่องสว่างทำมุมกับรอยบัดกรีแตกต่างกัน เนื่องจากรอยบัดกรีนั้นเป็นวัสดุที่มีพื้นผิวมันวาว สามารถสะท้อนแสงได้ดี และรอยบัดกรีที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์นั้นมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกัน ดังนั้นการสะท้อนแสงของรอยบัดกรีที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์จึงแตกต่างกันอย่างชัดเจน เราจึงนำหลักการนี้มาทำการตรวจสอบรอยบัดกรี โดยความสัมพันธ์ของการลักษณะสะท้อนแสงแต่ละความชันของรอยบัดกรีกับแหล่งกำเนิดแสงแต่ละมุมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์การสะท้อนแสงแต่ละความชันของรอยบัดกรีและแหล่งกำเนิดแสงแต่ละมุม [5]

มุมของแหล่งกำเนิดแสงที่ทำกับรอยบัดกรีนั้นสามารถหาได้จากลักษณะความชันของรอยบัดกรีตามที่ Wassink [6] ได้ทำการศึกษาไว้ ซึ่งสามารถบ่งบอกมุมแต่ลักษณะความชันของรอยบัดกรีได้ดังนี้

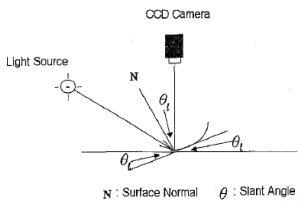
- θ_e เป็นมุมของรอยบัดกรีความชันมากที่สุด อยู่ในช่วง 33 - 39 องศา
- θ_v เป็นมุมของรอยบัดกรีความชันปานกลาง อยู่ในช่วง 16 - 22 องศา

- θ_l เป็นมุมของรอยบัดกรีความชันน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 9 - 13 องศา

จากพื้นผิวสะท้อนที่มีลักษณะมันวาวของรอยบัดกรีทำให้มุมของแสงที่กระทบ จะเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน ดังนั้นมุมของแหล่งกำเนิดแสงจะทำกับสองเท่าของมุมความชันของรอยบัดกรีดังรูปที่ 2 ซึ่งมุมของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละสีจะอยู่ในช่วงของมุมดังต่อไปนี้

- แหล่งกำเนิดแสงสีแดงจะอยู่ในช่วง 66 - 78 องศา
- แหล่งกำเนิดแสงสีน้ำเงินจะอยู่ในช่วง 32 - 44 องศา
- แหล่งกำเนิดแสงสีเขียวจะอยู่ในช่วง 18 - 26 องศา

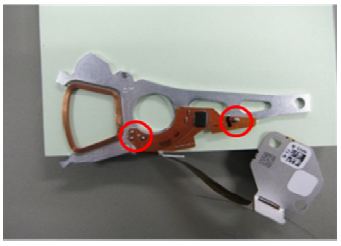
โดยงานวิจัยในบทความนี้ได้เลือกมุมของแสงสีเขียว, สีน้ำเงิน และสีแดงเป็นมุม 70, 40 และ 20 องศาตามลำดับ โดยมุมดังกล่าวเป็นมุมที่แหล่งกำเนิดแสงทำมุมกับแนวระนาบ



รูปที่ 2 การทิศทางการตกกระทบของแสงของแหล่งกำเนิดแสงและทิศทางของการสะท้อนของแสงเข้ากล้องดิจิตอล [7]

2.2 การสะท้อนแสงของรอยบัดกรี

การตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยบัดกรีในงานวิจัยนี้จะทำการตรวจสอบรอยบัดกรีบนชิ้นส่วนแขนที่ใช้ขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างชิ้นส่วนแขนที่ใช้ขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ซึ่งจะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ (บริเวณที่วงสีแดงไว้คือบริเวณที่ต้องการทำการตรวจสอบ)

โดยรอยบัดกรีที่พบในโรงงานฮาร์ดดิสก์ของบริษัท Belton นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ รอยบัดกรีสมบูรณ์ (Good), รอยบัดกรีไม่สมบูรณ์แบบตะกั่วมากเกินไป (Excessive) และรอยบัดกรีไม่สมบูรณ์แบบ ตะกั่วน้อยเกินไป (Insufficient)

ซึ่งเราสามารถตรวจสอบลักษณะของรอยบัดกรีได้โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงสามสี เพื่อดูการเรียงตัวของแถบสี 3 สีบนรอยบัดกรีดังรูปที่ 4

(a) (b) (c)

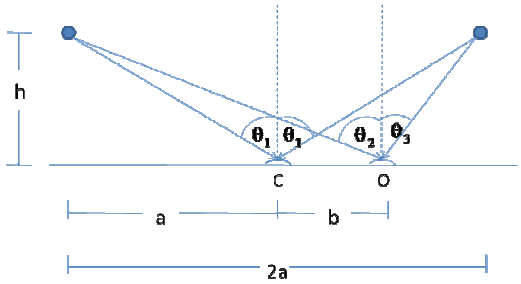
รูปที่ 4 ภาพรอยบัดกรีทั้ง 3 ประเภทซึ่งได้แก่ (a) Good ,(b) Excessive และ (c) Insufficient ที่ได้จากการสะท้อนแสงแหล่งกำเนิดแสงทั้ง 3 สี

3. การหาขอบเขตพื้นที่ในทางทฤษฎี

การหาขอบเขตพื้นที่ของการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยบัดกรีโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวน 3 สีที่บทความนี้นำเสนอ จะทดลองโดยใช้กล้องดิจิตอลทั่วไปที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดซึ่งมีความละเอียดของกล้อง 3072 x 2304 พิกเซล และอยู่สูงจากชิ้นงาน 30 เซนติเมตร เมื่อนำไปถ่ายภาพสเกลเครื่องมือวัดจะสามารถเทียบอัตราส่วนระหว่างหน่วยพิกเซลและหน่วย เซนติเมตรได้คือ 1 เซนติเมตร จะมีค่าเท่ากับพิกเซลภาพ 107 พิกเซล

ซึ่งถ้าหากนำเอามุมของแหล่งกำเนิดแสงที่ Wassink ได้เคยหาไว้มาทำการคำนวณเพื่อหาขอบเขตบนพื้นฐานของโครงสร้างแหล่งกำเนิดแสงที่งานวิจัยนี้ได้สร้างขึ้น ดังรูปที่ 5

เนื่องจากการกำหนดขอบเขตพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีนั้นจะใช้พื้นที่ความครอบคลุมของแสงสว่างทั้ง 3 สี สามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้ ทำให้ขอบเขตพื้นที่สำหรับการตรวจสอบรอยบัดกรีนั้น ต้องใช้ขอบเขตพื้นที่ที่น้อยที่สุดในแหล่งกำเนิดแสงทั้ง 3 สี มาเป็นพื้นที่หลักในการตรวจสอบรอยบัดกรี



รูปที่ 5 ตัวอย่าง การนำมุมที่ Wassink เคยทำการหา นำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาขอบเขตในการตรวจสอบรอยบัดกรี

โดยที่ H คือ ความสูงระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับรอยบัดกรี

a คือ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดศูนย์กลางที่แหล่งกำเนิดแสงโฟกัส

b คือ ระยะห่างระหว่างรอยบัดกรีกับจุดศูนย์กลางที่แหล่งกำเนิดแสงโฟกัส

C คือ ตำแหน่งรอยบัดกรีที่จุดศูนย์กลาง

O คือ ตำแหน่งรอยบัดกรีนอกจุดศูนย์กลางและเป็นตำแหน่งที่อยู่ไกลที่สุดที่สามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ คือ มุมของแสงตกกระทบไปที่รอยบัดกรี

จากรูปที่ 5 วิธีการคำนวณขอบเขตพื้นที่สำหรับการตรวจสอบรอยบัดกรีสำหรับแหล่งกำเนิดแสงสีแดง ซึ่งมีมุมที่ใช้ในการตรวจสอบอยู่ในช่วง 66 – 78 องศา และมีความสูงจากชิ้นงาน 7 เซนติเมตร มีดังนี้

หาระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและจุดศูนย์กลาง

$$a = h \cdot \tan(\theta_1) \qquad (1)$$

เมื่อแทนค่าความสูง h = 7 และมุมของแสงตกกระทบรอยบัดกรี θ_1 = 70 องศาลงในสมการ (1) จะได้ค่า a = 19.2 เซนติเมตร

นำระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและจุดศูนย์กลางมาคำนวณระยะแหล่งกำเนิดแสงไปยังตำแหน่งที่ไกลที่สุดที่สามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้

$$a - b = h \cdot \tan(\theta_3) \qquad (2)$$

เมื่อแทนค่าความสูง h = 7 และมุมของแสงตกกระทบรอยบัดกรี θ_3 = 66 องศาลงในสมการ (2) จะได้ค่า a - b = 15.7 เซนติเมตร

นำค่า a - b ที่หาได้ในสมการที่ (2) มาทำการหาค่า a + b ในสมการที่ (3)

$$a + b = 2a - (a - b) \qquad (3)$$
$$a + b = 38.4 - 15.7 = 22.7$$

ตรวจสอบระยะที่หาได้ว่าอยู่ขอบเขตที่ตรวจสอบรอยบัดกรีหรือไม่โดยนำค่า a + b และ h มาคำนวณในสมการที่ (4)

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{a+b}{h}\right) \qquad (4)$$
$$\theta_2 = 72.8^\circ \;\; ; \;\; 66^\circ \le \theta_2 \le 78^\circ$$

เมื่อตรวจสอบระยะที่ได้อยู่ในขอบเขตที่ทำการตรวจสอบรอยบัดกรี จึงมาทำการหาค่า b ซึ่งเป็นระยะระหว่างจุดศูนย์กลางไปยังตำแหน่งที่ไกลที่สุดที่สามารถตรวจสอยรอยบัดกรีได้ ในสมการที่ (5)

$$b = a - (a - b) \qquad (5)$$
$$b = 19.2 - 15.7 = 3.5$$

ดังนั้นระยะการตรวจสอบรอยบัดกรีของแหล่งกำเนิดแสงสีแดงคือพื้นที่วงกลมซึ่งมีรัศมี 3.5 เซนติเมตร ส่วนวิธีการหาขอบเขตพื้นที่สำหรับการตรวจสอบรอยบัดกรีแหล่งกำเนิดแสงสีน้ำเงินและแหล่งกำเนิดแสงสีเขียวก็จะใช้วิธีการเดียวกับที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงสีแดง เพียงเปลี่ยนค่าความสูงของแหล่งกำเนิดแสง และมุมที่แหล่งกำเนิดแสงกระทำกับรอยบัดกรี ซึ่งเราสามารถแสดงผลลัพธ์ของการหาพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละสีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละสี

	พื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีเป็นวงกลมรัศมี (เซนติเมตร)
สีแดง	3.5
สีน้ำเงิน	5
สีเขียว	2.1

ดังนั้นขอบเขตพื้นที่สำหรับการตรวจสอบรอยบัดกรีก็คือพื้นที่การตรวจสอบรอยบัดกรีของสีเขียวซึ่งมีพื้นที่การตรวจสอบน้อยที่สุด เป็นพื้นที่วงกลมรัศมี 2.1 เซนติเมตร

4. ผลการทดสอบ

จากวิธีการหาขอบเขตในการตรวจสอบรอยบัดกรีที่เราได้พิสูจน์มา นำมาทำการทดลองกับชิ้นส่วนแขนที่ใช้ขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ซึ่งได้ทำการบัดกรีแล้วทั้งหมดเป็นจำนวน 30 ชิ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ชิ้นงานที่บัดกรีสมบูรณ์ 10 ชิ้น, ชิ้นงานที่บัดกรีไม่สมบูรณ์แบบ Excessive 10 ชิ้น และชิ้นงานที่บัดกรีไม่สมบูรณ์แบบ Insufficient ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาได้ดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

R คือ รัศมีจากจุดโฟกัสของแสงไปยังขอบที่ไกลที่สุดที่แหล่งกำเนิดแสงทั้งสามจะสามารถส่องสว่างไปถึงที่เดียวกันได้ ซึ่งจากโครงสร้างที่แหล่งกำนิดแสงที่งานวิจัยสร้างขึ้นและได้คำนวณแล้วนั้น R มีค่าเท่ากับ 2.1 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 ผลการทดลองตรวจสอบชิ้นงานที่บัดกรีสมบูรณ์

ประเภทรอยบัดกรี	ระยะห่างระหว่างรอยบัดกรีกับจุดโฟกัส				
	0	0.5 R	R	1.5 R	2 R
Good	10	10	10	8	8
Excessive	0	0	0	2	2
Insufficient	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3 ผลการทดลองตรวจสอบชิ้นงานที่บัดกรีไม่สมบูรณ์แบบ Excessive

ประเภทรอยบัดกรี	ระยะห่างระหว่างรอยบัดกรีกับจุดโฟกัส				
	0	0.5 R	R	1.5 R	2 R
Good	0	0	0	4	4
Excessive	10	10	10	5	5
Insufficient	0	0	0	1	1

ตารางที่ 4 ผลการทดลองตรวจสอบชิ้นงานที่บัดกรีไม่สมบูรณ์แบบ Insufficient

ประเภทรอยบัดกรี	ระยะห่างระหว่างรอยบัดกรีกับจุดโฟกัส				
	0	0.5 R	R	1.5 R	2 R
Good	0	0	0	0	0
Excessive	0	0	0	5	5
Insufficient	10	10	10	5	5

5. สรุปผลการทดลอง

เมื่อดูจากตาราง 2, 3 และ 4 หากทำการตรวจสอบรอยบัดกรีที่ระยะ มากกว่า R จะพบว่าเริ่มมีการตรวจสอบที่ผิดพลาด แต่ถ้าทำการตรวจสอบรอยบัดกรีตั้งแต่ระยะ R ลงไปถึงจุดศูนย์กลางก็จะสามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

ซึ่งการตรวจสอบรอยบัดกรีที่ระยะมากกว่า R นั้นการตรวจสอบรอยบัดกรีที่เป็นประเภท Good จะสามารถตรวจสอบรอยบัดกรีได้ถูกต้องมากกว่าเนื่องจากรอยบัดกรีที่สมบูรณ์จะมีรูปร่างของรอยบัดกรีที่แน่นอนและค่อนข้างเหมือนกันแต่รอยบัดกรีที่เป็นรอยบัดกรีประเภท Excessive และInsufficient นั้นจะมีรูปร่างในกลุ่มของแต่ละประเภทแตกต่างกัน ซึ่งเมื่ออยู่ตรวจสอบที่ตำแหน่งไกลจากจุดศูนย์กลางของแหล่งกำเนิดแสงมาก ๆ ความเว้าและความนูนของรอยบัดกรีประเภท Excessive และInsufficient จะสะท้อน

แสงแตกต่างจากการตรวจสอบรอยบริเวณจุดศูนย์กลางทำให้การตรวจสอบผิดพลาดมาก

ดังนั้นการตรวจสอบรอยบัดกรีด้วยแหล่งกำเนิดแสงโครงสร้างวงแหวน 3 สี ที่ออกแบบมา จึงควรทำการตรวจสอบรอยบัดกรีในระยะที่ห่างจุดโฟกัสไม่เกินระยะ R หรือปรับเปลี่ยนอัลกอริธึมการตรวจสอบระยะที่มากกว่า R เพื่อให้ผลการตรวจสอบที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด ส่วนการประยุกต์นำไปใช้กับโครงสร้างแหล่งกำเนิดแสงวงแหวน 3 สีแบบอื่นนั้น สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนค่าความสูง h ให้เท่ากับโครงสร้างที่เราได้ทำการออกแบบไว้ จากนั้นนำไปคำนวณตามทฤษฎีในหัวข้อที่ 3

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (HDDI), ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และบริษัท เบลตัน อินดัสเตรียล (Belton Industrial Co., Ltd.)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S. L. Bartlett, P. J. Besl, C. L. Cole, R. Jain, D. Mukherjee, and K. D. Skifstad, "Automatic solder joint inspection," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on,* vol. 10, pp. 31-43, 1988. *Signal Processing Society Workshop*, 1996, pp. 502-509.

[2] S. Kobayashi, Y. Tanimura, and T. Yotsuya, "Identifying Solder surface orientation from color highlight images," in *Industrial Electronics Society, 1990. IECON '90., 16th Annual Conference of IEEE*, 1990, pp. 821-825 vol.1.

[3] L. Sheng-Lin, Z. Xian-Min, and K. Yong-Cong, "Optimized design of an AOI illuminator," in *Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 2007. ICWAPR '07.International Conference on*, 2007, pp. 924-928.

[4] A. C. Sanderson, L. E. Weiss, and S. K. Nayar, "Structured highlight inspection of specular surfaces," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on,* vol. 10, pp. 44-55, 1988.

[5] J. H. Kim, H. S. Cho, S. Kim, "Pattern Classification of Solder Joint Images Using a Correlation Neural Network," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 9, pp.655-669, 1996.

[6] R. J. K. Wassink, “Soldering in Electronics”, Electrochemical Publication Ltd, Ayr, U.K. pp.11-51, 1984.

[7] J. S. Park and J. T. Tou, "A solder joint inspection system for automated printed circuit board manufacturing," in *Robotics and Automation, 1990. Proceedings., 1990 IEEE International Conference on*, 1990, pp. 1290-1295 vol.2.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

(Supervisory Control and Data Acquisition for Waste water treatment)

นางสาวกัญชิตา สุทธิกวี และ นายทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Email: s4710018@psu.ac.th; rtaweesak@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย คำสั่งสำหรับควบคุมและจัดเก็บข้อมูลจะถูกส่งออกจากสถานีหลักผ่านระบบสื่อสารแบบอนุกรมอ้างอิงตามมาตรฐาน RS-485 โดยมีสถานีสนามรับคำสั่งดังกล่าวเพื่อควบคุมอุปกรณ์เอาท์พุตและอ่านค่าสถานะจากตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งอุปกรณ์เอาท์พุตเป็นวาล์วและมอเตอร์ ส่วนตัวตรวจจับสัญญาณเป็นการวัดค่าดีโอ พีเอช อุณหภูมิ ระดับน้ำ ผู้ใช้สามารถดูการทำงานและควบคุมระบบผ่านโปรแกรมอินเตอร์เฟสทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมอินเตอร์เฟสมีการแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและรู้สถานะการทำงานของระบบ

Abstract

***This project is** implemented for waste water treatment based on Supervisory Control and Data Acquisition. Both control and requesting status commands are sent from master station through serial communication system based on RS-485 standard. They are received at the remote terminal unit in order to control output devices and read status of sensors. The output devices are valve and motor. Sensors are used for measuring DO, PH, temperature, level, and also valve and motor status. Users can watch the operation and control system via interfacing program on the monitor of computer. The display of interfacing program supports users in order to easily use and know the status of system operation.*

คำสำคัญ

SCADA, Waste Water Treatment, RS-485

1. บทนำ

การตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตต่างๆ ในการเกษตรหรือการบริหารระบบควบคุมของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจครอบคลุมพื้นที่กว้าง รวมถึงระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ระบบจ่ายไฟฟ้า, น้ำประปา, ระบบท่อส่งก๊าซหรือน้ำมันเป็นต้น โดยทั่วไปการดำเนินงานต้องมีศูนย์กลางของระบบเพื่อสะดวกในการควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบ ให้มีประสิทธิภาพและทั่วถึง ภายในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งการทำงานดังกล่าวนิยมใช้ ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม (Supervisory Control and Data Acquisition) เรียกว่า SCADA

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

วิธีการบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายวิธี และแต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมหรือข้อดีแตกต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของน้ำเสียเป็นหลัก โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ 3 วิธีคือ การบำบัดทางกายภาพ การบำบัดทางเคมี และการบำบัดทางชีวภาพ

โครงงานนี้พิจารณาการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเป็นหลัก ซึ่งขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียวิธีการนี้ นอกเหนือจากผู้ควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำต้องมีความรู้เป็นอย่างดีแล้ว จะต้องมีการควบคุมปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เพื่อควบคุมให้จุลินทรีย์มีชีวิตและย่อยสลายน้ำเสีย อีกทั้งในกระบวนการอาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลตามเงื่อนไขของเวลา หรือเงื่อนไขของกระบวนการ หากกำหนดให้การควบคุมและเก็บข้อมูลดังกล่าว กระทำโดยมนุษย์ย่อมไม่สะดวกและขาดความแม่นยำ

โครงงานนี้จึงพิจารณาเลือก SCADA มาประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อควบคุมและเก็บข้อมูลการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ อีกทั้งเป็นการลดภาระการทำงานของผู้ควบคุมระบบ และสามารถควบคุมการทำงานของระบบจากระยะไกลได้อีกด้วย

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

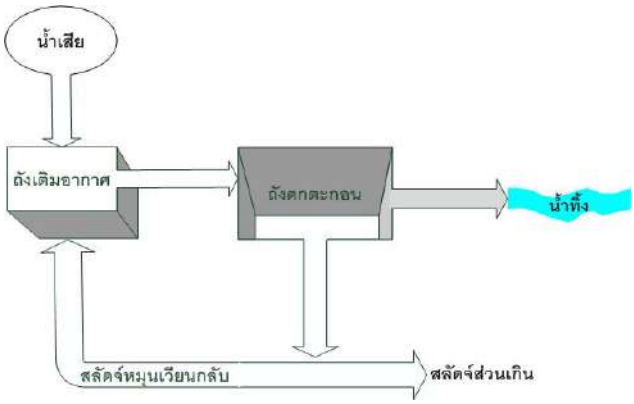
3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกนำมาประยุกต์ใช้กับระบบที่สร้างขึ้น คือ กระบวนการเอเอส[1] เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์มาช่วยในการย่อยสลาย ดูดซับ หรือ เปลี่ยนรูปของมลสารต่างๆที่มีอยู่ในน้ำเสีย ให้มีค่าความสกปรกน้อยลง มลสารที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร หลักการทำงานของกระบวนการเอเอสสามารถเขียนเป็นปฏิกิริยาชีวเคมีได้ดังนี้

สารอินทรีย์ + จุลินทรีย์ + O_2 → จุลินทรีย์ใหม่ + CO_2 + H_2O + พลังงาน

กระบวนการเอเอส ประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศและถังตกตะกอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส

การทำงานของกระบวนการนี้ เริ่มจากน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมาก ภายในถังจะมีสภาวะแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนละลาย, มีค่าพีเอชที่เหมาะสม เป็นต้น น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอน เพื่อแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะสูบกลับไปยังถังเติมอากาศ เพื่อลดมลสารที่เข้ามาใหม่อีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่เป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจะต้องนำไปทิ้ง สำหรับน้ำใสส่วนบนของถังหลังจากการตกตะกอน ถือเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกปล่อยทิ้งออกจากระบบ

พารามิเตอร์ที่ต้องเก็บค่าเพื่อนำมาวิเคราะห์ในหน่วยบำบัดน้ำย่อยมีดังนี้

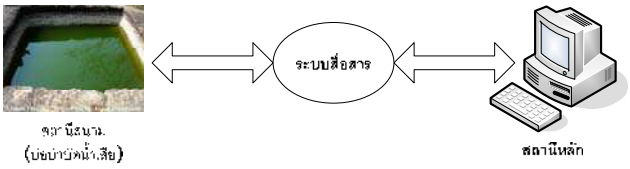
- ค่า Dissolved Oxygen หรือเรียกสั้นๆว่า " DO" : เป็นค่าออกซิเจนซึ่งในระบบไม่ควรต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค่าพีเอช : เป็นการวัดค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ ซึ่งในระบบควรควบคุมค่าพีเอชให้เป็นกลาง ประมาณ 6.5-8.5
- ค่าอุณหภูมิ : เป็นการวัดค่าอุณหภูมิเพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในถังเติมอากาศ ซึ่งในระบบต้องไม่เกิน 37°C
- ค่าระดับน้ำเสีย : เป็นการวัดระดับน้ำเสียในถังเติมอากาศ

3.2 ระบบ SCADA

SCADA เป็นระบบที่ใช้ในการรวบรวมและจัดการข้อมูล ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเวลาจริง (Real-time) ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ตลอดจนแสดงผลการทำงานของระบบ อีกทั้ง SCADA ยังรองรับการทำงานของระบบที่ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ซึ่งมีอุปกรณ์ย่อยทำงานกระจายและอยู่ห่างไกลออกไป

โครงงานนี้เลือก SCADA ประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ อาทิเช่น

1) สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ในระยะไกล
2) จัดเก็บข้อมูลได้อัตโนมัติ
3) ระบบสื่อสารมีความเสถียร
4) มีฐานข้อมูลรองรับการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ
5) สามารถเรียกดูและพิมพ์รายงานสถิติการทำงานของระบบ เป็นต้น



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบหลักของระบบ

จากรูปที่ 2 ส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมมี 3 ส่วน คือ สถานีหลัก ระบบสื่อสาร และสถานีสนาม

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

3.2.1 สถานีหลัก (Master Station)

ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดการข้อมูลรวมไปถึงการควบคุมระบบทั้งหมด เพื่อนำเอาข้อมูลจากสถานีสนามทุกตัวในระบบมาประมวลผลและทำการควบคุมกระบวนการต่างๆ หรือแสดงผลข้อมูลของสถานีสนามแต่ละตัวให้เป็นไปตามที่ต้องการ นอกจากนั้นสถานีหลักจะทำหน้าที่จัดการการติดต่อสื่อสารของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม เพื่อนำเอาข้อมูลจากสถานีสนามมาทำการประมวลผลตามเวลาที่กำหนด (Time Mode) หรือทำหน้าที่ในการรอรับข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดปกติบางอย่างที่สถานีสนาม ซึ่งเป็นการรายงานทันทีที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น (Event Mode)

ในปัจจุบันระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม ได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบและแสดงผลข้อมูลหรือทำรายงาน โดยจะต้องใช้โปรโตคอลของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม ให้เป็นโปรโตคอลมาตรฐานที่สามารถที่จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

3.2.2 ระบบสื่อสาร (Communication System)

ระบบการสื่อสารของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมทำหน้าที่ในการสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลหรือคำสั่ง ระหว่างสถานีสนามกับสถานีสนาม หรือ ระหว่างสถานีสนามกับสถานีหลัก ซึ่งระบบสื่อสารของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสามารถที่จะใช้สื่อ (Media) ต่างๆ ในการสื่อสารเช่น วิทยุ ไมโครเวฟ ดาวเทียม ข่ายสายโทรศัพท์หรือสายสัญญาณ (RS-232, RS-485) เป็นต้น การพิจารณาเลือกใช้สื่อจะต้องคำนึงถึงจำนวนข้อมูล ระยะทางที่ใช้ในการสื่อสารรวมไปถึงภูมิประเทศและค่าใช้จ่าย

ในหลักการทั่วไปของการสื่อสารข้อมูลของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสามารถทำได้ 2 แบบคือ

- Time Mode คือ การรับส่งข้อมูลตามเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด เช่น กำหนดช่วงเวลาการรับส่งข้อมูล ทุก ๆ 15 ,30 นาที หรือ 1 ชั่วโมง หรือ สามารถที่จะกำหนด ณ เวลาใด ๆ เช่น มีการรับส่งข้อมูลเวลา 8 นาฬิกาในตอนเช้าของแต่ละวัน เป็นต้น
- Event Mode หมายถึง การรับส่งข้อมูลเมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ หรือ เหตุการณ์ที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษเกิดขึ้นโดย สถานีสนามจะเป็นผู้ส่งข้อมูลให้กับสถานีหลักโดยไม่ต้องรอให้ถึงเวลาที่สถานีหลักเรียกถามข้อมูล

3.2.3 สถานีสนาม (Remote Terminal Unit, RTU)

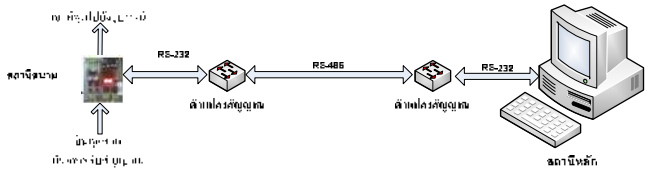
สถานีสนามเป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม ที่ถูกติดตั้งอยู่ที่สถานีสนามหรือสถานีตรวจวัดข้อมูล โดยสถานีสนามในระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมจะถูกต่อกับอุปกรณ์ต่างๆและตัวตรวจจับสัญญาณ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่สถานีสนามทั้งข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่องซึ่งจัดเป็นสัญญาณอนาลอก (Analog) หรือข้อมูลสถานะ โดยต่ออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเข้ากับส่วนอินพุต (Input Unit) ของสถานีสนาม แล้วนำเอาสัญญาณที่ได้มาทำการประมวลผลและส่งกลับไปแสดงผลที่สถานีหลักโดยผ่านระบบสื่อสาร

นอกจากนั้นสถานีสนามจะต้องรับคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์จากสถานีหลัก โดยต่ออุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมเข้ากับส่วนเอาท์พุต (Output Unit) ของสถานีสนาม ซึ่งในการควบคุมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมอุปกรณ์หรือเป็นคำสั่งจากสถานีหลัก จะต้องสร้างโปรแกรมในการติดต่อกับส่วนอินพุต เพื่ออ่านค่าที่ตรวจวัดได้และทำการประมวลผลค่านั้นให้ออกมาในรูปแบบที่ต้องการ โดยผ่านช่องสัญญาณในการสื่อสาร (Communication Port)

4. รายละเอียดการพัฒนา

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย โดยในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ภาพรวมของระบบ การออกแบบระบบและพัฒนาระบบและข้อจำกัดของระบบ ดังต่อไปนี้

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างของระบบ

รูปที่ 3 แสดงภาพรวมของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1) สถานีหลัก ทำหน้าที่ส่งคำสั่งเพื่อควบคุมอุปกรณ์ในระบบและจัดเก็บข้อมูล
2) สถานีสนาม ทำหน้าที่รับคำสั่งจากสถานีหลัก เพื่อรับค่าอินพุตจากตัวตรวจจับสัญญาณ หรือ ควบคุมอุปกรณ์เอาท์พุต
3) ระบบสื่อสาร เป็นการสื่อสารอ้างอิงตามมาตรฐาน RS-485 โดยผ่านการแปลงจากมาตรฐาน RS-232 ที่ถูกติดตั้งพร้อมใช้งานทั้งที่สถานีหลักและสถานีสนาม

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบระบบการทำงานทั้งหมดของโครงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

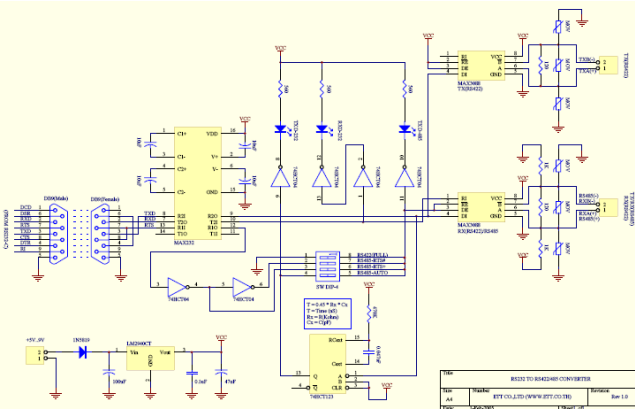
4.2.1 ฮาร์ดแวร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ สถานีหลัก ระบบสื่อสาร และสถานีสนาม

4.2.1.1 สถานีหลัก (Master Station)

สถานีหลักเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดการข้อมูลรวมไปถึงการควบคุมระบบทั้งหมด

4.2.1.2 ระบบสื่อสาร (Communication System)

ระบบสื่อสารเป็นการกำหนดลักษณะการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีหลักกับสถานีสนาม ซึ่งโครงงานนี้เลือกใช้การติดต่อแบบ 2 สายสัญญาณ โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน RS-485 ซึ่งในการแปลงสัญญาณมีวงจรดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงวงจรการแปลง RS-232 เป็น RS-485

จากรูปที่ 4 เป็นการออกแบบวงจรของระบบสื่อสาร ซึ่งใช้ ET-RS422/485 V2.0 & ET-RS422/485 OPTOISOLATION V2.0 เพื่อแปลงสัญญาณข้อมูลจากมาตรฐาน RS-232 เป็นมาตรฐาน RS-485 แบบ Half-Duplex คือไม่สามารถรับ-ส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันได้ ต้องทำการควบคุมทิศทางการรับ-ส่งข้อมูล โดยกำหนดสัญญาณ RTS จากคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมทิศทางการรับ – ส่งข้อมูล

4.2.1.3 สถานีสนาม (RTU)

ในโครงงานเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ CP-JR ARM7 USB-LPC2148 ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณที่รับมาจากตัวตรวจจับสัญญาณ เพื่อส่งข้อมูลให้กับสถานีหลักและทำหน้าที่แปลงคำสั่งจากสถานีหลัก เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ที่สถานีสนาม

สำหรับโครงงานนี้มีโมดูลอินพุต-เอาต์พุตแบบอนาลอกอินพุต ดิจิตอลอินพุต และดิจิตอลเอาท์พุต ดังตารางที่ 1 แสดงลักษณะสัญญาณและอุปกรณ์ที่ติดต่อกับโมดูล อินพุต-เอาต์พุตของสถานีสนาม

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะสัญญาณและอุปกรณ์ที่ติดต่อกับโมดูล อินพุต-เอาต์พุต

โมดูล	อุปกรณ์ที่ติดต่อ
อนาลอกอินพุต	ตัวตรวจจับสัญญาณวัดค่าดีโอ ตัวตรวจจับสัญญาณวัดค่าพีเอช ตัวตรวจจับสัญญาณวัดอุณหภูมิ ตัวตรวจจับสัญญาณวัดระดับน้ำ } 4-20 มิลลิแอมแปร์
ดิจิตอลอินพุต	วาล์ว (สถานะ : ปิด-เปิด) มอเตอร์ (สถานะ : ปิด-เปิด)
ดิจิตอลเอาท์พุต	วาล์ว (ควบคุมการปิด-เปิด) มอเตอร์ (ปิด-เปิดควบคุมการหมุนใบพัด)

เนื่องจากในโครงงานนี้จะทำการวัดค่า 4 ค่า คือ ค่าดีโอ(Dissolved Oxygen, DO) ค่าพีเอช ค่าอุณหภูมิและค่าระดับน้ำ สำหรับตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ที่นำมาทดลองใช้ระบบมีทั้งหมด 4 ตัวดังนี้

- ตัวตรวจจับสัญญาณวัดค่าดีโอ (DO Sensor) รุ่น KDS-25B สามารถวัดค่าออกซิเจนในน้ำได้ 0-40 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l หรือ parts per million, ppm)
- ตัวตรวจจับสัญญาณวัดค่าพีเอช (PH Sensor) รุ่นI133 สามารถวัดค่าพีเอชในน้ำได้ตั้งแต่ค่าพีเอช 0-14
- ตัวตรวจจับสัญญาณวัดค่าระดับน้ำ (Level Transmitter) รุ่น LV36 สามารถวัดระดับน้ำได้ที่ความลึก 0-2 เมตร

– ตัวตรวจจับสัญญาณวัดอุณหภูมิ(Temperature Sensor) รุ่น WQ101 สามารถวัดอุณหภูมิได้ –50 C ถึง +50 C

ตัวตรวจจับสัญญาณทุกตัวให้ค่าเอาต์พุตออกมาเป็นค่าที่เหมาะสมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ ทำให้ง่ายต่อการส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.2 ซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ โปรแกรมที่สถานีหลัก โปรแกรมส่วนการสื่อสาร และโปรแกรมที่สถานีสนาม

4.2.2.1 โปรแกรมที่สถานีหลัก

โปรแกรมที่สถานีหลัก ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ Microsoft Visual Basic 6.0[2] ทำหน้าที่ติดต่อกับสถานีสนามในระบบเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อรับ-ส่งข้อมูลกับสถานีสนามได้โดยแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนคือ โปรแกรมแสดงค่าข้อมูล โปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ และฐานข้อมูล

– โปรแกรมแสดงค่าข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 หน้าจอหลักของโปรแกรมแสดงค่าข้อมูล

จากรูปที่ 4 โปรแกรมจะรับข้อมูลแล้วนำมาประมวลผลและแสดงผลบนหน้าจอให้เห็น โดยมีหน้าปัดและข้อความแสดงค่าต่างๆที่วัดได้ คือ ค่าดีโอ ค่าพีเอช อุณหภูมิ ระดับน้ำ และสถานะของอุปกรณ์ ในกรณีที่เหตุการณ์ปกติไฟจะดับแต่หากค่าข้อมูลแต่ละส่วนผิดปกติ ไฟจะติดเป็นสีแดงเพื่อแจ้งเตือน

– โปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 5 โดยอุปกรณ์ที่ถูกควบคุม คือ วาล์วและมอเตอร์

รูปที่ 5 หน้าจอแสดงการควบคุมอุปกรณ์

การทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแสดงสถานะอุปกรณ์และส่วนควบคุมอุปกรณ์ สำหรับส่วนแสดงสถานะของอุปกรณ์ โปรแกรมจะรับข้อมูลเข้ามาและแสดงผลบนหน้าจอซึ่งเป็นข้อมูลบอกสถานะของมอเตอร์และวาล์วทั้งสามตัว โดยในโหมดนี้จะมีรูปและข้อความแสดงให้เห็นแสดงสถานะของมอเตอร์และวาล์วว่าทำงานอยู่หรือไม่ สำหรับส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จากโปรแกรม ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานของวาล์วทั้งสามตัว โดยจะมีสวิทช์เพื่อเปิด-ปิดวาล์วทั้งสามตัวเมื่อสับสวิทช์โปรแกรมจะส่งค่าไปเพื่อเปิด-ปิดวาล์ว

– ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลของระบบ สามารถเรียกดูได้จากหน้าหลักของโปรแกรม เพื่อทำการเชื่อมโยงมายังฐานข้อมูลที่เก็บไว้ ซึ่งในฐานข้อมูลจะแสดงค่าและสถานะของอุปกรณ์ตามวันเวลาที่บันทึกไว้

4.2.2.2 โปรแกรมส่วนการสื่อสาร

เป็นโปรแกรมเพื่อควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างสถานีหลักกับสถานีสนาม ทั้งการเก็บข้อมูลและการควบคุมภายในระบบ

4.2.2.3 โปรแกรมที่สถานีสนาม

โปรแกรมของสถานีสนามถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาซี[3] เพื่อรับคำสั่งจากสถานีหลัก ประมวลผลคำสั่ง ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตหรืออ่านค่าสถานะของตัวตรวจจับสัญญาณ พร้อมส่งผลการดำเนินการกลับไปยังสถานีหลัก

4.3 ข้อจำกัดของระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

4.3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์

- ระบบสามารถรองรับสถานีสนามร่วมได้ 32 จุด
- สถานีสนามมี GPIO รองรับอุปกรณ์ได้สูงสุด 47 อินพุต-เอาต์พุต ซึ่งรองรับสัญญาณอนาลอกได้ 14 ชุด
- มีโมดูลที่ติดต่อกับระบบคือตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) 4 ตัว, วาล์ว 3 ตัวและมอเตอร์
- ระบบติดต่อสื่อสารกันผ่านพอร์ตอนุกรม อ้างอิงมาตรฐาน RS-485
- สามารถรับ-ส่งสัญญาณข้อมูลได้ไกลสุด 1200 เมตร

4.3.2 ส่วนของซอฟต์แวร์

- โปรแกรมสามารถรองรับระบบได้เพียง 1 ระบบ

5. การทดสอบการใช้งาน

ระบบจะติดต่อกับตัวตรวจจับสัญญาณ 4 ตัว เพื่อวัดค่าระดับน้ำ, อุณหภูมิ, ค่าดีโอ, ค่าพีเอช และ ติดต่อกับมอเตอร์ ในการทำงานระบบจะส่งค่าที่วัดได้และค่าสถานะของอุปกรณ์ไปแสดงข้อมูลบนโปรแกรมออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรมอ้างอิงตามมาตรฐาน RS-485

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทดสอบโปรแกรมในห้องแลปและนำโปรแกรมมาทดลองใช้กับระบบ โดยจำลองวัดค่าระดับน้ำและค่าพีเอชในบ่อน้ำมีความลึกประมาณ 2 เมตร ที่ค่าพีเอชเป็นกลางซึ่งเป็นค่าปกติของน้ำธรรมดา จำลองวัดค่าดีโอและวัดอุณหภูมิในอากาศ เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถใช้กับระบบการทำงานได้จริง โดยนำตัวตรวจจับสัญญาณมาวัดวัดค่าระดับน้ำ, อุณหภูมิ, ค่าดีโอ, ค่าพีเอช และส่งค่าแสดงออกบนโปรแกรมที่สร้างขึ้น นอกจากนี้ทำการสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์จากโปรแกรมและเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

5.2.1 โปรแกรมแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ที่สถานีหลัก

โปรแกรมสามารถแสดงค่าผลข้อมูลออกทางหน้าจอได้อย่างถูกต้องตรงกับค่าที่วัดได้จริงในการทดลอง และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลได้ อีกทั้งโปรแกรมยังรองรับการควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

5.2.2 การรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีสนามกับสถานีหลัก

การรับส่งข้อมูลอนุกรมระหว่างสถานีสนามกับสถานีหลักนั้น ใช้ความเร็วในการรับส่งเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที โดยใช้สายสัญญาณที่มีความยาว 1200 เมตร ผลการทดสอบสามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

5.2.3 การทำงานของสถานีสนาม

เมื่อนำตัวตรวจจับสัญญาณต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์และนำไปวัดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 4 ค่า สามารถวัดค่าได้ถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง และสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาท์พุตได้

6. บทสรุป

ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบใช้กับการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ คือ กระบวนการเอเอส โดยมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาประยุกต์ใช้งานกับระบบ ซึ่งสามารถแสดงค่าข้อมูลที่ได้รับจากสถานีสนาม แสดงสถานะของตัวตรวจจับสัญญาณออกทางหน้าจอและสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาท์พุตในระบบได้ ซึ่งการสื่อสารระหว่างสถานีหลักกับสถานีสนามจะสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยอ้างอิงมาตรฐาน RS-485 ที่มีระยะไกลสุดถึง 1200 เมตร

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545, ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ

[2] อภิชาติ ภู่พลับ, 2546, เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic,ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, นนทบุรี

[3] โอภาส ศิริครรชิตถาวร, 2549, เรียนรู้และพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 LPC2148 ด้วยภาษาซี, โรงพิมพ์วชิรินทร์สาส์น รัชดา, กรุงเทพฯ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานสำหรับแอนิเมชัน สตูดิโอ

กฤษฎา อังวราวงศ์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
sniper_sun@hotmail.com

เอกดนัย ดนัยสวัสดิ์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
wataru_sispri@hotmail.com

สุขุมาล กิติสิน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
sukumal.i@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานเพื่อช่วยบริษัทแอนิเมชันสตูดิโอขนาดเล็กและขนาดกลาง มีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาในการทำงานโดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอพพลิเคชันในการพัฒนา ซึ่งการใช้งานระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานจะทำให้พนักงานสามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพกว่าการทำงานแบบดั้งเดิม การพัฒนาระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานและขั้นตอนการทำงานจริงจากบริษัท Zurreal Studio เมื่อพัฒนาระบบแล้ว ได้นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบที่บริษัท Zurreal Studio และแก้ไขตามข้อคิดเห็นที่ได้รับ ทำให้ได้ระบบที่ตรงตามความต้องการของทางบริษัทในการพัฒนาระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงาน ผู้พัฒนาเลือกพัฒนาโดยใช้ ภาษา PHP และ MySQL และใช้เว็บบราว์เซอร์ firefox สำหรับทดสอบระบบ และ โปรแกรม Openfire สำหรับใช้ในการแจ้งเตือนพนักงานให้ทราบถึงสถานะในการทำงานร่วมกัน

Abstract

The Asset Management for Animation Studio project (AMAS) is developed and designed for small and medium animation studios. The goal of the project is to improve employees' collaboration, reduce the coordination time and help them work more effectively with a support from the new system developed with Web Technology. To develop the AMAS system, we have collected user requirements and the production pipeline from potential users at Zurreal Studio. The finished system was tested at the Zurreal Studio and corrected per their requests to make it best suited for their usage.

The AMAS system was implemented using PHP and MySQL. Firefox browser is a preferred browser which is used for testing the system and Openfire is adopted as the notification system.

คำสำคัญ

แอนิเมชัน, ระบบบริหารสินทรัพย์, เว็บแอพพลิเคชัน, สตูดิโอ

1. บทนำ

ในปัจจุบันการสร้างแอนิเมชันกำลังเป็นที่นิยมและเติบโตในประเทศไทย ซึ่งบริษัทแอนิเมชันสตูดิโอขนาดเล็กและขนาดกลางในประเทศไทยซึ่งเป็นกำลังสำคัญที่จะพัฒนาแอนิเมชันในประเทศให้ก้าวหน้ายังไม่มีระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ที่เป็นมาตรฐาน ทำให้การบริหารงานในแอนิเมชันสตูดิโอเป็นไปอย่างล่าช้าซึ่งบริษัทที่สามารถผลิตแอนิเมชันออกจำหน่ายได้รวดเร็วในเวลาที่จำกัดย่อมได้เปรียบกว่า ดังนั้นจึงคิดหาวิธีการต่างๆเพื่อนำสิ่งที่มีอยู่อย่างจำกัดเช่น เวลา บุคลากรและทรัพยากร มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ระบบที่ใช้ในการผลิตแอนิเมชันก็เช่นกัน หากเรามีระบบที่แน่นอนในการจัดการย่อมลดเวลาในการผลิตได้ดีกว่า และสามารถใช้งานทรัพยากรได้อย่างประหยัดอีกทั้งบุคลากรก็สามารถทำงานได้ว่องไวและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เนื่องจากบริษัทแอนิเมชันสตูดิโอในประเทศไทยเริ่มขยายกิจการและเติบโตด้วยความรวดเร็วอย่างมากในเวลานี้ โดยเริ่มขึ้นจากการสร้างแอนิเมชันซึ่งเป็นผลงานของคนไทยในอดีตจะใช้การนำเข้าแอนิเมชันจากต่างประเทศ จนถึง ณ ปัจจุบันประเทศไทยได้พัฒนาจนสามารถผลิตแอนิเมชันที่มีประสิทธิภาพ ประกอบกับราคาของแอนิเมชันที่ผลิตมีราคาถูก

ลงเนื่องจากผลิตภายในประเทศและยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อีกด้วย

หนึ่งในเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมและใช้งานง่ายก็คือ เว็บแอพพลิเคชันเนื่องจากในระยะเวลาที่ผ่านมาเว็บแอพพลิเคชันได้ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในระบบเครือข่ายภายในและภายนอก เนื่องจากการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันนั้นสามารถพัฒนาได้ง่าย รวดเร็ว และมีการสนับสนุนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันต่างๆอย่างมากมาย เช่น AppServ ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์ที่รวบรวม Open-source ซอฟท์แวร์หลายๆอย่างมารวมกันได้แก่ Apache, PHP, MySQL, phpMyAdmin โดยที่ Open-source ซอฟท์แวร์เหล่านี้เป็นซอฟท์แวร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันทั้งสิ้น ซึ่งสามารถดาวน์โหลดและนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้นจึงทำให้มีการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันอย่างแพร่หลาย

คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าทางรัฐบาลได้ให้การสนับสนุนการพัฒนา Animation Software ในประเทศไทยซึ่งองค์กร SIPA ของรัฐบาลได้มีการจัดฝึกอบรมด้าน Animation มากมายอาทิเช่น อบรมการสร้างโมเดล 3 มิติโดยใช้โปรแกรม Maya หรือ 3DStudioMax งาน TAM(Thailand Animaton and Mutimedia) ซึ่งจัดขึ้นเพื่อให้นักเรียน นิสิต นักศึกษา และเยาวชนมีความตื่นตัวในโอกาสทางด้าน Animation เป็นการสร้างบุคคลากรด้านนี้ในประเทศไทยให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับความต้องการของตลาดงานโลกเป็นต้น ดังนั้นการเติบโตและผลิตงานแอนิเมชันในประเทศไทยจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานสำหรับแอนิเมชัน สตูดิโอ ขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอพพลิเคชันเพื่อช่วยให้การทำงานในสตูดิโอมีความสะดวก รวดเร็ว และลดเวลาที่ใช้ในการทำงานเกี่ยวกับระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ให้น้อยลง

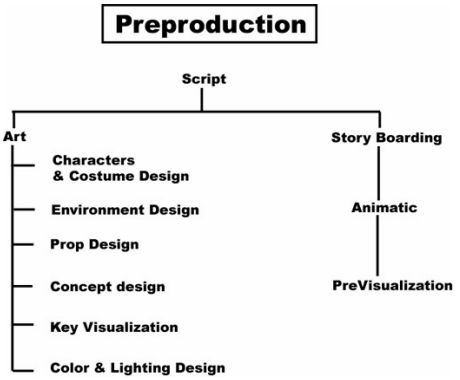
2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ในปัจจุบันแอนิเมชันสตูดิโอขนาดกลางและขนาดเล็กส่วนมากยังไม่มีระบบบริหารจัดการสินทรัพย์)asset (ส่วนใหญ่แล้วแต่ละที่จะมีเครื่องที่มีเป็นไฟล์เซิร์ฟเวอร์และมีการใช้ไฟล์ร่วมกันให้ผู้ใช้งานอัพโหลดและดาวน์โหลดไฟล์จากโฟลเดอร์ที่ตกลงกันไว้แล้ว ในขั้นตอนนี้คนที่อัพโหลดไฟล์จะต้องแจ้งบุคคลที่ต้องใช้ไฟล์ในลำดับต่อไปให้ทราบ เมื่อมีการอัพโหลดหรือมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงไฟล์ทุกครั้ง ผู้ใช้งานในลำดับต่อไปก็ต้องดาวน์โหลดไฟล์ล่าสุดมาใช้งานในลำดับต่อไป แอนิเมชันสตูดิโอมี workflow ที่แตกต่างกันเนื่องจากบริษัทแต่ล่ะบริษัทมีระบบการทำงานที่แตกต่างกัน การที่แอนิเมชันสตูดิโอไม่มีระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ใช้ ส่งผลให้การทำงานในแอนิเมชันสตูดิโอเหล่านี้ขาดประสิทธิภาพในการทำงานที่ต่อเนื่องกัน สำหรับแอนิเมชันสตูดิโอขนาดใหญ่ชั้นนำของโลก เช่น DreamWorks จะพัฒนาระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ที่เหมาะสมกับ workflow ของตนขึ้นมาใช้งานเองและระบบนั้นจะเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัทนั้น ปัจจุบันมีการนำ workflow ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่ามีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสินทรัพย์และแอนิเมชันโปรเจคมาเผยแพร่ ทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นว่าควรมีระบบบริหารจัดการสินทรัพย์โดยที่นำ workflow ดังกล่าว มาพัฒนาระบบบริหารจัดการแอนิเมชัน โปรเจค ซึ่งจะสามารถทำให้การทำงานร่วมกันที่ต่อเนื่องเป็นทีมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และได้งานที่มีคุณภาพเสร็จตามเวลาที่กำหนด ตรงกับขอบเขตของงานและใช้งบประมาณที่เหมาะสม ซึ่ง workflow ที่เป็นที่ยอมรับและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำงานใน animation studio production นั้นจะมีขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.) **ส่วน** Pre-production



รูปที่ 2 Preproduction

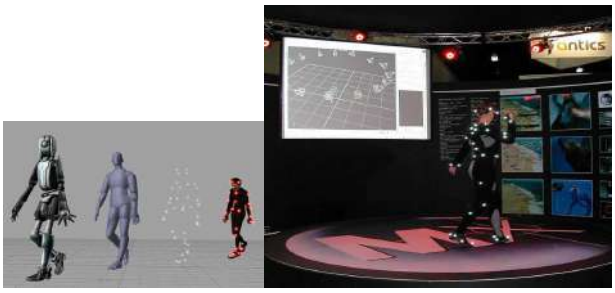
Script เป็นจุดเริ่มต้นของการทำแอนิเมชัน คือ บทของหนัง ที่บรรยายถึงการวางแผนเนื้อเรื่อง การจัดการเนื้อเรื่อง ตัวละคร) การแต่งตัว สีหน้า ท่าทาง (การดำเนินเรื่องในฉากนั้นๆ มุมกล้องที่ใช้ในแต่ละช่วง ด้วย

รูปที่ 3 Previsualization

2.) **ส่วน** production

เป็นการนำ character มาดำเนินเรื่องใน Scene โดยใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอน Previsualization เป็นต้นแบบในการดำเนินเรื่อง การกำหนดช่วงเวลาและมุมกล้อง ในการทำ Character Animation สามารถทำได้ 2 วิธีได้แก่

2.1) Motion Capture เป็นการใช้อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวแล้วนำไปใช้สร้างการเคลื่อนไหวให้กับตัวละครที่สำคัญหรือตัวละครที่มีการเคลื่อนไหวซับซ้อน ด้วยวิธีนี้จะได้การเคลื่อนไหวที่สมจริง แต่ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์และ software ที่ใช้งานจะมีราคาสูง



รูปที่ 4 การทำ Motion Capture

2.2) Manual Animation หมายถึงสร้างการเคลื่อนไหวของ character โดยใช้โปรแกรมด้วยมือโดยผู้ใช้โปรแกรมไม่ได้ใช้อุปกรณ์ช่วยใช้กับ character ส่วนใหญ่

รูปที่ 5 Animation

จากนั้นจะนำงานไป render ประมวลผลโดยแยกการประมวลผลแต่ละส่วน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการประมวลผล

3.) **ส่วน** post-production

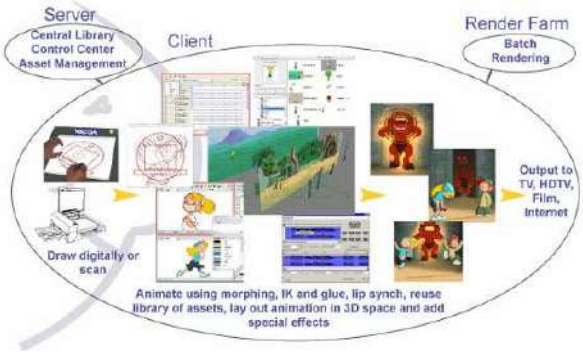
เป็นงานสุดท้าย มีขั้นตอนสำคัญคือ compositing เป็นการนำทุกองค์ประกอบมารวมกันเพื่อปรับแสง สี ให้เหมาะสม อาจต้องมีการกลับไปแก้ไข model บางชิ้นตามความเหมาะสมแก่ทรัยยากร ในบางครั้งจะพบว่าต้องลดความละเอียด (resolution) ลงเนื่องจาก ตอนนำมาแสดงผลทรัพยากรของเครื่องไม่พอ

4. รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนาโปรแกรม ได้ใช้ภาษา PHP และ MySQL เป็นหลักโดยวิธีการพัฒนานั้นได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานและขั้นตอนการทำงานจริงจากบริษัท Zurreal Studio และนำข้อมูลทั้งหมดไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ระบบที่จะพัฒนามีประสิทธิภาพ และตรงกับความต้องการของบริษัท Zurreal Studio ให้มากที่สุด

4.1 ภาพรวมของระบบ

Studio production workflow



รูปที่ 6 Studio production workflow

จากรูป Server จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการสินทรัพย์ทั้งหมด และเป็นศูนย์กลางข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน รวมทั้งคอยควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ เช่น การกำหนดสิทธิในการใช้งานของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานแต่ล่ะคนจะมีสิทธิในการใช้งานต่างกันขึ้นอยู่กับหน้าที่รับผิดชอบของบุคคลนั้นๆเช่น เป็น Animator , Director หรือ SLR (Shader, Lighting and Rendering) เป็นต้น ซึ่งบุคคลเหล่านี้จะเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาผลงานของบริษัท เช่น Animator ต้องใช้โปรแกรม Maya ในการทำให้ภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ซึ่งไฟล์ที่ได้จากการทำภาพเคลื่อนไหวจะถูกอัพโหลดขึ้น Server เป็นต้น โดยการสร้างผลงานต้องผ่านกระบวนการทำงานมากมายโดยท้ายที่สุดแล้วต้องมีการ render เพื่อให้ผลงานออกมาเป็นภาพยนตร์ที่สามารถนำออกแสดงได้

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสินทรัพย์สำหรับแอนิเมชันสตูดิโอ ได้แบ่งการพัฒนาโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ระบบที่ใช้ส่งงาน

ระบบที่ใช้ส่งงาน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ โดยจะเริ่มจากผู้ใช้ต้องการส่งงาน เลือกเมนูคำสั่งนำงานเข้าสู่ระบบ (Submit Work) จากนั้นผู้ใช้จะต้องเลือก Model ที่จะทำการส่งงาน งานในที่นี้สามารถเป็นได้ทั้ง ไฟล์งาน Maya หรือ ไฟล์ภาพสกุลต่างๆ เมื่อ Model ที่ต้องการส่งงานแล้ว ระบบจะแสดงฟอร์มที่ใช้กรอกข้อมูล และฟอร์มอัพโหลดไฟล์ เมื่อทำการส่งงานเสร้จ ระบบจะแสดงผลลัพท์ของการนำงานเข้าระบบ

2. ระบบแจ้งเตือน

ระบบแจ้งเตือนจะใช้ PHP แบบ Object-oriented Programming (OOP) ในการติดต่อกับ Openfire ซึ่งใช้ภาษา Java ในการพัฒนา

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบที่เซิร์ฟเวอร์จะทำการเก็บงานของผู้ใช้แต่ละคนลงฐานข้อมูล ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้มีหน้าที่รับผิดชอบส่วนต่อไป โดยสามารถแนบหมายเหตุเน้นงานในแต่ละส่วนได้ และสามารถเลือกรูปแบบของการแจ้งเตือนได้หลายแบบ เช่น ใช้ e-mail หรือผ่านระบบ Instant Message ได้

5. การทดสอบการใช้งาน

เนื่องจากระบบได้ถูกแยกออกเป็นส่วนต่างๆตามประเภทผู้ใช้จึงต้องมีการทดสอบการรับข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลที่ได้นำเข้ามา

5.1 ทดสอบการ login เข้าสู่ระบบ

รูปที่ 7 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม Login เข้าสู่ระบบ

ทดสอบ Login ผลที่ได้	
Login ไม่ถูกต้อง	Login ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการ Login

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

5.2 ทดสอบการ Add Project เข้าสู่ระบบ

รูปที่ 8 หน้าต่างเริ่มต้นการ Add Project เข้าสู่ระบบ

ทดสอบ Add Project เข้าสู่ระบบ	
ป้อนข้อมูลไม่ครบ	
ป้อนค่าที่ไม่ใช่ตัวเลขลงใน How many scene	
ป้อนค่าถูกต้องและครบถ้วน	

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ Add Project เข้าสู่ระบบ

5.3 ทดสอบระบบแจ้งเตือน (Notification)

ระบบแจ้งเตือนจะทำงานเมื่อ Line Producer แจ้งงานหรือบุคคลที่ทำงานเสร็จแล้วส่งงานเข้าสู่ระบบแล้วระบบจะหาคนที่ทำงานต่อไปให้เองโดยทันที เช่นฝ่ายออกแบบ Model ส่งงานเข้าสู่ระบบก็จะทำการแจ้งเตือนฝ่าย UV ให้ทำงานต่อทันที

ทดสอบระบบ Notification	
ก่อนการส่งงานเข้าสู่ระบบ	หลังการส่งงานเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบระบบ Notification

5.4 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบถือเป็นที่น่าพึงพอใจของผู้พัฒนาระบบและผู้ทดสอบลองใช้งานระบบที่บริษัท Zurreal Studio ที่สามารถทำการทดสอบคุณสมบัติได้เกือบจะทั้งหมดและยืดหยุ่นตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

การทดสอบนี้ไม่ได้แสดงถึงการทดสอบใช้งานระบบจากเครื่อง client พร้อมๆกันหลายๆเครื่องๆเนื่องจากขาดทรัพยากรและบุคลากรที่จะทดสอบ และการทดสอบนี้ไม่มีการนำไฟล์เกี่ยวกับทางด้าน animation studio จริงๆมาทดสอบเนื่องจากไฟล์เหล่านี้เป็นความลับของทางบริษัทอีกทั้งยังกินพื้นที่ในระบบค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงไม่ได้มีการทดสอบดังกล่าว

6. บทสรุป

ในปัจจุบันแอนิเมชันสตูดิโอขนาดกลางและขนาดเล็กส่วนมากยังไม่มีระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ที่ดี ส่วนใหญ่แล้วแต่ละที่จะมีเครื่องที่มีเป็นไฟล์เซิร์ฟเวอร์และมีแชร์โฟลเดอร์ให้ผู้ใช้งานอัพโหลดและดาวน์โหลดไฟล์จากโฟลเดอร์ที่ตกลงกันไว้แล้ว ทำให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานสำหรับแอนิเมชันสตูดิโอ (Asset Management for Animation Studio) จึงเริ่มพัฒนาขึ้น เนื่องจากความต้องการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการบริหารจัดการสินทรัพย์ โดยนำ workflow ที่ได้รับการยอมรับแล้วว่ามีประสิทธิภาพมาออกแบบพัฒนาระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นโครงงานที่มุ่งพัฒนาและปรับปรุงระบบบริหารจัดการสินทรัพย์ของบริษัท Animation Studio ขนางกลางและขนาดเล็กในประเทศไทย โดยเน้นไปที่การทำงานของบริษัท Zurreal Studio ดังนั้นเมื่อนำโครงงานนี้ไปใช้กับบริษัท Animation Studio อื่นก็จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมกับบริษัทนั้น อาทิเช่นขั้นตอนการทำงาน โครงสร้างการจัดเก็บไฟล์ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละบริษัทซึ่งควรพัฒนาระบบในส่วนนี้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ การสร้างระบบขึ้นมาเพื่อควบคุมโครงสร้างของระบบอีกชั้นหนึ่งเพื่อช่วยให้ระบบมีความ

ยืดหยุ่นสามารถนำระบบไปใช้งานกับบริษัท Animation Studio อื่นได้ ซึ่งระบบนั้นควรมีการพัฒนาส่วนต่างๆดังนี้

- ระบบสามารถกำหนดขั้นตอนการทำงาน ของบริษัทตนเองได้เพื่อให้บริษัทที่มีการทำงานแตกต่างจากระบบที่เรากำหนดสามารถทำงานได้เช่นเดียวกัน
- กำหนดโครงสร้างในการจัดเก็บไฟล์ ทำให้สามารถปรับแต่งโครงสร้างให้เข้ากับระบบใหม่ได้โดยง่าย
- สามารถเปลี่ยน Interface ได้โดยเพียงแค่ อัพโหลดรูปภาพที่ต้องการเข้าสู่ระบบเ ช่น โลโก้สัญลักษณ์ของบริษัท
- กำหนดการนามสกุลไฟล์ในการ อัพโหลด ตามที่ workflow ต้องการเช่น การอัพโหลดไฟล์ animatic ต้องไม่อัพโหลดไฟล์ประเภทอื่นๆนอกจากไฟล์เกี่ยวกับวีดีโอ เช่น wmv avi mp4 และอื่นๆเป็นต้น

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่พัฒนาขั้นตอนการทำงานในส่วน preproduction เท่านั้นซึ่งมีส่วน production และ postproduction ที่ยังไม่ได้พัฒนา ควรพัฒนาโดยศึกษา workflow ของส่วน preproduction และ postproduction ให้ชัดเจนและพัฒนาฟังก์ชันต่างๆขึ้นมารองรับขั้นตอนการทำงานของแต่ละส่วน เช่น ขั้นตอนการทำงานของ preproduction ฝ่าย Animate เมื่อทำ animation เสร็จเรียบร้อยแล้วมีขั้นตอนการทำงานส่วนใดต่อไป ขั้นตอนการทำงานของ postproduction มีการทำงานเกี่ยวกับการ render ซึ่งสามารถเชื่อมระบบ render กับระบบ asset ให้สามารถแจ้งสถานะของการ render ไฟล์ต่างๆ และสามารถเรียกดูไฟล์ที่ render เสร็จเรียบร้อยแล้วได้ เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ระบบบริหารสินทรัพย์และโครงงานสำหรับแอนิเมชันสตูดิโอนี้ได้รับความสนับสนุน จากผู้บริหารและเจ้าหน้าที่บริษัท Zurreal Studio ที่ช่วยเสียสละเวลาให้คำปรึกษาและข้อมูลประกอบการทำงานทำให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นและถูกต้อง

ขอขอบคุณ NSC (National Software Contest) ที่มองเห็นความสำคัญของโครงงานและให้ทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุนโครงงาน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Architect Multitier Client Server.2007; [cited 2007 July 5];[2 Screen] Available at URL: http://www.school.net.th/library/snet1/hardware/multitier/index.html

[2] Type of Client Server.2007;[cited 2007 July 5];[1 Screen] Available at URL: http://dit.dru.ac.th/task/network/cs.html

[3] Type of Client Server.2007;[cited 2007 July 5];[1 Screen] Available at URL: http://bc.siam.edu/VRClass/137401/unit8/8.html

[4] Wikipedia.PHP.2007;[cited 2007 July 7];[1 Screen] Available at URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Php

[5] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ. คัมภีร์ระบบฐานข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : บริษัท เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2545.

[6] โครงการพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์.2007;[cited 2007 July 29];[1 Screen] Available at URL: http://sot.swu.ac.th

[7] Wikipedia.Extensible Messaging and Presence Protocol.2007;[cited 2007 August 20];[1 Screen] Available at URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Jabber

[8] Jabber Software Foundation.2007;[cited 2007 August 25];[1 Screen] Available at URL: http://www.jabber.org/about/overview.shtml

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยใช้เทคโนโลยี XML

วราพร จิระพันธุ์ทอง

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

E-mail address: waraporn@it.dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบสารสนเทศได้กลายมาเป็นเป็นระบบพื้นฐานของการทำงานในองค์กร เช่น การเก็บข้อมูล การประมวลผลและการเก็บข้อมูล ข้อมูลจำนวนมากถูกจัดเก็บในรูปแบบของเท็กซ์ไฟล์ สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือแม้ว่าเอกสารเหล่านั้นได้ถูกรวบรวมและจัดเก็บอยู่ในระบบและมีความเป็นระเบียบ การสืบค้นข้อมูลบนเอกสารเท็กซ์ไฟล์ ไฟล์จำนวนมากกลายมาเป็นงานที่ใช้เวลามากและเกิดความผิดพลาดได้บ่อยครั้ง ทั้งนี้โครงสร้างของข้อมูลในเอกสารต่างๆ มีความหลากหลายทำให้การเรียกค้นข้อมูลมีความยุ่งยากมากยิ่งขึ้นและเกิดความผิดพลาดได้ง่ายในการทำงาน บทความนี้เป็นการนำเสนอต้นแบบของการค้นหาข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในเท็กซ์ไฟล์ โดยมีการแปลงและสร้างข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเท็กซ์ (text) ให้อยู่ในรูปแบบของเอกสาร XML [5] ซึ่งใช้เป็นภาษาที่สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันโดยไม่จำกัดแพลตฟอร์มของระบบสารสนเทศ และการเรียกค้นเอกสารเหล่านั้นในระบบโดยประยุกต์ใช้งาน XQuery [6]

Abstract

Currently, an information system becomes a fundamental system for business processes in an organisaton such as data collection, processing, and storage. Apparently, data is recorded in term of text files. Even though those files are well-defined and organized, the retrieval of data on those text files is still considering as a tedious and erroneous task. Particularly, it occurs that those files are documented by using various schemas. That will lead more difficulties and errors to the business processes. In this paper, the model for data retrieval on a large number of text-based documents is presented. The model includes a module for automatically transforming a text-based document and generating a document based on XML, which is a language supporting the information exchange on different platforms. Also, the work is applied with XQuery to support the retrieval on XML-based documents.

คำสำคัญ

เอ็กซ์เอ็มแอล, เอ็กซ์คิวรี่, การสืบค้นข้อมูล, การสืบค้นเอกสาร, XML, XQuery, Information Retrieval, Document Retrieval

1. บทนำ

ระบบสารสนเทศบางครั้งถูกมองว่าเป็นระบบจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ (Information and Retrieval System หรือใช้คำย่อว่า ISARS) หรือเรียกอีกชื่อว่า ระบบค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval System หรือ IRS) โดยมีหลักการสำคัญ คือ การค้นคืน (Retrieval) หมายถึง การได้รับสิ่งที่ต้องการกลับคืนมา การค้นคืนสารสนเทศ (Information retrieval) จึงเป็นการกระทำใด ๆ ที่คัดเลือกสารสนเทศจากแหล่งเก็บเพื่อทำให้ได้รับสารสนเทศตามที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นข้อมูล หรือ รายการเอกสารซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ต้องการ [1, 4] หลักการสำคัญของการค้นคืนสารสนเทศ คือ การค้นหาและนำสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการ ส่งให้แก่ผู้ใช้อย่างรวดเร็วทันการ ระบบใดก็ตามที่ได้รับการออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นข้อมูลจึงถูกเรียกว่า ระบบค้นคืนสารสนเทศ ตัวอย่างเช่น บัตรรายการ สิ่งพิมพ์ดรรชนี เป็นต้น ปัจจุบันลักษณะของข้อมูลปรากฏอยู่ในหลายรูปแบบ ตั้งแต่ข้อมูลที่อยู่ในรูปของเท็กซ์ (Text) ภาพ เสียง และวิดีโอ บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดและการพัฒนาต้นแบบของการสืบค้นข้อมูลภายในระบบสารสนเทศหนึ่งๆ ที่ได้ถูกจัดเก็บและเรียกใช้อยู่ในรูปแบบของเท็กซ์โดยมีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการเรียกใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ให้มีความสะดวกรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ทำให้ลดความซ้ำซ้อนและความผิดพลาดในการค้นข้อมูล ทั้งนี้โดยทั่วไปการค้นข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ต้องอาศัยการเปิดไฟล์ขึ้นมา แล้วค่อยค้นหาข้อมูลที่ต้องการ อาจจะเป็นการอ่านทีละบรรทัด หรือสุ่มข้อมูลที่ต้องการอ่าน หรือใช้ฟังก์ชันพื้นฐานของโปรแกรมทั่วไปช่วย อย่างเช่น ฟังก์ชันการค้นหา (find)

อย่างไรก็ดีปัญหาที่ตามมา คือ ในการค้นหาข้อมูลนั้นผู้ค้นหาข้อมูลระบุไฟล์ที่ค้นหาคลาดเคลื่อนก็อาจพลาดข้อความหรือเอกสารที่ต้องการ และสูญเสียเวลามากในกรณีที่มีเอกสารที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก และสำหรับกรณีใช้ฟังก์ชัน find ผลลัพธ์ของการค้นหาที่ได้ก็อาจจะมีมากเกินความต้องการหรือไม่ตรงกับความต้องการเลย เนื่องจากว่าผู้ใช้ระบุคำที่ใช้ในการค้นหาไม่เจาะจงพอ

ในหัวข้อถัดไปเป็นการนำเสนอโครงสร้างระบบสำหรับสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี XML ในหัวข้อที่สามเป็นการนำเสนอเครื่องมือสนับสนุนระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยใช้ XML การประเมินผลการใช้งานระบบสำหรับสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบด้วยเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้น XML ถูกอธิบายในส่วนที่สี่

2. โครงสร้างระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยใช้เทคโนโลยี XML

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอต้นแบบสำหรับระบบการสืบค้นข้อมูลเอกสารหลากหลายรูปแบบด้วย XML โดยระบบประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ *โมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML* และ *โมดูลสำหรับการสืบค้นข้อมูลบนข้อมูลที่ได้ผ่านการแปลงรูปแบบเป็น XML*

2.1 โมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML

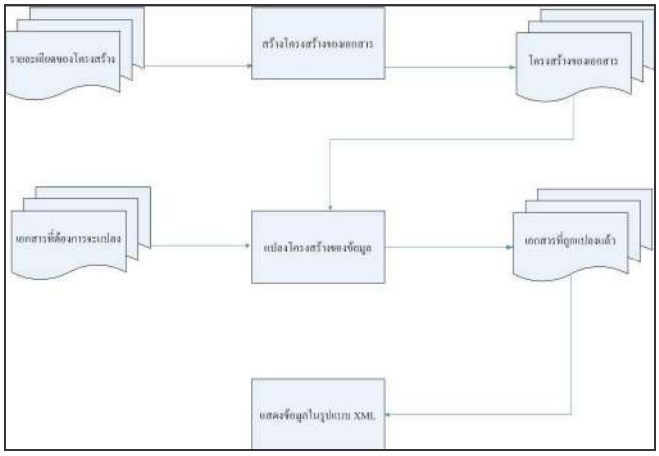
จากรูปที่ 1 เป็นภาพรวมของโมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักดังนี้

ก. *องค์ประกอบสำหรับการสร้างโครงสร้างของเอกสาร* ระบบจะสร้างโครงสร้างของเอกสารตามรายละเอียดของโครงสร้างที่ผู้ใช้งานระบุเบื้องต้น โครงสร้างของเอกสารจะถูกเก็บเป็นไฟล์ xml schema นามสกุล .xsd จากนั้นจะได้ไฟล์โครงสร้างของเอกสารเพื่อนำมาอ้างอิงในเอกสารที่ต้องการจะแปลงต่อไป

ข. *องค์ประกอบสำหรับการแปลงโครงสร้างของข้อมูล* ระบบทำการแปลงข้อมูลจากเอกสารที่ระบุ ให้เป็นไปตามโครงสร้างที่กำหนด (ในรูปแบบของ xml) จากนั้นจะได้ไฟล์เอกสารในรูปแบบของโครงสร้างแบบ XMLนามสกุล .xml

ค. *องค์ประกอบสำหรับการแสดงข้อมูลในรูปแบบของ* XML

องค์ประกอบนี้ใช้สำหรับแสดงข้อมูลของเอกสารในรูปแบบของ XML



รูปที่ 1 ภาพรวมของโมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ *XML*

โมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML ประกอบด้วย class การทำงานหลัก 3 ส่วน คือ (ก) *Original Doc* เป็น class ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับเอกสารต้นฉบับแต่ละเอกสาร มี property คือ *Filename* เก็บข้อมูลของชื่อเอกสารต้นฉบับ, *Location* เก็บข้อมูลของที่อยู่ของเอกสารต้นฉบับ, *DocNo* เก็บข้อมูลของหมายเลขเอกสารต้นฉบับ

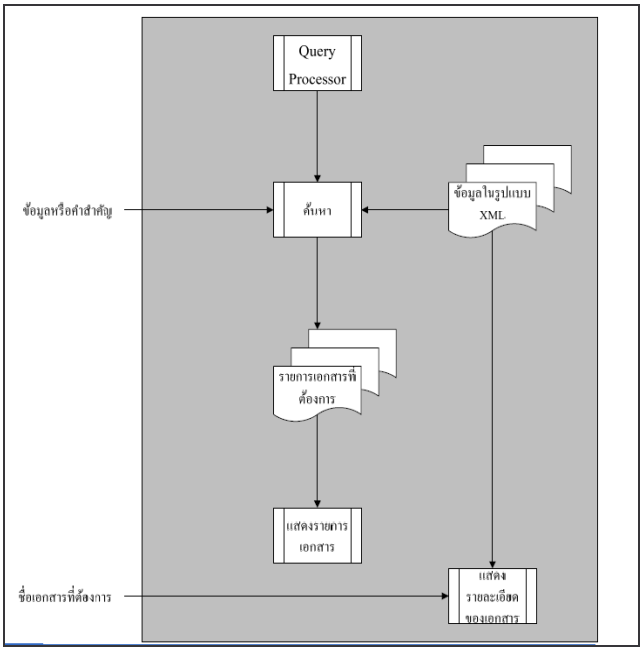
(ข) *Schema* เป็น class ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของเอกสาร XML มี property คือ *SchemaNo* เก็บข้อมูลของหมายเลขโครงสร้างของเอกสาร, *Filename* เก็บข้อมูลของชื่อของโครงสร้างเอกสาร, *Pathname* เก็บข้อมูลที่อยู่ของไฟล์โครงสร้างของเอกสาร

(ค) *XML_Doc* เป็น class ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับเอกสาร XML มี property คือ *SchemaNo* เก็บข้อมูลของหมายเลขโครงสร้างของเอกสาร เพื่ออ้างอิงในไฟล์ของเอกสาร XML, *Filename* เก็บข้อมูลของชื่อไฟล์ของเอกสาร XML, *Pathname* เก็บข้อมูลที่อยู่ของไฟล์เอกสาร XML, *DocNo* เก็บข้อมูลของหมายเลขเอกสารต้นฉบับ เพื่ออ้างอิงในไฟล์ของเอกสาร XML

2.2 โมดูลสำหรับการสืบค้นข้อมูลบนข้อมูลที่ได้ผ่านการแปลงรูปแบบเป็น XML

รูปที่ 2 แสดงภาพรวมของโมดูลการสืบค้นข้อมูลบนเอกสารที่ปรากฏในรูปแบบ XML ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ส่วน คือ

ก. *องค์ประกอบค้นหา* องค์ประกอบนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำการประมวลการค้นหาและสืบค้นเอกสาร กระบวนการค้นหาเป็นกระบวนการที่ใช้ในการรับข้อมูล หรือคำสำคัญจากผู้ใช้ระบบแล้วนำไปผ่านกระบวนการภายในของ Query Processor และข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ XML เพื่อใช้ในการเรียกค้นข้อมูล หรือคำสำคัญภายในเอกสาร XML ผู้ใช้ระบบในส่วนแรกจะทำหน้าที่ในการ ส่งข้อมูลหรือคำสำคัญเข้าสู่ระบบเพื่อใช้ในเป็นส่วนประกอบในการค้นหาข้อมูล หรือสิ่งที่ผู้ใช้ระบบต้องการที่ค้นหา โดยจะส่งข้อมูล หรือคำสำคัญเข้าสู่ระบบผ่าน องค์ประกอบค้นหา



รูปที่ 2 แสดงภาพรวมของโมดูลสำหรับการสืบค้นข้อมูลบนข้อมูลที่ได้ผ่านการแปลงรูปแบบเป็น XML

องค์ประกอบนี้จะประกอบด้วย Query Processor จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการค้นหาข้อมูลต่างๆ ภายในเอกสาร ซึ่ง Query Processor นั้นจะทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งการเรียกค้นข้อมูลภายในเอกสาร XML ซึ่งข้อมูลได้ผ่านการแปลงให้อยู่ในรูปแบบ XML จากโมดูลสำหรับการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกแสดงเป็นรายการของเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับคำสำคัญที่ผู้ใช้ระบบได้ใส่เข้ามา

ข. *องค์ประกอบแสดงรายละเอียดของเอกสาร* องค์ประกอบนี้แสดงเอกสารต้นฉบับซึ่งถูกเลือกจากรายการที่เกี่ยวข้องกับคำที่ค้นหา ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากองค์ประกอบค้นหา การออกแบบโครงสร้างภายในโมดูลสำหรับการสืบค้นข้อมูลบนข้อมูลที่ได้ผ่านการแปลงรูปแบบเป็น XML นั้นประกอบไปด้วย class หลักดังต่อไปนี้ คือ (ก) *Query Processor* ผู้แต่งได้ประยุกต์ใช้ Package ของ Saxon [2] ที่ใช้ในการเรียกค้นข้อมูลภายในเอกสาร XML ซึ่งภายใน Query Processor นี้ จะประกอบไปด้วยคลาสหลายๆ ตัวมาประกอบกัน อย่างเช่น *DynamicQueryContext, StaticQueryContext* เป็นต้น

(ข) *Query* เป็นคลาสที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับคำสั่งการเรียกค้นแต่ละตัวเพื่อทำการเรียกค้นข้อมูลซึ่งประกอบด้วย *Query Statement* ใช้ในการเก็บข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเรียกค้นเอกสาร, *Query No.* ใช้ในการเก็บหมายเลขของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเรียกค้นเอกสารแต่ละตัว

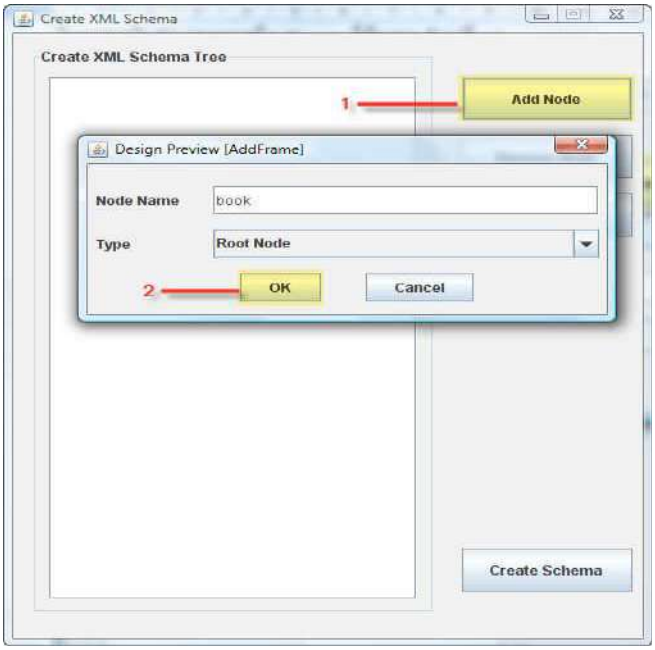
(ค) *Result* เป็นคลาสที่เก็บรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียกค้นเอกสารแล้ว ซึ่งประกอบด้วย *Query No.* ใช้ในการเก็บหมายเลขของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการเรียกค้นเอกสารแต่ละตัว, *Data* ใช้ในการเก็บรายการของเอกสารที่ค้นเจอ

(ง) *Document* เป็นคลาสที่ใช้ในการเก็บรายละเอียดต่างๆ ของเอกสารที่ระบบมี ซึ่งประกอบด้วย *File Name* ใช้ในการเก็บชื่อของเอกสารที่มีอยู่ในระบบ, *Path Name* ใช้ในการเก็บที่อยู่ของเอกสารที่อยู่ภายในระบบ

(จ)*Display_Document* เป็นคลาสที่ใช้ในการเก็บรายละเอียดต่างๆ ของเอกสาร เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผล ซึ่งประกอบด้วย *File Name* ใช้ในการเก็บชื่อของเอกสาร ที่จะนำไปใช้ในการแสดงผล, *Path Name* ใช้ในการเก็บที่อยู่ของเอกสาร ที่จะนำไปใช้ในการแสดงผล

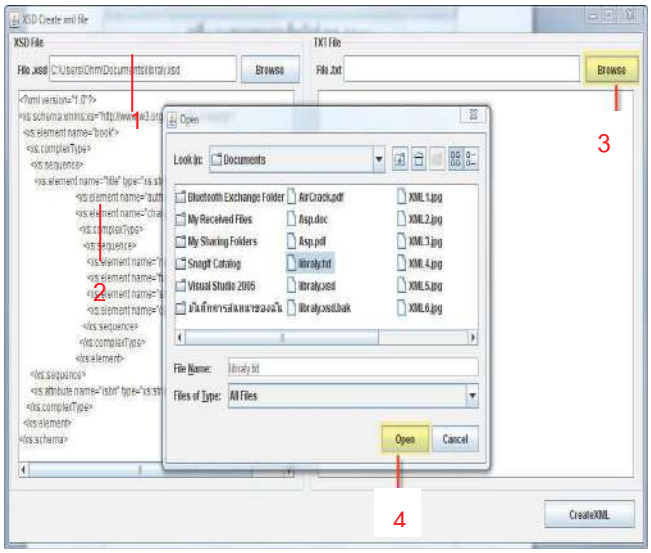
3. เครื่องมือสนับสนุนระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบโดยใช้เทคโนโลยี XML

สำหรับการใช้เครื่องมือสนับสนุนระบบสืบค้นข้อมูลบนเอกสารหลากรูปแบบ ด้วย XML ส่วนแรกเป็นการสร้างโครงสร้างของเอกสารเพื่อเป็นต้นแบบของเอกสาร XML ที่ต้องการ ตัวอย่างหน้าจอของเครื่องมือในส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3 มีส่วนสำหรับการระบุเพื่อสร้าง element ใหม่ของเอกสาร XML ที่ต้องการ (หมายเลข 1) และส่วนที่ใช้ระบุชื่อและชนิดของ element (หมายเลข 2) การสร้าง element สามารถระบุเป็น root element, parent element, และ child element ได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏอยู่ในรูปของไฟล์ XML Schema



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับสร้างโครงสร้างเอกสาร XML

นอกจากนี้เครื่องมือยังประกอบด้วยส่วนหลักที่สอง คือ ส่วนที่ทำการสร้างเอกสาร XML จากเอกสารที่เป็นต้นฉบับซึ่งปรากฏอยู่ในรูปแบบของเท็กซ์ไฟล์ โดยกำหนดให้มีรูปแบบโครงสร้างที่อ้างอิงจาก XML Schema รูปที่ 4 เป็นตัวอย่างหน้าจอของเครื่องมือส่วนของการสร้างเอกสาร XML มีส่วนที่ระบุ XML Schema ที่เป็นโครงสร้างของเอกสารที่ต้องการสร้างเป็น XML (หมายเลขที่1) รายละเอียดของโครงสร้างจะปรากฏขึ้นเพื่อแสดงความซับซ้อนของโครงสร้าง (หมายเลข 2) จากนั้นระบุเอกสารต้นฉบับซึ่งปรากฏอยู่ในรูปของเท็กซ์ไฟล์ (หมายเลข 3 และ 4)



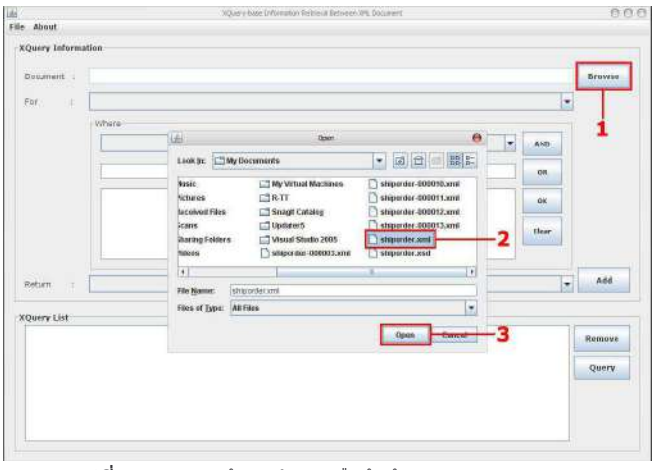
รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแปลงเอกสาร XML

ส่วนหลักที่สาม คือ การจัดการการสืบค้นข้อมูลบนเอกสาร ตัวอย่างของหน้าจอหลักในส่วนนี้อยู่ในรูปที่ 5 ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่1 *XQuery Information* คือ ส่วนที่ใช้ในการเลือกไฟล์ที่ต้องการจะค้นหาข้อมูล, เงื่อนไขที่ใช้ในการค้นหา, และสิ่งที่ต้องการจะให้แสดง โดยการระบุเงื่อนไขนั้น เครื่องมือจะทำการเข้าไปอ่านเอกสาร XML Schema ตามการอ้างอิงของเอกสาร XML ที่ถูกระบุเพื่อสืบค้น (หมายเลข 1 2 และ 3)โดยสามารถแสดงโครงสร้างของเอกสาร XML ได้โดยอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้สามารถระบุเงื่อนไขการสืบค้นได้สะดวกและถูกต้องโดยอ้างอิงโครงสร้างของเอกสาร XML

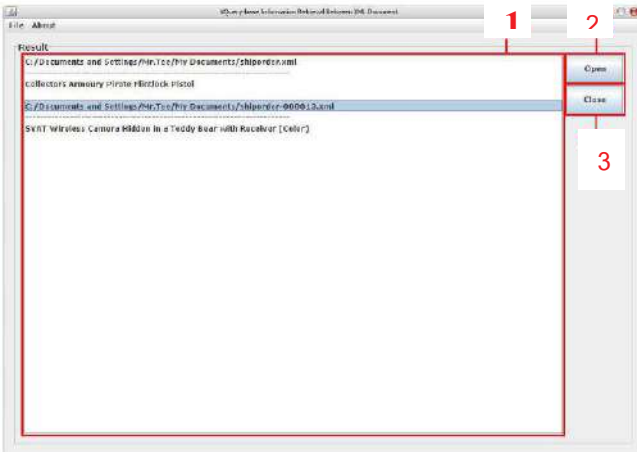
ส่วนที่ 2 *XQuery List* คือ ส่วนที่ใช้ในการแสดงรายการของเอกสารที่ต้องการจะค้นหา และในการค้นหาแต่ละครั้งสามารถที่จะทำการค้นหาได้แบบทีละหลายๆเอกสารด้วยเงื่อนไขของการค้นหาหนึ่งๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกค้นหาเจอตามเงื่อนไขจะถูกนำแสดง แต่การค้นหาที่ไม่ตรงตามเงื่อนไข ก็จะไม่ถูกนำมาแสดงเช่นกัน ผู้ใช้สามารถที่จะทำการเปิดอ่านเอกสารที่ค้นเจอข้อมูลตามเงื่อนไขได้จากการคลิกเลือกที่รายการที่ต้องการ

ส่วนหลักที่สี่ คือ เครื่องมือสามารถเรียกรายละเอียดของทั้งเอกสารในรูปแบบของต้นฉบับหรือ XML ก็ได้ รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างของรายการเอกสารที่ค้นเจอ (หมายเลขที่ 1) ผู้ใช้

สามารถเรียกดูเอกสารต้นฉบับและเอกสารในรูปแบบ XMLได้ (หมายเลขที่ 2 และ 3)



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับสืบค้นข้อมูลเอกสาร XML



รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายการเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคำที่สืบค้น

4. การประเมินและวิเคราะห์ผล

ผู้แต่งได้ออกแบบและสร้างรูปแบบของการทดลองระบบการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นโดยจำลองเหตุการณ์การทำงานในระบบสารสนเทศของและมีความต้องการสืบค้นข้อมูล ได้แก่ ฝ่ายทะเบียนนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่ง ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศของสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่ง แผนกจัดซื้อของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง แผนกพัฒนาระบบสารสนเทศของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง รวมเป็น 4 สถานการณ์จำลอง ในแต่ละสถานการณ์จำลองเหล่านี้มีผู้ร่วมทดลองและประเมินระบบ 5-10 คน ผู้ร่วมทดลองและประเมินผลได้ทำการสืบค้นตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันโดยพิจารณาจากบทบาทและหน้าที่ประจำของผู้ร่วมทดลอง ผู้ร่วมทดลองและประเมินผลแต่ละท่านทำการสืบค้นตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันท่านละ 40 เงื่อนไข นอกจากนี้ผู้ร่วมทดลองและประเมินผลแต่ละท่านทำการค้นหาเอกสารที่ได้ต้องการสองครั้ง คือ ครั้งแรกด้วยตนเองหรือใช้เทคนิคที่มีอยู่เดิม และครั้งที่สองโดยอาศัยเครื่องมือที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น ผลลัพธ์ของการค้นหาแต่ละครั้ง ถูกพิจารณาโดยประยุกต์ใช้หลักการของ Precision และ Recall [3]

Precision หมายถึงอัตราส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลที่ตรงความต้องการและจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่สืบค้นได้จากฐานข้อมูล Recall หมายถึงอัตราส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลที่สืบค้นได้และจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่มีในฐานข้อมูล กล่าวคือ จำนวนของเอกสารที่เมื่อผู้ร่วมทดลองและประเมินผลค้นเจอถูกเปรียบเทียบกับจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขสำหรับการค้นหานั้น

$$\text{Precision} = \frac{b}{m}$$

$$\text{Recall} = \frac{b}{h}$$

โดย b = จำนวนของเอกสารที่เมื่อผู้ร่วมทดลองและประเมินผลค้นเจอและเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขสำหรับการค้นหานั้นอย่างถูกต้อง; m = จำนวนของเอกสารที่ได้จากการค้นหานั้น; h = จำนวนของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขสำหรับการค้นหานั้นในฐานข้อมูล

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองครั้งที่หนึ่งซึ่งผู้ร่วมทดลองและประเมินผลได้ทำการสืบค้นตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันด้วยตนเองหรือใช้เทคนิคที่มีอยู่เดิมพบว่า ค่าเฉลี่ยของ precision ของทั้งสี่กลุ่ม (0.65, 0.55, 0.58, และ 0.6 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.595 และค่าเฉลี่ยของ recall ของทั้งสี่กลุ่ม (0.65, 0.58, 0.68, และ 0.55 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.615 ในขณะที่ผลการทดลองครั้งที่สอง ผู้ร่วมทดลองและประเมินผลได้ทำการสืบค้นตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันโดยอาศัยเครื่องมือที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น ค่าเฉลี่ยของ precision ของทั้งสี่กลุ่ม (0.8, 0.78, 0.7, และ 0.85 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.7825 และค่าเฉลี่ยของ recall ของทั้งสี่กลุ่ม (0.7, 0.8, 0.9, และ 0.77 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.7925 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการ

ประยุกต์ใช้ระบบสนับสนุนการสืบค้นที่มีเครื่องมือประยุกต์ใช้เทคโนโลยี XML สามารถสนับสนุนงานการสืบค้นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่าการไม่มีระบบสนับสนุนนี้หรือการใช้เทคนิคแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 1 ผลการทดลองครั้งที่หนึ่งและสอง

	precision		recall	
ผลการทดลองครั้งที่	1	2	1	2
กลุ่มที่หนึ่ง	0.65	0.8	0.65	0.7
กลุ่มที่สอง	0.55	0.78	0.58	0.8
กลุ่มที่สาม	0.58	0.7	0.68	0.9
กลุ่มที่สี่	0.6	0.85	0.55	0.77

ค่าเฉลี่ยของ precision และ recall ที่ได้จากการทดลองในสถานการณ์จำลองทั้งสี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยจำนวนผู้ทดลองที่แตกต่างกัน กลุ่มที่หนึ่งฝ่ายทะเบียนนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่งมีผู้ร่วมทดลอง 6 คน ผู้ทดลองมีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศปานกลาง กลุ่มที่สองศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศของสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่งมีผู้ร่วมทดลอง 8 คน ผู้ทดลองมีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาก กลุ่มที่สามแผนกจัดซื้อของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งมีผู้ร่วมทดลอง 10 คน ผู้ทดลองมีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศน้อย กลุ่มที่สี่แผนกพัฒนาระบบสารสนเทศของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ผู้ทดลองมีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสูง ผลทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ precision และ recallในกลุ่มที่มีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสูง มีค่าใกล้เคียงกันกันมาก ขณะที่ค่าเฉลี่ยของ precision และ recallในกลุ่มที่มีความถนัดทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศปานกลางและน้อย มีค่าต่างกัน

อย่างไรก็ดี ค่าเฉลี่ยของ precision ของทั้งสี่กลุ่ม (0.8, 0.78, 0.7, และ 0.85 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.7825 และค่าเฉลี่ยของ recall ของทั้งสี่กลุ่ม (0.7, 0.8, 0.9, และ 0.77 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยรวม 0.7925 สามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ระบบสนับสนุนการสืบค้นที่มีเครื่องมือประยุกต์ใช้เทคโนโลยี XML สามารถสนับสนุนงานการสืบค้นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่าการไม่มีระบบสนับสนุนนี้หรือการใช้เทคนิคแบบดั้งเดิม

5. บทสรุป

การค้นหาข้อมูลจากเอกสารจำนวนมาก และมีโครงสร้างของข้อมูลในเอกสารหลากหลาย กลายมาเป็นงานที่ใช้เวลามากและเกิดความผิดพลาดได้บ่อยครั้ง แม้ว่าได้ถูกรวบรวมและจัดเก็บไว้อย่างเป็นระเบียบ การเรียกค้นข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในไฟล์ข้อมูลจึงยังคงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและใช้เวลามาก นอกจากนี้สามารถเกิดความผิดพลาดได้ บทความนี้เป็นการนำเสนอต้นแบบของการค้นหาข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในไฟล์ โดยมีการแปลงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเท็กซ์และสร้างให้อยู่ในรูปแบบของเอกสาร XML และสามารถสนับสนุนการสืบค้นที่เป็นระบบมากขึ้นโดยประยุกต์ใช้งาน XQuery เครื่องมือได้ถูกสร้างเพื่อสนับสนุนความคิดต้นแบบ การทดลองได้ถูกสร้างและพัฒนาเพื่อสังเกตุและรวบรวมข้อมูลเปรียบเทียบการสืบค้นตามเงื่อนไขที่แตกต่างกันด้วยตนเองหรือใช้เทคนิคที่มีอยู่เดิมพบว่ากับการสืบค้นที่อาศัยเครื่องมือที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น จากการทดลอง ระบบสามารถสนับสนุนงานการสืบค้นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือของนายวีริศ แม้นญาติและ นายธีรชัย รัตถิกุล ผู้ร่วมทดลองทุกท่าน รวมถึงหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ร่วมทดลอง จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Cleveland & Cleveland. Introduction to indexing and abstracting. 2nd Ed. Colorado: Libraries Unlimited, 1990.

[2] Sourceforge Saxon. 2008. The XSLT and XQuery Processor. [Online] Available: http://saxon.sourceforge.net/

[3] Strzalkowski, Tomek. Natural language information retrieval. Information Processing & Management. 3(10): May/June, 1995. P. 397-417.

[4] Wiley, Deborah Lynne. Can the traditional abstracting and indexing services survive?. Database 17, Dec, 1994. P. 18-24.

[5] XML. 2008. Extensible Markup Language. [Online] Avaiable: http://www.w3.com/XML/

[6] XQuery. 2007. XQuery 1.0: An XML Query Language. [Online] Available: http://www.w3.org/TR/xquery/.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Relative Movement to Support Stock Forecasting of the Thai Market using the Neural Network

Pongsak Srithongnopawong
Computer Science and Information Management
Asian Institute of Technology
pongsak.srithongnopawong@ait.ac.th

Vatcharaporn Esichaikul
Computer Science and Information Management
Asian Institute of Technology
vatchara@ait.ac.th

ABSTRACT

Nowadays, stock analysis is a challenging task in stock prediction. Stock analysis methods including fundamental analysis and technical analysis are commonly used among financial professionals to help them on investment decisions. In recent days, AI-based system becomes a common tool to predict stock price. Among AI-based models for stock forecasting, Artificial Neural Network (ANN) is the most popular and accurate model. This research proposes data preprocessing using relative movement to improve performance of ANN-based stock forecasting. Both fundamental and technical indicators are chosen as input to the system. The common preprocessing including Principal Component Analysis (PCA) and Z-Scaling is also applied. The evaluation metrics include Root Mean Squared Error (RMSE), hit ratio, and total return. The k-fold cross validation is used to utilize the dataset of stocks in banking sector. The significance of those three metrics is determined through t-test over cross validation. The experiments show that the proposed model outperforms a traditional model, random walk model, and buy & hold strategy for all evaluation metrics.

Keywords

Stock forecasting, Artificial Neural Network, Relative Movement, Fundamental indicator, Technical indicator

1. INTRODUCTION

Stock analysis is an important task in stock market. However, it is not simple to predict stock price. Over many years, many analyses and researches have been conducted to model the stock from its historical data. Stock price as time series data is commonly analyzed by statistical and mathematical models. AI-based model is a new generation of methodology used to forecast stock price. Artificial Neural Network (ANN) is the most popular and accurate model among AI-based models in recent days.

In general, there are two main methodologies in stock analysis including 1) fundamental analysis and 2) technical analysis. Fundamental analysis is to analyze the stock from financial statements, competitive advantages, competitors, and markets. In general, state of the economy, of politics, and of industry in macro and micro terms are analyzed in fundamental analysis. These are in the forms of interest rate, gold price, and oil price.

Technical analysis is known as a technique that forecasts stock price particularly in short-term by studying price and volume movement. Technical analyst believes that price and volume are the most important factors on investor's decision whether to buy or sell stocks. Specifically, technical analysis is widely used among traders and financial professionals. Therefore, technical analysis directly reflects the change on the stock market.

Many researches on stock forecasting have been conducted by using mixed indicators between fundamental and technical indicators. Given the fact that stock price movement is quite random-walk, all indicators that improve the error rate are necessary to be applied to the stock forecasting model. In most studies on stock prediction, the predictor receives its historical price and volume together with several fundamental and/or technical indicators to predict the close price in the next day.

The data preprocessing is generally used to improve ANN performance. In this research, PCA (Principle Component Analysis) and Z-Scaling normalization are applied. This research uses ANN model as the predicting model. ANN receives the inputs from the preprocessing and then generates the signal to use in finding buying or selling signals at some threshold.

In this research, relative movement or daily price change is proposed as an additional preprocessing to stock predicting system. The proposed model predicts the change in current price from that of the previous day while the exact close price is predicted in a traditional model.

2. RELATED WORK

There have been several researches on stock forecasting models using the Neural Network. In 2003, Egeli's research [1] has proved that the prediction models based on ANN were more accurate than the ones based on MA (Moving Average). Egeli used both MLP (Multi Layer Perceptron) and GFF (Generalized feed-forward) networks, and trained them with the backpropagation learning method. Egeli compared MLP and GFF models, and the result has shown that GFF was more appropriate for the stock prediction than MLP. In the same study, it was also found that using 1 hidden layer gave less error rate than using more than one layer for both MLP and GFF.

In 1998, Mizuno trained feed-forward network with backpropagation and equalized learning method to predict the buying/selling signals of stocks in TOPIX (Tokyo

Stock Exchange Prices Index) in [2]. The main input variables were historical price average, price deviation, and relative strength index. The 5 years data were used as training samples for making prediction models. Although the result from Mizuno's research was not convincing, two interesting points were raised: 1) the neuron model might not easily predict signals of stock buying/selling, and 2) input data used in the research might not be effective enough.

In 2004, Nygren conducted a research of stock prediction on ANN model with ECNN (Error Correction Neural Networks) with a few major stocks in the Swedish stock index (SXGE) in [3]. In this research, hit rate (HR) and realized potential (RP) were used as benchmark. Nygren compared the result from the ANN model with naive strategy (naive strategy defined as prediction model by using yesterday stock price). The result demonstrated that ECNN showed good results and ECNN outperformed naive strategy.

Moreover, there are more related works such as "Intelligent Technical Analysis Based Equivolume Charting for Stock Trading using Neural Networks" [4], and "Forecasting the NYSE composite index with technical analysis, pattern recognizer, neural network, and genetic algorithm: a case study in romantic decision support" [5].

In recent days, researchers have invented new models and applied to predict stock trend such as GA (Genetic Algorithm), HMM (Hidden Markov Model), and its combined models. This research focuses mainly on an additional preprocessing to support stock forecasting model using the simple Neural Network.

3. ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

3.1 Artificial Neural Network Fundamentals

An artificial neural network (ANN) refers to a computational model based on the biological neural networks. ANN is composed of artificial neurons that interconnect among them. ANN is an adaptive system that can learn and be trained to think as one's brain. During learning phase, there is internal and external information flowing through network given by training data. The flow of information makes the network adapt its structure and learn new input/output.

According to the Figure 1, the input p is a scalar variable. When input p is passed through the network, it is multiplied with weight w. It then produces wp as an initial output. Next, the wp is passed to the transfer function with an additional fixed bias b in order to produce the output a. The bias could be viewed as additional weights to the network.

The transfer function receives the input n which is the product of $wp + b$. Therefore, $wp + b$ is the only argument to the transfer function f. The transfer function could be selected upon the type of output, but it commonly chooses a sigmoid function as the transfer function. When the problem is non-linear, the network can become more complex. Then, hidden neural nodes and hidden layers could be freely added to handle complex problems as demonstrated in Figure 2.

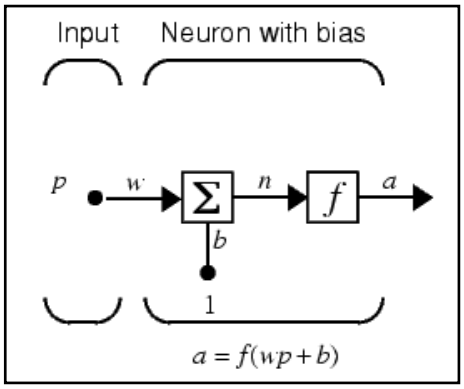


Figure 1. Neural Networks with Bias

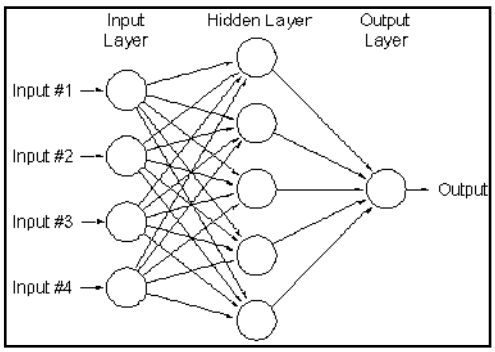


Figure 2. Neural Networks with Hidden Layer

In many prediction models, supervised learning is used to minimize the discrepancy between real data and the output of the network. The backpropagation algorithm belongs to this class and can be described as "an efficient way to calculate the partial derivatives of the network error function with respect to the weights" [3].

The backpropagation is an implementation of Delta rule. It is basically a learning rule for updating the weights of the artificial intelligent network, which is mostly useful for feed-forward networks.

3.2 Performance Measurement

In this study, there are three evaluation metrics including RMSE (Root Mean Squared Error), hit ratio, and total return.

3.2.1. Root Mean Squared Error

RMSE is one of the common evaluation metrics used in ANN predicting system. The equation to calculate RMSE is as in Equation (1).

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{(t_i - x_i)^2}{N}} \quad (1)$$

The variable t_i is the target value, x_i is the actual network output, and N is the number of samples.

3.2.2. Hit Ratio

Hit ratio is defined as the accuracy of predicting model measured in percentage over test dataset. It is determined by the number of correct signs divided by total number of predicting. The hit ratio formula is as in Equation (2).

$$\text{Hit Ratio} = \frac{\text{The number of correct signs}}{\text{Total number}} \times 100\% \quad (2)$$

3.2.3. Total Return

This metric represents the amount of money return. Total return is easily perceived by investors to see how good the model is, in particular when compared to the bank deposit interest rate. Equation (3) is to calculate the total return.

$$\text{Return Rate} = \frac{\text{Total Profit}}{\text{Initial Investment}} \times 100\% \quad (3)$$

4. STOCK FORECASTING SYSTEM

4.1 Data Preparation

In this research study, both fundamental indicators and technical indicators are chosen as inputs to the predicting system. Inputs for both experiments will use 5-years historical data collected from SET (The Stock Exchange of Thailand) market and financial information providers such as an official broker company in Thailand.

All inputs used in this study are mainly based on indicators used in previous work. Both fundamental and technical indicators are used as inputs in this study. The chosen fundamental indicators for the model include the following.

- Gold Price
- Foreign Exchange (USD/THB)
- Thai Government Bond Yield
- SET 50 Index
- Dow Jones Index

The chosen technical indicators for the model include:

- High Price
- Low Price
- Close Price
- Volume
- MAs (Moving Average)
- RSI (Relative Strength Index)
- Stochastic Oscillator (%K, %D)
- MACD (Moving Average Convergence/Divergence)

Three stocks in banking sector used in this research are selected from SET market. The primary stock is BBL or Bangkok Bank. This study also uses the data of KBANK and SCB stocks. All of them are the most secure banks in Thailand. Only stocks in banking sector are selected because in other sectors there might be other factors affecting the price movement.

4.2 Preprocessing

4.2.1. *Relative Movement*

Relative movement is a part of the data preprocessing to calculate one-day change and two-day change of all inputs. Relative movement introduces the change or differences of today's value and value in one and two days ago.

Table 1. Calculation Example

Day	Absolute Value	1-day Relative Movement	2-day Relative Movement
1	61	N/A	N/A
2	58	-3	N/A
3	57	-1	-4
4	57	0	-1
5	59	2	2

According to Table 1, 1-day relative movement is calculated from the change from the previous day. On the second day, 1-day relative movement is -3 as the subtraction of the value in the second day and the first day. On the third day, 2-day relative movement is -4 as the subtraction of the value in the third day and the first day. This relative movement represents the value change from one and two days ago.

4.2.2. Technical Indicator Calculation

Chosen technical indicators include MAs (MA5, MA25, and MA75), RSI, Stochastic Oscillator (%K and %D), and MACD.

Note that all technical indicators are necessary to compute the relative movement. As a system reads the relative movement as input, the system will not read the exact value except from RSI since RSI is in percentage calculated from a past period.

4.2.3. Principal Component Analysis

Principal Component Analysis or PCA is the orthogonal linear transformation or the eigenvalue decomposition. PCA is commonly used as data preprocessing to remove linear correlation out of the input data before passing processed data to ANN. PCA can also be used in factor analysis or used to remove unimportant factor out of the model; however, in this research PCA is only used to decorrelate the input data.

4.2.4. Z-Scaling Normalization

Z-Scaling normalization is to scale the data to have a zero mean and one standard deviation. The factor in the equation is to freely scale the data in the range approximately between 1 and -1. In this research, the chosen factor value is 4 throughout the research as it is the number that makes all stocks data in a proper range.

$$\text{zscaling} = \frac{x_i - \text{mean}(x)}{\text{stdev}(x) \times \text{factor}} \quad (4)$$

4.3 FANN Library

FANN or Fast Artificial Neural Network library is a free open-source Neural Network library, which implements multilayer artificial neural networks in C with support for both fully connected and sparsely connected networks. FANN is implemented neural network system in this research.

FANN library is commonly used among ANN developers and researchers to implement neural network in many languages such as C, C++, and .NET.

4.4 Training

Training algorithm is used to train Neural Network so that the best generalization is reached. Therefore, the data are separated into training, validating, and testing dataset. There are five steps of training algorithm used in this study.

Step1: Separate data to training, validating and testing set. Training dataset is used in training process where validating dataset is used to measure the generalization of the network. Testing dataset is only used to measure the network performance, and hence it has not been seen while training.

Step2: Create a shortcut network and configure the network. In FANN library, the shortcut network refers to a general backpropagation network which is fully connected and also has shortcuts between nodes. In this step, activation function is chosen as symmetric sigmoid function for both hidden and output layers. Learning rate is set to 0.7 as recommended in [6].

Step3: Initialize weights. The weight initializing algorithm from Nguyen and Widrow [7] is used in this study. The algorithm basically initializes the weight randomly in the range of input data.

Step4: Train network process. The network is trained by the training dataset for several times until the maximum epochs are reached or MSE over validating dataset does not improve for 25 times consecutively. During training, the best network that yields the less MSE over validating dataset is determined and saved.

Step5: Load the best network and measure MSE over testing data set. After training process is completed the best network is loaded to measure a final MSE over testing dataset.

4.5 Evaluation

In this study, the evaluation is conducted with the k-fold cross validation. The k-fold cross validation is to separate dataset into 5 partitions. Three partitions are training dataset, validating dataset, and the testing dataset. Performance is measured for k times by switching validating dataset and testing dataset to all partitions. There are 5 partitions that testing dataset can be while there are 4 partitions that validating dataset can be. Hence, there are 20 folds in total.

4.6 Benchmarks

In this research, the main task is to compare the performance of the proposed model with a traditional model. However, there are also other benchmarks to show whether ANN outperforms naïve methods in general. These benchmarks include 1) buy and hold strategy, and 2) random walk strategy.

The buy and hold strategy is a passive and long-term investment strategy which is not concerned the short-term movement. It starts from buying the stock at the first day and holds it until the last day. The price will be sold at the last day. The profit is gained from the difference of the first and the last day price.

The random walk strategy is to randomly generate buying and selling signals. Then, performance is measured three times to find the hit ratio and total return. The average value is the final result.

5. EXPERIMENTAL RESULTS

5.1 Experimental Environment

The proposed model is implemented using Neural Network model. The inputs of the systems are discussed in section 4.1. Data preprocessing covers relative movement, technical indicator computation, PCA, and Z-Scaling as discussed in section 4.2. The 20-fold cross validation is used in this experiment as described in section 4.5. In the experiment, max epochs are set to 10,000. The learning rate is 0.7. The neural layers start from zero to one layer. The hidden nodes start from 1 to 10 nodes. The best network that yields the best performance is loaded to test its performance.

The data used in experiments are from BBL, KBANK, and SCB stocks from July 2, 2003 to June 30, 2008. In cross validation, each partition is 20% of the whole dataset. Therefore, the test dataset is approximately one year.

In the evaluation, the measurement metrics are test RMSE, hit ratio, and total return.

5.2 Results and Discussion

Table 2 demonstrates the comparison of predicting performance of the proposed model and a traditional model using BBL stock data. The proposed model uses the relative movement as inputs and the model directly predicts

future changes; however, a traditional model uses exact value as inputs and the model predicts the future price.

Table 2. BBL Cross Validation Result

Type of Model	Test RMSE	R-square	Hit Ratio (%)	Total Return (%)
Proposed model	0.2439	0.0332	55.94	16.06
Traditional model	0.0465	0.0079	48.59	-1.25

According to the Table 2, Test MSE of the proposed model is higher than a traditional model. Test MSE cannot be fairly compared because errors in both models are in different scale. The MSE in the proposed model refers to the error of the predicted future price change while the MSE in a traditional model refers to the error of the predicted future price.

Both hit ratio (%), and total return (%) of the proposed model show better performance. T-test is also determined to show the significance. For each metric, the hypotheses (paired-test) are:

$$H_0: \mu_{proposed} = \mu_{traditional} \quad (5)$$

$$H_A: \mu_{proposed} \neq \mu_{traditional} \quad (6)$$

The degree of freedom is 19. The t-test result is shown in Table 3.

Table 3. BBL t-test Result

Metrice	Mean difference	t-value	p-value (2-tailed)
R-square	0.0253	5.91	0.000011
Hit ratio	7.35	4.09	0.000627
Total return	17.30	5.86	0.000012

For both hit ratio and total return, Table 3 shows that the means between two models are significantly different (p-value > alpha, and alpha = 0.05). Therefore, the proposed model outperforms a traditional model using BBL stock data.

Table 4. BBL Benchmarks Comparison

Type of Model	Hit Ratio (%)	Total Return (%)
Proposed model	55.94	16.06
Traditional model	48.59	-1.25
Random walk	49.57	-21.56
Buy & hold	-	10.02

Table 4 shows that the proposed model outperforms other benchmarks including a traditional model, random walk, and buy & hold strategy. For buy & hold strategy, only total return can be computed as it buys and sells once.

This research study also conducts the same test with two more stocks in banking sector using KBANK and SCB data. The result confirms the similar trend as reported with BBL stock data.

Although the result shows a good performance of the proposed model on stocks in banking sector, it might not show a good predicted result on stocks in some sectors having other substantial impacts. For example, the stock of oil and natural gas company very much correlates to oil and gas price in the country.

6. CONCLUSION

6.1 Conclusion

Nowadays, stock analysis plays an important role among investors. Over many years, both fundamental analysis and technical analysis are used as a tool for financial professionals to predict stock trends.

Currently, AI-based stock forecasting system is an alternative tool to predict stock trends. ANN is the most common and accurate model among AI-based models. However, there are several possible ways to choose input and data preprocessing for ANN stock forecasting model. This research selects both fundamental and technical indicators as inputs. The general data preprocessing including PCA and Z-Scale is applied.

This study proposed additional data preprocessing by using relative movement to improve performance of stock forecasting system using Neural Network. The performance of the model was mainly compared with a traditional model which did not calculate relative movement. The evaluation metrics using in this paper were hit ratio and total return. The t-test was also used to show the significance. The evaluation was done with k-fold cross validation. Other benchmarks included random walk and buy & hold strategy.

The experiment shows the promising performance. The proposed model outperforms a traditional model and all benchmarks for both hit ratio and total return. In BBL stock data, the proposed model yields 55.94% hit ratio and 16.06% total return while a traditional model yields 48.59% hit ratio and -1.25% total return. When compared with other benchmarks, the proposed model yields the best performance for both hit ratio and total return. In addition, the result shows the similar trends on stocks of KBANK and SCB.

Although the proposed model does not show a very high hit ratio (less than 60%), the total return shows a good outcome as it gives profit more than earning interest from banks. A traditional model and random walk model yield approximately the same hit ratio or about 50%; however,

a traditional model gives a much better result on total return than the random walk model. Therefore, to earn high profit is not always necessary to have a high hit ratio. It is more important to be able to predict a positive change when there is a dramatic change on future price.

The limitation of the proposed model is that the model might not be able to predict stocks that have other substantial direct impact. For example, these stocks are national resource distributor. The stock's price mainly depends on an oil and gas price in the country.

6.2 Future Work

In stock market, automated trading system is not worth money without a good stock forecasting system. This study attempts to improve the Neural Network stock forecasting system by implementing data preprocessing using relative movement. The result shows a good performance of the system; however, there are a few interesting topics as further studies.

Given the stock forecasting system of this study, the yearly profit can be improved if more than one stock are bought and sold in the same evaluation period. When handling more than one stock, investment portfolio needs to be managed to get the optimal profit. Therefore, the portfolio management could be very interesting topic for future work to improve an overall performance.

Furthermore, the user interface improvement can be further implemented. This study implements the system based on C language with DOS-like interface, which is not quite user-friendly. Also, the cross validation process could be further improved. In this research, the full cross validation was conducted. The further work should aim to find the better cross validation method for evaluation of stock forecasting system.

7. ACKNOWLEDGMENT

I would like to thank Nonthawatr Anusornpanich and Supakit Chawchumnum for providing data and stock market knowledge.

8. REFERENCES

[1] B. Egeli, M. Ozturan, and B. Badur, "Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks," March 2008, http://www.hicbusiness.org/biz2003proceedings/Birgul%20Egeli.pdf.

[2] H. Mizuno, M. Kosaka, and H. Yajima, "Application Of Neural Network To TechnicalAnalysis Of Stock Market Prediction," March 2008, http://sce.uhcl.edu/boetticher/ML_DataMining/Kimoto.pdf.

[3] K. Nygren, "Stock Prediction – A Neural Network ApproachStock Prediction – A Neural Network Approach," ," March 2008, http://www.f.kth.se/~f98-kny/thesis.pdf.

[4] T. Chavarnakul and D. Enke, "Intelligent Technical Analysis Based Equivolume Charting for Stock Trading using Neural Networks," *Expert Systems with Applications*, vol. 34, pp. 1004-1017, 2006.

[5] I. Kaastra and M. Boyd, "Designing a neural network for forecasting financial and economic time series," *Neurocomputing*, vol. 10, pp. 215–236, 1996.

[6] D. Nguyen and B. Widrow, "Improving the learning speed of 2-layer neural networks by choosing initial values of the adaptive weights", *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, vol. 3, pp. 21-26, 1990.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ กรณีศึกษา บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) เขตภาคเหนือตอนบน

อรพรรณ แก้วพงค์
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เชียงใหม่, 50290, ประเทศไทย
e-mail: bee_csmju@hotmail.com

ไตรภพ ยศราช
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เชียงใหม่, 50290, ประเทศไทย
e-mail: triphop.y@cs.mju.ac.th

บทคัดย่อ

การตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะของบริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) ผู้บริหารเป็นผู้ตัดสินใจเพียงผู้เดียว โดยการนำเอกสารมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจเพียงอย่างเดียว ซึ่งการตัดสินใจนี้ผู้บริหารต้องมีความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจเป็นอย่างดี หากการตัดสินใจผิดพลาด อาจเกิดผลเสียตามมาได้ บทความนี้ได้เสนอแนวทางในการตัดสินใจโดยนำระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะเข้ามาช่วย เพื่อให้การตัดสินใจเกิดความผิดพลาดลดน้อยลง โดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Tree) จากการทดลองพบว่าสามารถช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพได้

Abstract

A decision to patch and relocate payphone of TT&T Public Co.,Ltd. is depend on the company manager. Making a decision by checking from the documents that's why the manager should have a lot of experience and knowledge. If they make wrong decision many effects will happen. In this paper help them to make a decision easier by patch and relocate payphone decision support systems. For help them making a decision with less effects. We present to use Decision Tree by testing this method found that the manager can make a decision faster and more useful.

คำสำคัญ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, การตัดสินใจแบบต้นไม้

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญในการดำเนินธุรกิจและการดำเนินชีวิต ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่มีการเปลี่ยนแปลงไปมาก โดยเฉพาะการดำเนินธุรกิจซึ่งมีการแข่งขันกันมากขึ้น มีการนำข้อมูลและสารสนเทศมาใช้ช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจเพื่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน ที่มีการแข่งขันที่สูงขึ้นและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสภาพแวดล้อมต่างๆ ทางธุรกิจ ไม่ว่าเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม หรือการเมืองซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่อธุรกิจทั้งสิ้น ในระยะหลายปีที่ผ่านมา บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) ได้ดำเนินธุรกิจบริการสื่อสารโทรคมนาคม โดยเป็นผู้ให้บริการ 3 บริการคือ บริการโทรศัพท์พื้นฐาน บริการสื่อสารข้อมูล และบริการโทรศัพท์สาธารณะ ในเขตภูมิภาคทั่วประเทศไทย โดยที่ภารกิจหลักของบริษัทคือ 1. การสร้างคุณภาพทางด้านการบริการ 2.การบริหารงานให้มีประสิทธิภาพ และ 3.การพัฒนาบริการเสริมบนโครงข่ายโทรศัพท์ โดยบริการทั้ง 3 บริการของบริษัทได้นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการบริหารงานและการดำเนินงานทั้งหมด เพื่อให้เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วสำหรับการทำงานและบริการลูกค้า แต่ระบบการทำงานเว็บแอพพลิเคชันของแผนกบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะ (Payphone Administration Section : PAS)[1] ระบบเดิม ยังไม่ครอบคลุมการทำงานทั้งหมด ทางบริษัทจึงได้มีนโยบายให้จัดทำเว็บแอพพลิเคชันระบบใหม่ขึ้น เพื่อให้มีระบบการทำงานที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) มีนโยบายจัดระบบการทำงานเว็บแอพพลิเคชันของแผนกบริหารงานโทรศัพท์สาธารณะจากระบบเดิม ให้เป็นระบบใหม่ ซึ่งที่ผ่านมาเว็บ

แอพพลิเคชันที่ใช้อยู่นั้น ยังมีการจัดการด้านข้อมูลและสารสนเทศที่ยังไม่ตรงต่อความต้องการของผู้บริหาร เพื่อประกอบการตัดสินใจ ทำให้สูญเสียโอกาสการดำเนินธุรกิจ

ปัญหาปัจจุบันที่พบจากระบบเว็บแอพพลิเคชันของงานโทรศัพท์สาธารณะ คือ บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด(มหาชน) ยังไม่มีระบบการจัดการข้อมูลจุดติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ ที่เป็นระบบมาตรฐาน มีเพียงแต่จดบันทึกลงในเอกสารทั้งสิ้น ในกรณีเกิดปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลที่มีความสลับซับซ้อน ทำให้การค้นหาข้อมูลมีความล่าช้าและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ถ้าระบบการจัดการของบริษัทนั้นยังไม่มีความรัดกุม ขาดความแน่นอนเช่น การบันทึกจุดติดตั้งและจุดโยกย้ายผิดพลาด ทำให้การออกไปติดตั้งและโยกย้ายผิดพลาด ซึ่งอาจส่งผลกระทบให้ขาดรายได้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ได้ และทางบริษัทยังขาดระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหาร ซึ่งการตัดสินใจนั้น ผู้บริหารต้องมีความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจเป็นอย่างดี หากการตัดสินใจผิดพลาด อาจเกิดผลเสียตามมาได้

ฉะนั้นทางบริษัทจึงมีความต้องการระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งมีการทำงานใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมและจัดการ มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการระบบทั้งหมด นำระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมาใช้และนำไปใช้งานจริง เพื่อให้ระบบการจัดการเกิดความสะดวกรวดเร็วถูกต้องและรัดกุมในการทำงาน ลดความซับซ้อนในการทำงาน โดยใช้ระบบการจัดการที่ได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานและควบคุมการบริหารงาน เมื่อโปรแกรมระบบจัดการนั้นใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพจะทำให้การประกอบกิจการของบริษัทมีการพัฒนาและก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น รวมทั้งทำให้บริษัทได้กำไรสูงสุด

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การตัดสินใจแบบต้นไม้(Decision Tree)

การตัดสินใจแบบต้นไม้มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการตัดสินใจปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน มีขั้นตอนมาก และเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจ

การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบต้นไม้ เป็นการแสดงขบวนการตัดสินใจซึ่งจะบอกทางเลือก (วิธีการตัดสินใจ ความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก รวมทั้งบอกค่าใช้จ่ายหรือสิ่งที่จะต้องเสียไป เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์ของแต่ละ

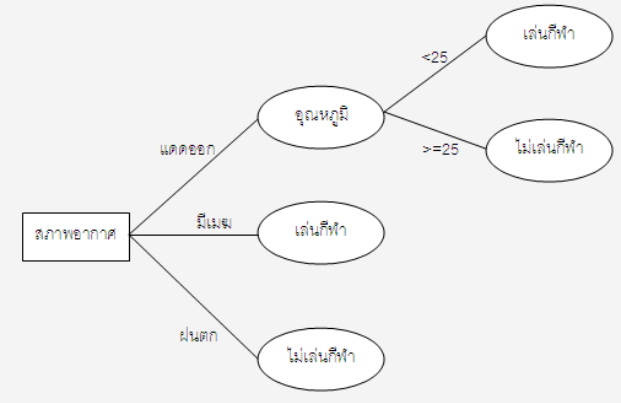
ทางเลือก)การวิเคราะห์นำมาแสดงให้เห็นในรูปกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ โดยเริ่มจากจุดที่ต้องตัดสินใจ ซึ่งกิ่งก้านจะใช้แทนทางเลือกต่าง ๆ

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา
2. ร่างโครงสร้างการวิเคราะห์แบบกิ่งก้านสาขา
3. ระบุความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือก
4. ประเมินผลตอบแทนที่คาดหวังของแต่ละทางเลือก
5. วิเคราะห์ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ ด้วยการคำนวณย้อนหลังไปจากทางขวาสุดของกิ่งก้านมาทางซ้ายสุด

การเรียนรู้การตัดสินใจแบบต้นไม้ [2] เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและผลลัพธ์สามารถเขียนแทนด้วยต้นไม้ตัดสินใจ ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 โดยทั่วไปแล้วต้นไม้ตัดสินใจจะประกอบไปด้วยโหนด และเส้นเชื่อม โดยโหนดแทนคุณสมบัติของข้อมูลเข้าที่ต้องพิจารณา และเส้นเชื่อมแทนค่าที่เป็นไปได้ของคุณสมบัตินั้น ๆ และโหนดใบ หรือโหนดที่ไม่มีลูกแทนผลลัพธ์ที่เป็นคำตอบ การใช้ต้นไม้ตัดสินใจในการหาผลลัพธ์ของข้อมูลเข้านั้น เริ่มจากการพิจารณาคุณสมบัติที่อยู่โหนดรากของต้นไม้ตัดสินใจ หลังจากนั้นจึงท่องต้นไม้ตามค่าคุณสมบัติของข้อมูลเข้าว่ามีค่าเป็นเท่าใด และทำกระบวนการดังกล่าวซ้ำไปเรื่อย ๆ จนถึงโหนดใบ ซึ่งค่าที่โหนดใบจะเป็นคำตอบของข้อมูลเข้านั่นเอง ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ข้อมูลเข้า คือ สภาพอากาศมีแดดออก และอุณหภูมิเป็น 24 องศา นั้น การทำนายผลลัพธ์จะเริ่มจากการพิจารณาคุณสมบัติสภาพอากาศ ซึ่งมีค่าเป็นแดดออก ทำให้ต้องพิจารณาคุณสมบัติอุณหภูมิต่อ ซึ่ง 24 องศา น้อยกว่า 25 องศา ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นเล่นกีฬา

สำหรับเทคนิคการสร้างต้นไม้ตัดสินใจจากชุดตัวอย่างข้อมูลนั้น โดยทั่วไปแล้วทำได้โดยการเลือกคุณสมบัติจากคุณสมบัติทั้งหมดมาสร้างเป็นโหนดราก หลังจากนั้นจึงแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามค่าของคุณสมบัติดังกล่าว แล้วจึงทำการเลือกคุณสมบัติเพื่อแบ่งข้อมูลในแต่ละกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยไปเรื่อย ๆ จนข้อมูลในแต่ละกลุ่มมีคำตอบเหมือนกันหมด ในกรณีที่คุณสมบัติเป็นค่าต่อเนื่องต้องทำการแปลงคุณสมบัติดังกล่าวให้เป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่องเสียก่อน



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจ

4. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์ เป็นการพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

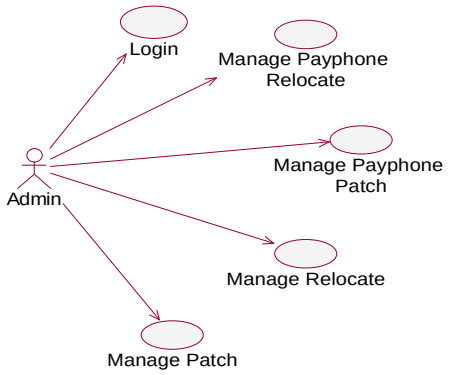
4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะนี้ ได้นำเอาระบบสารสนเทศเข้ามามีบทบาทช่วยในการอำนวยความสะดวกในการจัดการระบบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ง่ายมากยิ่งขึ้น โดยระบบจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของผู้ดูแลระบบ และส่วนของผู้จัดการแผนกบริการลูกค้า ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานส่วนต่างๆ ผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะนี้ มีผู้ใช้งานระบบ 2 ส่วน คือผู้ดูแลระบบและผู้จัดการแผนกบริการลูกค้า ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ในการทำงานที่แตกต่างกัน

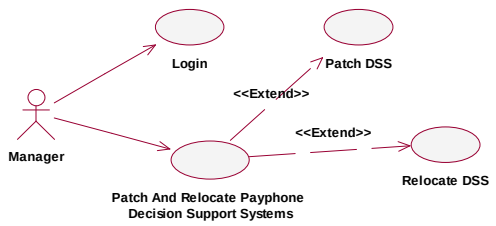
ส่วนผู้ดูแลระบบ(Admin)



รูปที่ 2 แสดงการทำงานในส่วนของผู้ดูแลระบบ

เมื่อผู้ดูแลระบบ(Admin) ทำการเข้าสู่ระบบ (Login) แล้วหน้าที่หลักของผู้ดูแลระบบ คือ การจัดการข้อมูลจุดติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Manage Payphone Patch) การจัดการข้อมูลจุดโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Manage Payphone Relocate) การจัดการข้อมูลการติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Manage Patch) และการจัดการข้อมูลการโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Manage Relocate) การจัดการข้อมูลนี้เป็นการเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประกอบในระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะในส่วนของผู้จัดการ

ส่วนของผู้จัดการแผนกบริการลูกค้า (Manager)



รูปที่ 3 แสดงการทำงานในส่วนของจัดการแผนกบริการลูกค้า

เมื่อผู้จัดการแผนกบริการลูกค้า (Manager) ทำการเข้าสู่ระบบ (Login) แล้วสามารถใช้งานระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Patch and Relocate Payphone Decision Support System) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการจัดการข้อมูลที่ผู้ดูแลระบบได้ทำการจัดการแล้วมาประมวลผล ซึ่งเงื่อนไขในการตัดสินใจนั้น ผู้จัดการสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้ตามสมควร ซึ่งระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจนี้ได้แบ่งเป็น 2 ระบบคือ ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Patch DSS) และระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ (Relocate DSS)

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ในส่วนของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะยังไม่มีการรองรับให้ผู้บริหารสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการพิจารณา และพารามิเตอร์ยังไม่สามารถที่จะปรับได้ยืดหยุ่นเท่าที่ควร

5. การทดสอบการใช้งาน

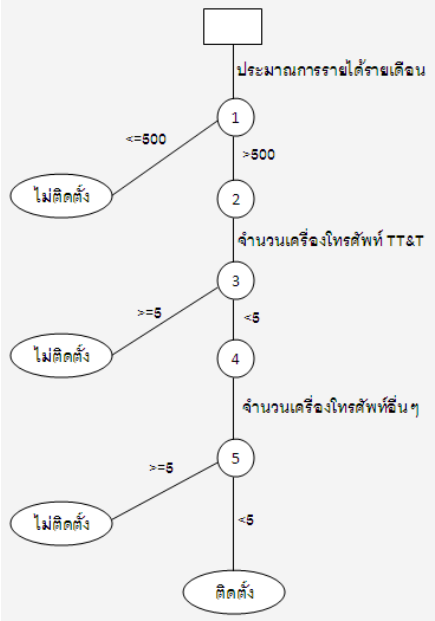
ในหัวข้อนี้จะอธิบายวิธีการของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดของการตัดสินใจและการทำงานอัลกอริทึม รวมไปถึงผลการทดลอง

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เมื่อทำการเข้าสู่ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะแล้วทำการเลือกใช้ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งหรือเลือกใช้ระบบการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล คือ เลขหมายโทรศัพท์ และรหัสพื้นที่ ซึ่งหลักในการพิจารณามีดังนี้

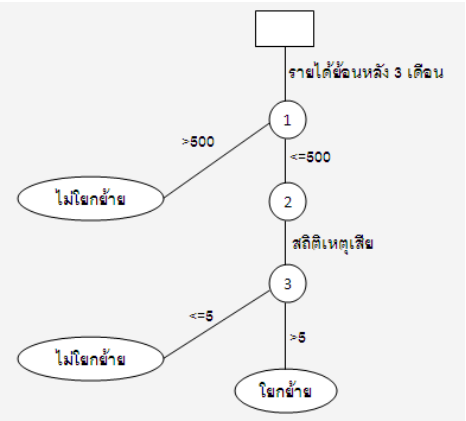
ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วทำการกรอกรหัสชุมสาย แล้วทำการเลือกเลขหมายโทรศัพท์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประมวลผล มีหลักการพิจารณาการติดตั้ง คือ การประมาณการรายได้ต่อเดือน โดยนำข้อมูลรายได้ของเลขหมายใกล้เคียงมาใช้เป็นหลักในการพิจารณา ถ้าติดตั้ง ณ จุดนั้นๆ แล้วรายได้จะต้องมากกว่า 500 บาท และรายได้เลขหมายใกล้เคียงของ TT&T ในรัศมีร้อยเมตรจะต้องมีรายได้มากกว่า 500 บาท ด้วย จำนวนเครื่องโทรศัพท์สาธารณะของ บมจ. ทีทีแอนด์ทีและของผู้บริการรายอื่นในรัศมี 100 เมตร จะต้องไม่เกิน 5 เครื่องหรือมากกว่าหรือน้อยกว่า แล้วแต่สถานที่ตั้ง เพราะถ้ามีจำนวนเครื่องโทรศัพท์ไม่เหมาะสมกับสถานที่ จะทำให้พื้นที่นั้นๆแออัดจนเกินไปและทำให้เกิดการสูญเสียรายได้และไม่เกิดประโยชน์ต่อบริษัทเมื่อทำการติดตั้ง



รูปที่ 4 แสดงการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

ข้อมูลทดสอบ กรอกรหัสชุมสาย คือ 4001-02 เป็นรหัสชุมสายของจังหวัดเชียงใหม่ ระบบก็จะค้นหาเลขหมายโทรศัพท์ที่ควรทำการติดตั้ง แล้วนำเลขหมายเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ เลือกเพียงเลขหมายเดียว ทดสอบโดยเลือก 053-280308 ระบบก็จะแสดงกราฟและข้อความเพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วทำการกรอกรหัสชุมสาย แล้วทำการเลือกเลขหมายโทรศัพท์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประมวลผล มีหลักการพิจารณาการโยกย้าย คือ รายได้ย้อนหลัง 3 เดือน พิจารณารายเลขหมาย ถ้าเลขหมายนั้นๆ มีรายได้น้อยกว่า 500 บาท ซึ่งถือว่ามีรายได้น้อย ทำให้บริษัทสูญเสียรายได้ สมควรได้รับการโยกย้ายไปติดตั้งที่อื่น สถิติเหตุเสีย พิจารณารายเลขหมาย ว่าเกิดเหตุเสียจำนวนกี่ครั้งต่อเดือน ซึ่งถ้าเกินกว่า 5 ครั้งต่อเดือนแสดงว่าสถานที่ติดตั้ง ณ ที่นั้น ๆ หรือปัจจัยที่ทำให้เกิดเหตุเสียนั้นเกิดจากสภาวะรอบข้างไม่สมควรทำการติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ สมควรทำการโยกย้าย, สาเหตุที่ต้องการโยกย้าย พิจารณารายเลขหมาย ซึ่งอาจมีหลายสาเหตุที่สมควรทำการโยกย้าย เช่น สภาพแวดล้อม สถานที่ ไม่เอื้ออำนวยต่อการติดตั้ง หน้างานไม่มีการปรับปรุง เป็นทางผ่านที่ไม่ค่อยมีคนใช้โทรศัพท์หรือเป็นสถานที่ที่ไม่มีผู้คนพลุกพล่าน เป็นต้น



รูปที่ 5 แสดงการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

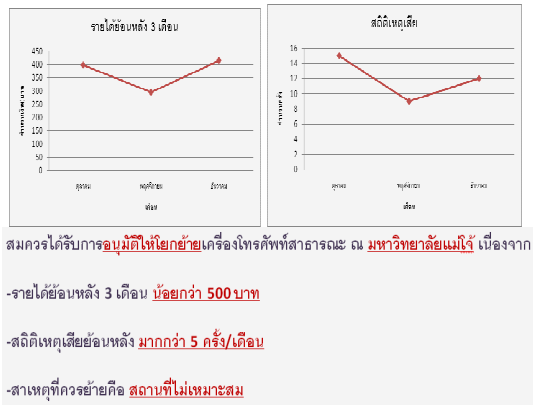
ข้อมูลทดสอบ กรอกรหัสชุมสาย คือ 4001-02 เป็นรหัสชุมสายของจังหวัดเชียงใหม่ ระบบก็จะค้นหาเลขหมายโทรศัพท์ที่ควรทำการโยกย้าย แล้วนำเลขหมายเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ เลือกเพียงเลขหมายเดียว ทดสอบโดยเลือก 053-498454 ระบบก็จะแสดงกราฟและข้อความเพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากข้อมูลทดสอบ ของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5

รูปที่ 6 แสดงหน้าจอระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

จากข้อมูลทดสอบ ของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 7 แสดงหน้าจอระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะ

6. บทสรุป

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะที่ได้นำเสนอนี้ เป็นระบบที่มีการทำงานใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการ

ควบคุมและจัดการ นำไปใช้งานจริง เพื่อให้ระบบการจัดการเกิดความสะดวกรวดเร็วถูกต้องและรัดกุมในการทำงาน ลดความซับซ้อนในการทำงาน ช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยการใช้หลักการการตัดสินใจแบบต้นไม้ การจัดการที่ได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานและควบคุมการบริหารงาน เมื่อโปรแกรมระบบจัดการนั้นใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพจะทำให้การประกอบกิจการของบริษัทมีการพัฒนาและก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นรวมทั้งทำให้บริษัทได้กำไรสูงสุด

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในส่วนของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจติดตั้งและโยกย้ายเครื่องโทรศัพท์สาธารณะควรมีการรองรับหลักในการพิจารณาหรือเงื่อนไขในการพิจารณามากกว่านี้ และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขได้ ตามความเหมาะสมของผู้บริหารเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของระบบเพิ่มมากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ เนื่องจากผู้จัดทำได้รับความกรุณาจากอาจารย์ไตรภพ ยศราช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์คณะกรรมการควบคุมโครงงาน และพี่ ๆ ที่บริษัท ทีทีแอนด์ที จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด ผู้จัดทำโครงงานขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษาและช่วยหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานนี้ ขอบคุณทุกๆ กำลังใจที่มีให้ผู้จัดทำเสมอมา ความสำเร็จที่ได้รับจากโครงงานนี้ ขอมอบแด่บุพการีและผู้มีพระคุณทุกท่าน หากผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สุวิชาญ นิลอนันต์.**คู่มือการใช้งานระบบ**PAS.พิมพ์ครั้งที่1.เชียงใหม่: ไทยเทเลโฟนแอนด์เทเลคอมมิวนิเคชัน จำกัด(มหาชน), 2545

[2] อัศนีย์ ก่อตระกูล.PHP**การประมวลผลภาษามนุษย์ด้วยคอมพิวเตอร์**.พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด, 2549

[3] วิกิพีเดียสารานุกรมออนไลน์.*ต้นไม้การตัดสินใจ*. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://*th.wikipedia.org/wiki/ต้นไม้การตัดสินใจ*. สืบค้น 24 มิถุนายน 2551

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ปัจจัยของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

A Factor Analysis of Determining Success in Computer or Electronic Parts Industries in Thailand.

พรสรัญ ชัยยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
jayjay_popo@hotmail.com

ศจีมาจ ณ วิเชียร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
sgm@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และอธิบายลักษณะองค์ประกอบที่ความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย เจ้าของหรือผู้บริหารของสถานประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย จำนวน 253 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis : PCA) ใช้การหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉากด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax Method) นอกจากนี้ได้นำผลการวิเคราะห์ไปจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร และทำให้การดำเนินงานของพนักงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ได้สร้างเว็บไซต์โดยใช้ ASP.NET ใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ 2000 (Microsoft SOL Server 2000)

Abstract

The purposes of this research were to analyze and to describe factor that determining success in computer or electronic parts industries in Thailand. Samples chosen for this study were 253 owners and / or executives of computer or electronic parts industries. Instrument used for data collection was 5-rating scales. Reliability of the instrument calculated by Cronbach Alpha Coefficient was at 0.83. Data was analyzed by using Mean, Standard Deviation and Principal Component Analysis: PCA, orthogonal rotation axis by Varimax method. Moreover, Analysis can be used to retrieve the Database for supporting the top management decision and increasing the efficiency of subordinates. The website used developing this project is ASP.NET, Microsoft SQL Server 2000 for database.

คำสำคัญ

การวิเคราะห์ปัจจัย, ปัจจัยความสำเร็จ, ASP.NET, การจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ 2000

1. บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ มีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์มากขึ้น [1] ซึ่งความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สามารถนำมาช่วยในการดำเนินชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในปัจจุบัน คือ คอมพิวเตอร์ ดังเห็นได้จากการนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้กับงานในด้านต่างๆ เช่น งานทางด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การทหาร โรงงานอุตสาหกรรม ธุรกิจ รวมทั้งการศึกษาด้วย เป็นต้น

อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จึงนับว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญมากของประเทศไทยที่ได้รับความสนใจจากภาครัฐและเอกชน เป็นอุตสาหกรรมที่เติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากในปัจจุบันมีการเปิดการค้าเสรีมากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะการแข่งขันในทางด้านการค้าระหว่างประเทศต่าง ๆ ในส่วนประเทศไทยเองก็มีประเทศคู่แข่ง หากประเทศไทยมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างจริงจังและสอดคล้องกับความต้องการของนักลงทุนจากต่างประเทศย่อมจะให้เกิดผลดีแก่ประเทศไทยในหลายด้าน เช่น การจ้างงานทั้งจากอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมสนับสนุนการได้ความรู้และทักษะที่เป็นระบบจากประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนาแล้ว ซึ่งส่งผลให้ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยมีความเข้มแข็ง เนื่องจากอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการส่งออกเป็นมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการจะวิเคราะห์หาปัจจัยของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย รวมถึงปัญหาและ

อุปสรรคในการประกอบกิจการอุตสาหกรรม อีกทั้งแนวโน้มในอนาคตในการประกอบการกิจการอุตสาหกรรมในไทย เพื่อสามารถใช้ผลที่ได้จากการวิจัยเป็นข้อมูลประกอบการลงทุนและตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจในรูปแบบการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

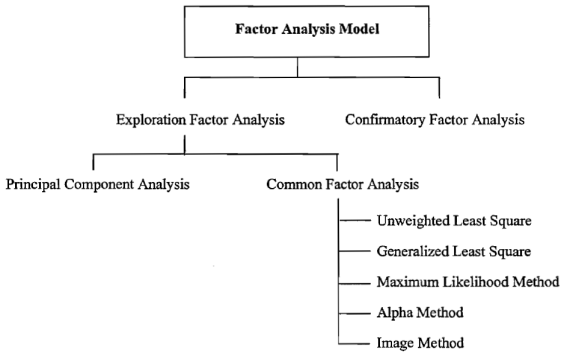
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมจึง [2] หมายถึง สถานที่ประกอบการสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งเป็นที่รวมของมนุษย์ เครื่องจักร วัตถุดิบ และอุตสาหกรรมเป็นกิจกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำปัจจัยการผลิตต่าง ๆ มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดการผลิต โดยอาศัยการบริหารงานที่เหมาะสมกับชนิดของงานและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดไว้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมมีลักษณะเป็นองค์กรที่มีกลุ่มคนมาทำงานร่วมกันในที่ทำงานแห่งหนึ่ง ภายใต้การควบคุมของผู้ประกอบการที่แสวงหากำไรและทำหน้าที่เป็นนายจ้างควบคุมดูแลแบ่งงานให้คนงานทำตามระดับความสามารถ

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) หรือบางครั้งเรียกว่า การวิเคราะห์ปัจจัยเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลการวัด [3] โดยใช้เครื่องมือหรือเทคนิคหลายชุดหรือหลายด้านอาจใช้แบบทดสอบแบบวัด แบบสำรวจ ฯลฯ อาจใช้ชุดเดียวแต่มีการวัดแยกเป็นรายด้านหรือหลายชุดก็ได้ ผลการวิเคราะห์จะช่วยให้ทราบว่าเครื่องมือหรือเทคนิคเหล่านั้นวัดแต่ละองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด [4]



รูปที่ 1 แสดง Basic Concepts ของ Factor Analysis Model

2.3 ASP.NET

ASP.NET ถูกสร้างอยู่บนพื้นฐานคลาสของ .NET Framework เพื่อเป็น " โมเดลแอพพลิเคชั่นบนเว็บ " ในรูปของชุดคอนโทรลและโครงสร้างพื้นฐานที่ง่ายต่อการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่นและบริการ XML Web นักพัฒนาสามารถเรียกใช้ชุดคอนโทรล ASP.NET ซึ่งมีอินเทอร์เฟสพื้นฐานของ HTML สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ เช่น text box , drop down menu และอื่น ๆ ซึ่งแม้ผลที่ได้รับจะเป็นเพียงอินเทอร์เฟสในรูปแบบของ HTML บนบราวเซอร์ แต่ในความที่จริงแล้ว คอนโทรลเหล่านี้ได้ทำงานอยู่

2.4 Microsoft SQL Server 2000

Microsoft SQL Server 2000 เป็นระบบฐานข้อมูลและโซลูชั่นการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์แบบซึ่งนำเสนอความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพด้านการขยายระบบที่เว็บและองค์กรธุรกิจต้องการ ด้วยการรองรับ XML และ HTTP ทำให้การเข้าถึงและการแลกเปลี่ยนข้อมูลนั้นทำได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการวิเคราะห์อันทรงพลังยังช่วยเพิ่มคุณค่าของข้อมูล และด้วยความพร้อมของระบบที่ดีขึ้น ทำให้ความสามารถในการทำงานอย่างต่อเนื่องของระบบนั้นสูงขึ้น, จัดการกับงานในแต่ละวันโดยอัตโนมัติได้ดีขึ้น รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือด้านการเขียนโปรแกรม และการพัฒนาความเร็วด้านการบริการได้ดีขึ้นเช่นกัน

ใช้ประโยชน์จากการรวมเข้ากับแพลตฟอร์ม .NET ซึ่งเป็นวิธีที่เร็วที่สุดในการรวมเข้ากันกับเว็บเพื่อองค์กรธุรกิจ SQL Server 2000 เป็นโครงสร้างหลักของ การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ แอพพลิเคชัน และบริการ ของ Microsoft .NET ที่จะมีขึ้นในอนาคต

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ปัจจัยของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยทั้งหมดจำนวน 543 ราย ซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของประชากรจากสูตรของ Yamane [5]

สูตร $$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดย e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนเป็น .05

N = ขนาดของประชากร

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อคำนวณตามสูตรดังกล่าวแล้วได้กลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 230 ราย หลังจากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากบัญชีรายชื่อผู้ประกอบการธุรกรรมกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยทั้งหมดจำนวน 230 ราย พร้อมทั้งส่งแบบสอบถามเพื่อทำการวิจัยให้แก่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามให้กับผู้ประกอบการธุรกรรมกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยทั้งหมด คือ 543 ราย และได้รับแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์กลับคืนมา จำนวน 253 ราย

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมาทุกฉบับ เพื่อคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์ถูกต้องจากแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมา

2. นำจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับกลับคืนมา 253 ราย ไปทดสอบค่าความเหมาะสมของข้อมูล (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy : KMO) จะได้ค่าความเหมาะสมของข้อมูล 0.698 ปรากฏว่าได้ค่า ซึ่งมากกว่า 0.5 และเข้าสู่ 1 จึงสรุปได้ว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่เหมาะสมที่จะใช้เทคนิค Factor Analysis

3. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมวิคราะห์ระบบสำเร็จรูป SPSS

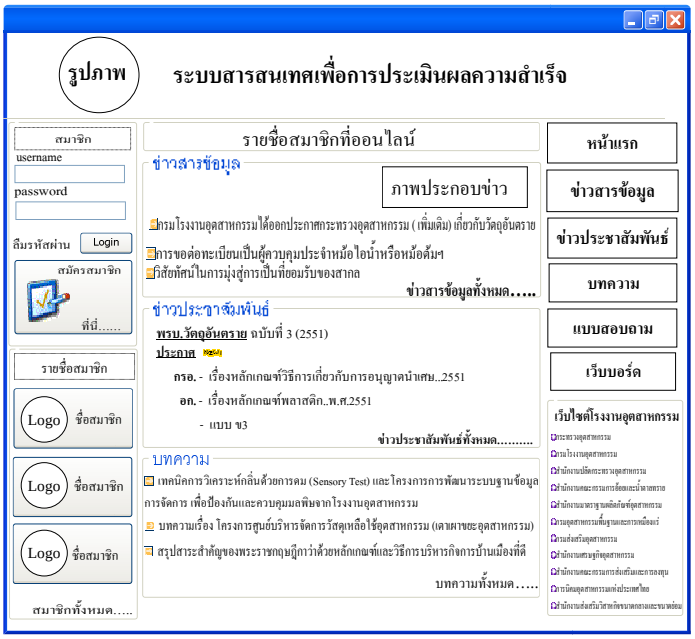
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการประเมินผลความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ได้ใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

1. ในการพัฒนาระบบ ได้ใช้แผนภาพกระแสข้อมูลไหล (Data Flow Diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานข้อมูลที่เข้าและออกจากระบบ แผนภาพการทำงานเส้นทางการไหลของข้อมูลในระบบในระดับสูงสุด (Context Diagram) แสดงเส้นทางของข้อมูลที่เข้าและออกจากแหล่งที่มีผลกระทบต่อระบบ และแผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 (Data Flow Diagram Level 1) แสดงกระบวนการทำงานหลักของระบบและข้อมูลที่เข้าและออกจากกระบวนการทำงานด้านต่าง ๆ

2. การออกแบบหน้าจอส่วนประกอบของโครงสร้างหน้าจอหลัก ที่ได้จากการวิเคราะห์และศึกษาปัญหาดังรูปที่ 2

3. การออกแบบเครื่องมือประเมินปริสิทธิภาพของระบบ นักวิจัยได้ทำการออกแบบแบบประเมินสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น



© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

รูปที่ 2 แสดงหน้าจอการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ โปรแกรม ASP.NET ซึ่งการเขียนโปรแกรมจะต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถทำงานตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ ใช้ไมโครซอฟต์ เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ 2000 เป็นตัวช่วยในการบริหารจัดการโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ

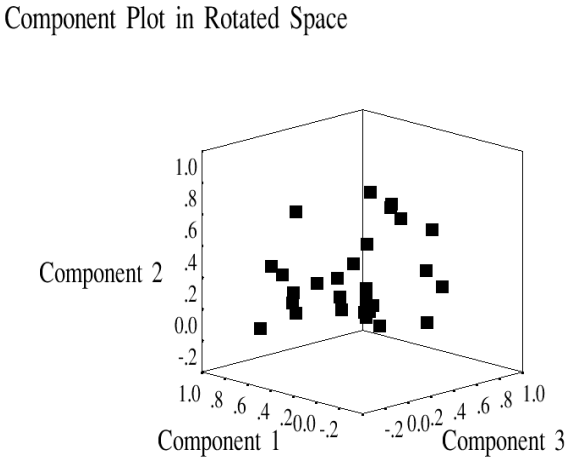
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง “การวิเคราะห์ปัจจัยของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย” สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้ คือ

4.1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และการประเมินตัวแปรรายข้อของความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวนทั้งสิ้น 253 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ส่วนมากเพศของเจ้าของกิจการหรือผู้บริหารเป็นเพศชายจำนวน 234 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 92.5 อายุของเจ้าของกิจการหรือผู้บริหาร มีอายุระหว่าง 30-40 ปีจำนวน 92 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 36.4 ระดับการศึกษาของเจ้าของกิจการหรือผู้บริหารสูงสุดระดับปริญญาตรีจำนวน 185 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 73 ประเภทโรงงานเป็นประเภท 3 จำนวน 156 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 61.7 ระยะเวลาที่เปิดดำเนินการถึงปัจจุบันมีระยะเวลา 1-5 ปี จำนวน 139 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 55 รูปแบบการลงทุนเป็นแบบร่วมลงทุน จำนวน 164 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 64.8 และประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายส่วนมากเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 190 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 75

ตัวแปรทั้งหมด 28 ตัวแปร มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.28 – 4.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.8 – 1.2 แสดงว่าตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย จัดอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างน้อยและตัวแปรแต่ละตัวมีการกระจายของข้อมูลที่สูงมาก



รูปที่ 3 แสดงค่า Factor Loading ของแต่ละตัวแปรที่สำคัญขององค์ประกอบความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

4.2 ผลการดำเนินงาน

เมื่อนำส่วนของการออกแบบไปพัฒนาโดยใช้ภาษา ASP.NET ร่วมกับไมโครซอฟต์เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ 2000 แล้ว ผลจาการพัฒนาโปรแกรมจะได้หน้าจอหลักดังแสดงในรูปที่ 4

ก่อนที่ผู้ใช้จะใช้งานระบบ ผู้ใช้จะต้องทำการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อน จึงสามารถเข้าใช้งานระบบได้ตามสิทธิ์ที่ได้รับ

รูปที่ 4 แสดงหน้าจอหลักของระบบ

รูปที่ 4 แสดงหน้าจอหลักของระบบโดยที่ผู้ใช้จะต้องทำการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อน จึงสามารถใช้งานได้ตามสิทธิ์ที่ได้รับ

4.3 ผลการประเมินผลระบบ

จากที่ได้นำระบบสารสนเทศเพื่อประเมินสิทธิภาพ โดยไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และ ผู้ใช้งานทั่วไป 15 ท่าน เป็นผู้ประเมิน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ทราบถึงผลการประเมินด้านต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความต้องการของผู้ใช้งาน ด้านหน้าที่ในการทำงานของระบบ ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งาน และด้านความปลอดภัยของระบบงาน

ผลที่ได้จากการทำแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบจะใช้หลักการทางสถิติเข้ามาช่วยในการสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น สถิติที่ใช้ในการทดสอบระบบ ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	**ระดับประสิทธิภาพ**		
	Mean	S.D.	**คะแนนเฉลี่ยเชิงคุณภาพ**
1. ด้านระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.35	0.54	ดี
2. ด้านการทำงานตามฟังก์ชัน	4.30	0.29	ดี
3. ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.43	0.34	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.30	0.41	ดี
สรุป	**4.34**	**0.39**	**ดี**

ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าระดับประสิทธิภาพทุกด้านอยู่ในระดับดี

สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	**ระดับประสิทธิภาพ**		
	Mean	S.D.	**คะแนนเฉลี่ยเชิงคุณภาพ**
1. ด้านระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.30	0.51	ดี
2. ด้านการทำงานตามฟังก์ชัน	4.00	0.57	ดี
3. ด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.19	0.45	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.52	0.50	ดีมาก
สรุป	**4.25**	**0.50**	**ดี**

ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน โดยผู้ใช้งานทั่วไป พบว่าระดับประสิทธิภาพมี 3 ด้านอยู่ในระดับดี และ ระดับประสิทธิภาพมี 1 ด้านอยู่ในระดับดีมาก

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

องค์ประกอบที่สำคัญขององค์ประกอบความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีจำนวน 9 ตัว สามารถให้ความหมายใหม่ (Factor Meaning) แก่องค์ประกอบแต่ละตัวได้ ดังนี้

1. ด้านการผลิต
2. ด้านการบริหาร
3. ด้านผลกระทบ
4. ด้านการตลาด
5. ด้านบุคลากร
6. ด้านวิสัยทัศน์
7. ด้านสถานภาพบุคลากร
8. ด้านแรงจูงใจ

9. ด้านบุคลิกภาพของบุคลากร

การพัฒนาระบบการประเมินผลความสำเร็จในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบโดยใช้ภาษา ASP.NET เป็นภาษาโปรแกรม ในส่วนของฐานข้อมูลใช้ไมโครซอฟต์เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ 2000 เป็นเครื่องมือในการเก็บฐานข้อมูล

ระบบมีผู้ใช้งาน 2 ประเภทคือ ผู้ดูแลระบบ และ ผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูล และสามารถทำรายงานต่าง ๆได้ ส่วนผู้ใช้งานระบบสามารถเข้าไปใช้งานในระบบต่าง ๆ เท่านั้น โดยผู้ใช้งานระบบต้องทำงาน login เข้าใช้งานก่อนทุกครั้ง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบสามารถสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศเพื่อประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

5.1 ข้อเสนอแนะ

1. สถานประกอบการก่อนที่จะทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จควรพิจารณาปัจจัยภายนอกได้แก่ ทางด้านเศรษฐกิจ ความต้องการของลูกค้า เป็นต้น

2. ด้านของสถานประกอบการหรือผู้บริหาร ควรจะพัฒนานิสัยส่วนตัวในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ สร้างวิสัยทัศน์ร่วมกับบุคลากร เพื่อให้บุคลากรทำงานอย่างมีความสุขและมีความผูกพันกับโรงงาน

3. เจ้าของสถานประกอบการหรือผู้บริหารควรใส่ใจความสำคัญของการตลาดก่อนขยายธุรกิจ เพราะการตลาดเป็นด่านแรกของการจะได้มาซึ่งความสำเร็จในการประกอบกิจการ

4. รัฐควรให้การส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรม หรือการให้ BOI ลดภาษีนำเข้าเครื่องจักรเทคโนโลยีเพื่อให้มีวัตถุดิบที่ต้นทุนต่ำและคุณภาพดี

5. ในการพัฒนาระบบ จะต้องทำความเข้าใจในระบบโดยละเอียดชัดเจนในทุกแง่มุม เพราะเป็นเรื่องที่ต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเป็นอย่างดีจึงจะสามารถพัฒนาระบบได้ เพื่อใช้งานระบบให้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพสูงสุด ควรมีการเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ เช่น ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในแต่ละปีให้พร้อม โดยควรปรับปรุงข้อมูลพื้นฐานให้เป็นปัจจุบัน เพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน

6. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปในส่วนของระบบที่พัฒนา ควรมีการทำส่วนเชื่อมโยงไปยังรายงานข้อมูลเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้ระบบถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยบางส่วน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ธวัชชัย จิตต์สนธิ, “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545.

[2] พงศักดิ์ ปัญญาพานิช, “การวิเคราะห์ปัจจัยที่กำ หนดการเจริญเติบโตของผลิตภาพในประเทศไทย”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546

[3] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “http://service.nso.go.th/nso/knowledge/knowledge09/village1.html”, 2547

[4] รศ.ดร.สมบูรณ์ สุริยวงศ์, “การวิเคราะห์องค์ประกอบ”, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ, 2550.

[5] บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาศึกษาศาตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบการจัดการห่วงโซ่โดยใช้เทคโนโลยี การชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ อาร์เอฟไอดี : กรณีศึกษาธุรกิจเสื้อผ้า

Development of Supply Chain Management Using RFID: A Case Study of Fashion Wear Business

วิบูลย์ ว่องวิวัฒน์ไวทยะ [1], สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ [2], ปานใจ ธารทัศนวงศ์ [3]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร **อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000**

Email : oraora_oh@hotmail.com[1], sunee@cp.su.ac.th[2], panjai@su.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยี Radio Frequency Identification (RFID) ที่เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่มีความทันสมัย เข้ามาใช้กับระบบการจัดการห่วงโซ่ (Supply Chain) ในภาคอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมโดยใช้งาน RFID ในระบบบริหารการผลิต ระบบจัดการคลังสินค้าและบริหารสินค้าคงคลัง ระบบบริหารการค้าปลีก และระบบตรวจสอบย้อนกลับ ซึ่งในปัจจุบันเริ่มได้มีการนำมาตรฐาน Electronic Product Code (EPC) โดยเป็นการดำเนินงานร่วมกันของ European Article Number (EAN) International ในทวีปยุโรป, Uniform Code Councill (UCC) และ Auto ID Center ในสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดมาเพื่อใช้ในการกำหนดหมายเลขประจำตัวสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการบริหารจัดการสินค้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand เป็นศูนย์กลางในการจัดการและกำหนดมาตรฐาน EPC เพื่อให้ผู้ผลิตวัตถุดิบ ผู้ผลิตสินค้า ร้านค้าปลีก ใช้มาตรฐานเดียวกัน และการนำเอา RFID เข้ามาใช้ในระบบจัดการห่วงโซ่อุปทานตามมาตรฐาน EPC ร่วมกันจะช่วยให้ผู้ผลิตและผู้ค้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดจำหน่าย เนื่องจาก RFID เป็นเครื่องอ่านแบบคลื่นวิทยุจึงสามารถที่ตรวจเช็คสินค้าได้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน โดยผ่านหีบห่อไม่เหมือนกับเทคโนโลยีแบบบาร์โค้ด ทำให้เป็นการประหยัดเวลา ลดต้นทุน และรักษาความสามารถในการเข้าถึงตลาดของผู้ค้าปลีกรายใหญ่

คำสำคัญ

RFID : Radio Frequency Identification , Supply Chain , EPC : Electronic Product Code

1. บทนำ

การดำเนินชีวิตประจำวันของคนทุกคนในสังคม จะต้องมีการใช้สินค้าและบริการในรูปแบบต่าง ๆ สินค้าบางอย่างอาจทำขึ้นได้ บางอย่างก็ไม่สามารถผลิตขึ้นเองได้ ดังนั้น ในอดีตจะต้องนำสิ่งของที่ตนเองมีอยู่ ไปแลกกับของที่ต้องการ เรียกว่าระบบการแลกเปลี่ยนสิ่งของ แต่การใช้ระบบแลกเปลี่ยนมีอุปสรรคมาก จึงได้มีการพัฒนารูปแบบในการแลกเปลี่ยน โดยกำหนดสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนขึ้น คือ“เงิน” และ ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการประกอบธุรกิจจากอดีตสู่ปัจจุบัน

ในยุคเทคโนโลยีผู้ดำเนินธุรกิจได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในจัดเก็บและตรวจเช็คข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นจะข้อมูลสต็อกสินค้า ข้อมูลซื้อขายสินค้า เป็นต้น เพื่อจะนำข้อมูลมาใช้ในการตรวจสอบและตัดสินใจในการประกอบธุรกิจ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะต้องไม่ผิดพลาดจึงได้นำเทคโนโลยี “บาร์โค้ด” มาใช้ในป้อนข้อมูลเพื่อง่ายต่อการจัดเก็บข้อมูลสินค้า การจัดข้อมูลซื้อ - ขายสินค้า และ ป้องกันการผิดพลาดในการกรองข้อมูลทางคีย์บอร์ด แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีบาร์โค้ด ก็ยังมีปัญหาอยู่ เช่น ระยะในการอ่านแบบ แทบไม่ชัด เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถ

ที่จะอ่านข้อมูลหรือทำให้ข้อมูลผิดไปได้ และ เทคโนโลยีบาร์โค้ดก็ไม่อย่างสามารถที่จะนำมาใช้กับธุรกิจได้อย่างครบวงจร

2. ความสำคัญของปัญหา

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID : Radio Frequency Identification) หรือการระบุหรือชี้เฉพาะโดยใช้คลื่นวิทยุ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินธุรกิจ จนถึงระบบที่ซับซ้อน เช่น ในเรื่องของระบบสายการผลิต (Supply Chain) และการขนส่ง (Logistics) ระบบคงคลัง เป็นต้น เริ่มมีการใช้งานจริงหรือการทดสอบการใช้งานบ้างแล้วได้แก่ ป้ายสำหรับติดสินค้าเพื่อตรวจสอบการขายสินค้า เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาช่วยในด้วยธุรกิจให้ได้อย่างครบวงจร ตั้งแต่ ระบบการรับส่งสินค้า ระบบการจัดเก็บสต็อกสินค้า ระบบการจัดเก็บข้อมูลลูกค้า ระบบการรักษาความปลอดภัย ระบบการจัดจำหน่าย จนถึง ระบบการให้บริการ และทางผู้วิจัยได้ทำกรณีศึกษาธุรกิจเสื้อผ้านักศึกษาและนักเรียน ซึ่งเป็นธุรกิจที่ทางบ้านผู้วิจัยได้ประกอบการอยู่ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนา ระบบขึ้นมาเพื่อเป็นประโยชน์กับธุรกิจเสื้อผ้า

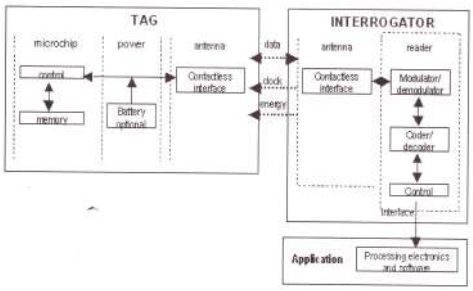
3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ ที่จำเป็นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ

ระบบงานปัจจุบันในการจัดระบบการซื้อ – ขาย ในธุรกิจต่าง ๆ ใช้เทคโนโลยี “บาร์โค้ด” มาใช้ในการป้อนข้อมูลเพื่อง่ายต่อการจัดเก็บข้อมูลสินค้า การจัดข้อมูลซื้อ - ขายสินค้า การชำระเงิน และทำการศึกษาเทคโนโลยีบาร์โค้ดกับการมาตรฐานที่ใช้ปัจจุบัน เพื่อนำไปเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียกับเทคโนโลยี RFID ที่นำมาใช้กับมาตรฐานของ RFID

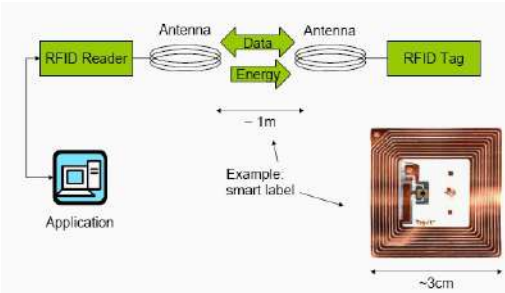
3.2 ศึกษาการทำงานของ การชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ RFID

3.2.1 เทคโนโลยี RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency IDentification เป็นระบบที่นำมาเอาคลื่นวิทยุมาเป็น คลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) ระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่าป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ หรือป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการจะส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล [1] ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFID ในรูปที่ 1



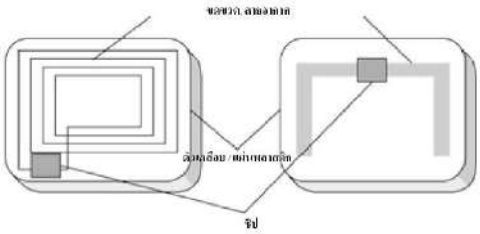
รูปที่ 1 แสดงการทำงานของระบบ RFID

ระบบ RFID ประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ที่ สำคัญได้แก่ ป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องอ่าน [2] ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงองค์ประกอบของระบบ RFID

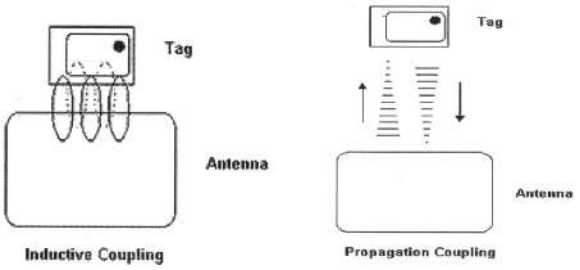
3.2.2 ป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (Tag) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ทรานสปอนเดอร์(Transponder) ซึ่งป้ายจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในป้ายตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารข้อมูลจะเป็นแบบไร้สายผ่านอากาศ ภายในป้ายจะประกอบไปด้วย ชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับสายอากาศ [5] ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างภายในของอุปกรณ์บันทึกข้อมูล RFID

โดยแบ่งออกเป็น. Active Tag หรือ ป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ชนิดแอ็กทีฟ ป้ายชนิดนี้จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายใน กับ Passive Tag หรือ ป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ชนิดพาสซีฟ จะไม่มีแบตเตอรี่อยู่ภายในแต่จะทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิด จากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวอ่านข้อมูล จึงทำให้ป้ายระชนิดพาสซีฟ มีน้ำหนักเบากว่าป้ายชนิดแอ็กทีฟ ราคาถูกกว่าและมีอายุการใช้งานไม่จำกัด แต่ข้อเสียก็คือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ แต่ข้อได้เปรียบในเรื่องราคาและอายุการใช้งาน[3]

3.2.3 การสื่อสารข้อมูลของระบบ RFID การสื่อสารข้อมูลของระบบ RFID คือระหว่างป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) จะสื่อสารแบบไร้สายผ่านอากาศ โดยจะนำข้อมูลมาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นพาหะที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุโดยมีสายอากาศ(Antenna) ที่อยู่ในตัวอ่านข้อมูลเป็นตัวรับและส่งคลื่นซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Inductive Coupling หรือ Proximity Electromagnetic) กับ วิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(Electromagnetic Propagation Coupling) [4] ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการสื่อสารระหว่างป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์และตัวรับข้อมูล

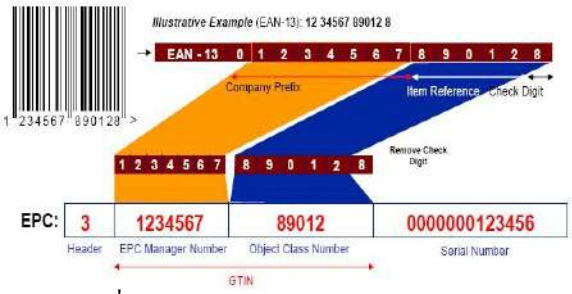
และกระบวนการสื่อสารแบบดิจิตอลซึ่ง คือการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับป้าย ในระบบ RFID นั่นเอง กระบวนการสื่อสารจะอาศัยหลักการดังนี้ การเข้ารหัสข้อมูล (Signal Coding) การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ (Modulation) การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission) การถอดข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ (Demodulation) การแปลรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal Coding)

3.2.4 มาตรฐานการใช้งาน RFID โดยการพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับการใช้งาน RFID มีหลายองค์กร เช่น

- มาตรฐาน ISO (International Organization for Standardization)
- มาตรฐาน EPC (Electronic Product Code)
- มาตรฐาน Ubiquitous ID Center

ทั้งนี้มาตรฐานซึ่งเป็นที่นิยม ในการนำไปใช้งานเบื้องต้น โดยเน้นในส่วนของมาตรฐาน ISO และ มาตรฐาน EPC โดยมาตรฐาน ISO นี้ครอบคลุมถึงมาตรฐานในประเทศอื่น ๆ อีกด้วย เช่น มาตรฐาน DIN (เยอรมนี) มาตรฐาน ANSI (สหรัฐอเมริกา)

งานวิจัยนี้ได้นำมาตรฐาน EPC โดย มาตรฐาน EPCglobal เป็นการดำเนินงานร่วมกันของ EAN International ในทวีปยุโรป, Uniform Code Councill และ Auto ID Center ในสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดมาเพื่อใช้ในการกำหนดรหัสสินค้าต่างๆ โดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมาตรฐานจะระบุถึงจำนวนบิตข้อมูล การจัดเรียงลำดับข้อมูล ซึ่งโครงสร้างจะประกอบ Universal Product Code (UPC) และ Serial number ซึ่งการติดต่อสื่อสารใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 860-930 MHz และมีการใช้ย่านความถี่สูง (HF) 13.56 MHz [6] โดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 5

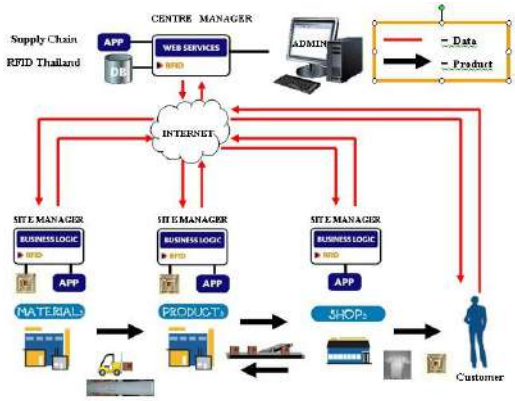


รูปที่ 5 ตัวอย่างโครงสร้างเลขรหัสของ EPC

3.2.5 RFID Security เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบ RFID รูปแบบของ RFID ในแบบต่าง ๆ การติดต่อสื่อสาร การส่งข้อมูล ความแตกต่างของแต่ละระบบ มาตราฐานการทำงานของ RFID คุณสมบัติของความปลอดภัย คือ เป็นความลับ มีความถูกต้อง สามารถตรวจสอบรหัสที่อยู่ใน Tags โดย มีการควบคุมการเข้าถึงและความน่าเชื่อถือ[7] โดยมีทฤษฎีการเข้ารหัสข้อมูล และในการเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตร(Asymmetric-key cryptography or Public Key Technology) เป็นวิธีการนี้จะใช้กุญแจคู่ทำการเข้ารหัสและถอดรหัส โดยกุญแจคู่นี้จะประกอบไปด้วย กุญแจส่วนตัว (Private Key) และกุญแจสาธารณะ(Public Key) โดยการเข้ารหัสนั้นถ้าใช้กุญแจดอกใดเข้ารหัสก็ต้องใช้กุญแจอีกดอกหนึ่งถอดรหัสเสมอ ในการเข้ารหัสและถอดรหัสด้วยกุญแจคู่นี้จะใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าจะมีเฉพาะกุญแจคู่ของมันเท่านั้นที่จะสามารถถอดรหัสได้ และการเข้ารหัสข้อมูลแบบ Rivest-Shamir-Adelman Encryption [8]

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 **ภาพรวมของระบบ** ผู้พัฒนาระบบได้ทำการออกแบบระบบการทำงานดังแสดงในรูปที่ 6 โดยระบบการทำงานแยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ คลังสินค้า และการตรวจสอบย้อนกลับสินค้า โดยจะเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลและจัดทำเว็บเซอร์วิสศูนย์กลาง Supply Chain RFID Thailand ในการจัดการแจกและเก็บข้อมูล EPC เข้าไว้ด้วยกัน



รูปที่ 6 ระบบการทำงาน Development of Supply Chain Management Using RFID

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนางานออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.2.1 เว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand ดังแสดงในรูปที่ 7 ทำหน้าที่จัดการระบบการจัดการห่วงโซ่โดยใช้เทคโนโลยีการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ให้กับผู้ผลิตวัตถุดิบ ผู้ผลิตสินค้า และร้านค้าที่จัดจำหน่าย โดยใช้มาตรฐาน EPC ที่กำหนดให้ และให้บริการ Web Service

รูปที่ 7 หน้าเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand

จากการพัฒนาระบบทำให้ได้เว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand เพื่อทำหน้าที่จัดการระบบ โดยมีหน้าที่การทำงานดังนี้

- การสมัครสมาชิก และ ระบบ Login
- การตรวจสอบในการเข้าเป็นสมาชิก
- การจัดการสินค้าที่ ผู้ผลิตวัตถุ ผู้ผลิตสินค้า ต้องการนำมาขาย
- การจัดการส่งซื้อ - ขายสินค้า
- การตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับของสินค้า

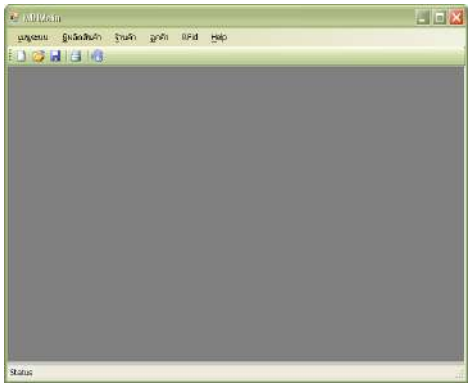
4.2.2 เว็บไซต์ Shop ดังแสดงในรูปที่ 8 เพื่อจำลองร้านบนอินเตอร์เน็ตที่ขาย – บริการสินค้ากรณีศึกษาธุรกิจเสื้อผ้า และมีการส่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการติดต่อกับ เว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand โดยผ่าน Web Service

รูปที่ 8 หน้าเว็บไซต์ Shop

โดยมีหน้าที่การทำงานดังนี้

- ระบบการขายสินค้าให้กับลูกค้า
- จัดการข้อมูลสินค้าผ่านทาง Web Service เช่นการสั่งรับสินค้า

4.2.3 โปรแกรมระบบการจัดซื้อ – จัดขาย ให้กับผู้ผลิตวัตถุ ผู้ผลิตสินค้า และร้านค้า ที่ไม่โปรแกรมในการจัดการระบบ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 โปรแกรมระบบการจัดซื้อ – จัดขาย

โดยมีหน้าที่การทำงานดังนี้

- การเพิ่ม EPC ให้กับป้ายหรืออุปกรณ์ที่จะนำไปติดกับสินค้า
- จัดการข้อมูลสินค้าผ่านทาง Web Service เช่น การเพิ่มข้อมูลสินค้า, การส่งสินค้า, การขายสินค้า, การรับสินค้า, การสั่งซื้อ เป็นต้น
- การตรวจสอบย้อนกลับของสินค้าที่มี EPC

5. การทดสอบการใช้งาน

ผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบการใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ

การใช้งานระบบในเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand โดยได้นำป้ายไปติดกับผ้าม้วนที่เป็นผับก่อนนำไปผลิตเป็นเสื้อผ้านักศึกษา และนำเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand ขึ้นไว้และให้ทางคนเย็บผ้านำป้าย RFID ไปติดกับเสื้อผ้านักศึกษาที่ตัดเย็บเสร็จแล้วจำนวน 50 ตัวจากผ้าม้วนที่ติด RFID โดยสอนวิธีการใช้โปรแกรมไปด้วยในการเพิ่มรหัส EPC ก็จะนำไปติดและบรรจุลงกล่องและผู้วิจัยสมมุติเป็นร้านค้าจึงทำการจำลองการสั่งซื้อสินค้าและให้ผู้ตัดเย็บทำการขายและส่งสินค้าตามที่ส่งและผู้วิจัยทำการรับสินค้าโดยโปรแกรมระบบการจัดซื้อ – จัดขาย

การใช้งานระบบขายสินค้าหน้าร้านโดยเว็บไซต์ Shop โดยนำสินค้ามาที่ติดป้าย RFID มาวางขายที่หน้าร้าน และเมื่อลูกค้าซื้อสินค้าและได้ให้ลูกค้าลองนำทำป้าย RFID กลับไปตรวจสอบย้อนกลับว่าสินค้าตัวนี้มาจาก ผ้าม้วนไหนใครเป็นคนผลิต และร้านที่ขายเป็นร้านใด โดยผ่านทางเว็บไซต์หรือโปรแกรมระบบการจัดซื้อ - จัดขายของร้านค้า และเมื่อลูกค้านำป้ายดังกล่าวมาคืนก็ทำเป็นส่วนลดคืนเงินให้กับลูกค้าในการซื้อครั้งต่อไปโดยป้ายที่ลูกค้านำกลับมาก็สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินในระบบการขายสินค้า และยังสามารถพัฒนาระบบในการตรวจสอบความปลอดภัยในการขโมยสินค้าซึ่งระบบบาร์โค้ดไม่สามารถที่จะนำป้ายดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่ได้และยังไม่สามารถตรวจสอบเรื่องความปลอดภัยได้

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในส่วนของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand เนื่องจากผู้วิจัยเป็นคนจัดการในส่วนต่างๆ อยู่จึงสามารถทดสอบได้ทั้งวงจรแต่ก็ได้เฉพาะเสื้อผ้านักเรียน – นักศึกษา เท่านั้นและไม่ได้ทดสอบกับคนอื่น ๆ ในธุรกิจเดียวกัน ส่วนที่ 2 ระบบขายสินค้าหน้าร้านโดยเว็บไซต์ Shop ได้ทำการทดสอบกับร้านค้าขายปลีกโดยติดป้าย RFID กับสินค้า 50 ตัว และจัดมุมในการหยิบสินค้านั้นเพื่อให้พนักงานสามารถที่จะหยิบสินค้าให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การใช้งานระบบต่าง ๆ ทำให้ระบบห่วงโซ่อุปทานในการผลิตเสื้อผ้านักเรียน -นักศึกษาของธุรกิจเสื้อผ้ามีมาตรฐาน EPC เดียวกันและสามารถรู้ถึงสายการผลิตสินค้าต่อชิ้น สำหรับผู้ผลิตวัตถุดิบก็จะสามารถเป็นทางเลือกให้กับผู้ผลิตสินค้า ส่วนผู้ผลิตสินค้าก็จะมีแหล่งในการหาวัตถุดิบในการผลิตสินค้าและ ส่วนร้านค้าก็จะสามารถหาสินค้าไปขายได้อย่างสะดวกรวดเร็ว จากการทดลองใช้จากผู้วิจัย – คนตัดเย็บ – ร้านค้าปลีก จะเห็นได้ว่าคนตัดเย็บและร้านค้าจะสะดวกขึ้น ในเรื่องของการขายสินค้า, ส่งสินค้า, รับสินค้า แต่การยังมีข้อจำกัดในส่วนของเทคโนโลยี RFID ซึ่งยังไม่สามารถที่จะทำให้ได้ผล 100 % จึงต้องพยายามออกแบบการติดตั้งป้ายในสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและการติดตั้งตัวออกป้ายให้เหมาะกับงานที่จะใช้งาน แต่การวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นในเรื่องของ การใช้หมายเลขประจำตัวสินค้า EPC ให้สามารถที่จะระบุตัวตนของสินค้าแต่ละชิ้น เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบย้อนกลับว่า สินค้าที่ลูกค้านำไปผลิตจากวัตถุดิบตัวไหนจากผู้ผลิตวัตถุดิบเป็นใครและผลิตจากใคร ซื้อมาจากร้านไหน จากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ ระบบการให้บริการตรวจสอบย้อนกลับของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand โดยสรุปจากการ สำรวจโดยใช้แบบสอบถาม(50 ตัวอย่าง) โดยผู้วิจัยได้นำเครื่องมือทางด้านสถิติ คือ โปรแกรม SPSS มาช่วยในการวิเคราะห์ จากการทดสอบตรงนี้ได้แบบออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

5.2.1 ลักษณะประชากรที่ได้สำรวจจากแบบสอบถาม

- ที่เคยใช้บริการตรวจสอบย้อนกลับของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand มีถึงประมาณร้อยละ 80
- ที่ไม่เคยใช้บริการตรวจสอบย้อนกลับของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand จะเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 70 ต่อ 30 ของประชากรที่ไม่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- ที่เคยใช้บริการตรวจสอบย้อนกลับของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand มีอายุระหว่าง 20 – 23 ปี มากที่สุดคือประมาณร้อยละ 57.5 ของประชากรที่เคยใช้เว็บไซต์นี้รองลงมาคืออายุระหว่าง 17 – 20 ปี คือประมาณร้อยละ 40 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้

5.2.2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อระบบการให้บริการตรวจสอบย้อนกลับของเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand

- เกี่ยวกับความสามารถแสดงข้อมูลของวงจรห่วงโซ่อุป-ทานของสินค้าเสื้อผ้านักเรียน – นักศึกษา ในระดับมาก ประมาณร้อยละ 85 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับความสามารถรู้ถึงวัตถุดิบที่ผลิตสินค้าเสื้อผ้านักเรียน - นักศึกษา ในระดับมาก ประมาณร้อยละ 75 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับความสามารถอธิบายการใช้งานการให้บริการตรวจสอบย้อนกลับได้ ในระดับปานกลาง ประมาณร้อยละ 62.5 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับการให้บริการจะสามารถช่วยท่านในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าเสื้อผ้าได้ดีขึ้นในระดับมาก ประมาณร้อยละ 62.5 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับการให้บริการจะสามารถช่วยในการเปลี่ยนสินค้าง่ายขึ้น ในระดับมาก ประมาณร้อยละ 75 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับการให้บริการนี้จะมีผลกับราคาสินค้าในระดับมาก ประมาณร้อยละ 72.5 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้
- เกี่ยวกับการบริการสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าในระดับมากที่สุด ประมาณร้อยละ 57.5 ของประชากรที่เคยใช้ เว็บไซต์นี้

จากผลจะเห็นว่าลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการตรวจสอบย้อนกลับจากเว็บไซต์ Supply Chain RFID Thailand มีความพึงพอใจในระดับมากแสดงว่าการที่ลูกค้าสามารถตรวจสอบสินค้าว่ามีแหล่งที่มา และ สินค้าผลิตจากวัตถุดิบอะไร ทำให้ลูกค้ามีความเชื่อมั่นในสินค้า และเป็นการแสดงว่าการใช้มาตรฐาน EPC ร่วมกันจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในระบบ Supply Chain อีกด้วย

6. บทสรุป

ในงานวิจัยนี้มีการพัฒนาการใช้ RFID ในระบบห่วงโซ่อุป-ทานในธุรกิจเสื้อผ้าโดยได้ทำการใช้รหัส EPC ในการออกหมายเลขประจำตัวกำหนดสินค้าทุกชิ้นที่ผลิตเพื่อที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ และยังสามารถที่จะรู้ได้ว่าสินค้าเข้ามาก่อนหรือหลังก็จะช่วยในระบบการคลังสินค้า, การจัดเก็บสินค้า และถ้าเมื่อทุกคนที่ทำธุรกิจเข้ามาใช้งานรวมกันก็จะทำให้ผู้ผลิตวัตถุดิบ ผู้ผลิตสินค้า ร้านค้า สามารถที่จะหาสินค้าหรือลูกค้าที่ต้องการช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลา และยังสามารถพัฒนาระบบในการตรวจสอบความปลอดภัยในการขโมยสินค้า ซึ่งระบบบาร์โค้ดไม่สามารถที่จะนำป้ายดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่ได้และยังไม่สามารถตรวจสอบเรื่องความปลอดภัยได้ และเทคโนโลยีบาร์โค้ดก็ไม่อย่างสามารถที่จะนำมาใช้กับธุรกิจได้อย่างครบวงจร

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, “รายงานการศึกษา แนวทางการพัฒนา RFID สำหรับภาคอุตสาหกรรมและบริการ”, กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2549.

[2] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, “รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี”, กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2549.

[3] ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ, “เทคโยโลยี RFID”, กรุงเทพมหานคร : โครงการไอซีที-เทเลคอมออนไลน์, 2549.

[4] Omron. เทคโนโลยี RFID “นวัตกรรมแห่งการเพิ่มผลผลิต”, ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

[5] Klaus Finkenzeller. “RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification ”, 2nd ed., John Wiley & Sons, 2003.

[6] EPCglobal. EPCglobal Tag Data Standards Version 1.3 [Online]. Accessed 8 March 2006. Available from http:// www.epcglobailinc.org/Download/EPCglobal_Tag_Data _ Standard_TDS_ Version_1.3

[7] Knospe, Heiko And Hartmut Pohl, “RFID Security”,2004 :15-46

[8] R. L. Rivest, A. Shamir, and L. Adleman, “A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems”, Communications of the ACM 21 (Febuary 1918):120-126.

[9] Wakahiro Kawai. OMRON Technology to produce RFID tags. 2005 :1-6

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

NtopViewer ซอฟต์แวร์ตรวจสอบการใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน

พนิตา พงษ์ไพบูลย์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
panita@nectec.or.th

โสภณ มงคลลักษมี
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
theohncom@gmail.com

สิริกานต์ พุกกะวรรณะ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
sirikarn.pukkawanna@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอซอฟต์แวร์ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน (NtopViewer) เพื่อช่วยในการวางแผน วิเคราะห์ความผิดปกติและบริหารจัดการทรัพยากรในเครือข่าย โดยเป้าหมายกลุ่มผู้ใช้หลักคือบุคคลากรในสถานศึกษา ที่ขาดความเชี่ยวชาญด้านเครือข่าย ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้งานง่าย และสื่อข้อมูลที่สำคัญได้ชัดเจน

Abstract

This article presents NtopViewer, software for monitoring Internet usage in schools. Target users for NtopViewer are teachers or IT administrators in schools who may not have expertise in network management. The resulting software has user-friendly GUI and presents data in angles most suitable to teachers' needs.

คำสำคัญ

Network management, traffic classification, DoS attack

1. บทนำ ที่มา และแรงจูงใจของปัญหา

ในปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น หน่วยงานต่างๆ ต่างมีเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นของตนเองและเชื่อมโยงเข้าสู่อินเทอร์เน็ต ความท้าทายที่ตามมาจากการจัดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน ได้แก่ การบริหารจัดการเครือข่ายและการใช้ทรัพยากรที่มีในเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในหน่วยงานขนาดกลางและขนาดเล็ก เช่น โรงเรียน สถาบันการศึกษา และหน่วยงานราชการ ส่วนใหญ่จะขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการดูแลจัดการเครือข่าย หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ดูแลเครือข่ายจัดการทรัพยากรเครือข่ายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ คือระบบที่ช่วยตรวจสอบปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์และตรวจสอบปริมาณการไหลเวียนของข้อมูลในเครือข่าย (Traffic monitoring system) ผู้ดูแลระบบจำเป็นต้องทราบว่าผู้ใช้ ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากน้อยแค่ไหน ปริมาณช่องสัญญาณที่เชื่อมต่ออยู่เพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ หากไม่เพียงพอเป็นเพราะสาเหตุอะไร เป็นเพราะมีผู้ใช้งานจำนวนมาก หรือเป็นเพราะมีผู้ใช้งานบางกลุ่มใช้แอปพลิเคชั่นที่ต้องการแบนด์วิดท์สูง หรือเป็นเพราะมีการแพร่กระจายของไวรัสคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต่อการบริหารจัดการทรัพยากรเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ

บทความนี้นำเสนอซอฟต์แวร์ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน (NtopViewer) ที่สามารถตอบคำถามทั้งหมดข้างต้น เพื่อช่วยในการวางแผนและบริหารจัดการทรัพยากรในเครือข่าย โดยเป้าหมายกลุ่มผู้ใช้หลักคือบุคคลากรในสถานศึกษา ที่ขาดความเชี่ยวชาญด้านเครือข่าย ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้งานง่าย และสื่อข้อมูลที่สำคัญได้ชัดเจน

ซอฟต์แวร์ NtopViewer นี้พัฒนาต่อยอดจาก ntop [1] ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สนับสนุนการบริหารจัดการเครือข่ายแบบโอเพ่นซอร์ส ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง ข้อดีของการใช้ ntop เป็นฐานในการพัฒนาคือ ntop มีความสามารถในการดักจับแพ็กเก็ต (Packet Sniffing) ที่มีจำนวนมากและความเร็วสูงอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถวิเคราะห์ปริมาณการใช้งานในเครือข่ายแยกตามผู้ใช้และแยกตามแอปพลิเคชั่นได้อย่างละเอียด นอกจากนี้เนื่องจากเป็นโอเพ่นซอร์ส ntop ได้ออกแบบโครงสร้างรองรับการพัฒนาเพิ่มเติมความสามารถใหม่ๆ ผ่านช่องทางที่เรียกว่า plugin ดังนั้นผู้ที่ต้องการพัฒนาปรับปรุง ntop สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปสวมกับ ntop ผ่านโครงสร้างของ plugin

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของ ntop มีหลายประเด็น เช่นไม่มีการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลถาวร ทำให้การค้นคืนข้อมูลย้อนหลังลำบาก ความไม่ยืดหยุ่นของส่วนประสานต่อกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) เนื่องจากพัฒนาด้วยภาษาซี การเปลี่ยนแปลงแก้ไข GUI ทำได้ยาก จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งาน ntop ในสถานศึกษา พบว่า GUI เดิมของ ntop นั้นมีความซับซ้อนยากต่อการใช้งาน เนื่องจากเป็นภาษาอังกฤษ มีศัพท์เทคนิคมาก และมีข้อมูลการใช้เครือข่ายในเชิงลึกมาก ผู้ใช้ไม่เข้าใจรายละเอียดของข้อมูลที่โปรแกรมนำเสนอ

ทีมวิจัยได้พัฒนาซอฟต์แวร์ NtopViewer เพื่อลดข้อจำกัดข้างต้นของ ntop กล่าวคือ เพิ่มเติม plugin สำหรับเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL เพื่อการค้นคืนข้อมูลย้อนหลัง เพิ่ม plugin สำหรับตรวจจับการจู่โจมในเครือข่าย ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์หาการจู่โจมในเครือข่ายนี้เป็นเทคนิคที่ทางทีมวิจัยคิดค้นขึ้นมาใหม่ และมีผลการทดลองยืนยันความถูกต้องของเทคนิคนี้ดังแสดงใน [2-3] เพิ่มความสามารถในการค้นคืนข้อมูลย้อนหลัง และวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังในแง่มุมที่ตรงความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น และพัฒนา GUI ขึ้นใหม่ที่มีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน โดย GUI ใหม่นี้จะติดต่อกับฐานข้อมูลโดยตรง โดยไม่ต้องแก้ไขการแสดงผลเดิมของ ntop

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

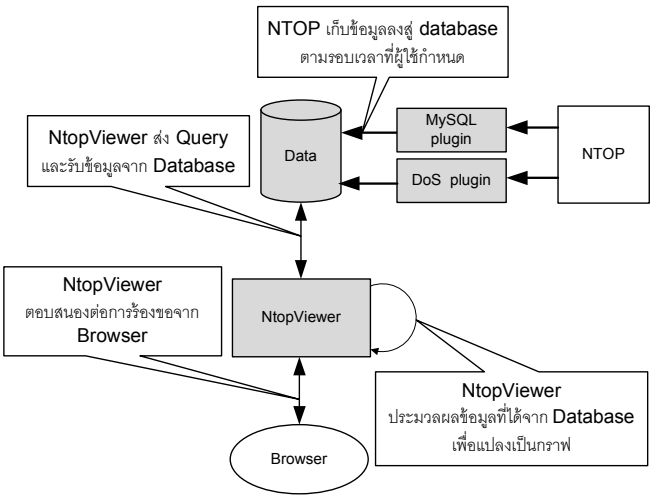
การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลภายในเครือข่าย คือกระบวนการดักจับการสัญจรไปมาของข้อมูลบนเครือข่าย หรือ Network traffic จากนั้นก็จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อดูว่าเกิดอะไรขึ้นบนเครือข่าย การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลภายในเครือข่าย ทำให้เข้าใจพฤติกรรม และปริมาณการไหลเวียนของข้อมูลภายในเครือข่ายจริง ช่วยวิเคราะห์สาเหตุที่เครือข่ายช้าหรือไม่เสถียร เช่นตรวจสอบต้นตอของการโจมตี ผู้บุกรุก หรือสามารถรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่น่าสงสัยบนเครือข่ายได้ รวมถึงช่วยวางแผนทรัพยากรทางด้านเครือข่าย

ระบบตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลในเครือข่ายมีทั้งระบบที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในเครือข่ายความเร็วสูงขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์เพื่อดักจับและวิเคราะห์แพ็กเก็ต แต่ในเครือข่ายขนาดกลางและเล็ก เช่นเครือข่ายภายในโรงเรียน ระบบที่เป็นซอฟท์แวร์นั้นเพียงพอ ซอฟท์แวร์โอเพ่นซอร์สที่น่าสนใจได้แก่ ntop, tcpdump, wireshark, MRTG [1,4-6] นอกจากนี้ยังมีซอฟท์แวร์เชิงพาณิชย์อีกหลายตัว ได้แก่ Colasoft Capsa, Network Probe, Netflow Analyzer, IP Traffic Monitor, PRTG, SoftPerfect Traffic Meter, และ Ultra Network Analyzer [7-14] ผลการสำรวจพบว่าซอฟต์แวร์ NtopViewer มีคุณสมบัติที่เทียบได้ซอฟท์แวร์เชิงพาณิชย์ และเด่นกว่าในด้านของการรายงานข้อผิดพลาดและความเสี่ยงจากการถูกจู่โจมในเครือข่าย และการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการค้นคืนข้อมูลย้อนหลังในมิติต่างๆ นอกจากนี้ พบว่าซอฟท์แวร์เชิงพาณิชย์สำหรับตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลในเครือข่ายนั้นมีค่าลิขสิทธิ์ที่แพงมาก หากนำมาใช้งานในระดับหน่วยงานที่มีคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายมากกว่า 10 ชุดขึ้นไป จะมีค่าลิขสิทธิ์แบบ site license ขั้นต่ำ US$300 หรือมากกว่า 10,000 บาท

3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

NtopViewer เป็น web application ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์และประมวลผลการใช้งานเครือข่ายจากฐานข้อมูล และจัดแสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ข้อมูลที่นำเสนอผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ในมิติที่แตกต่างจาก ntop รวมทั้งผนวกเทคนิคการตรวจจับการจู่โจมบนเครือข่ายแบบใหม่ ช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงสาเหตุความผิดปกติบนเครือข่าย กระบวนการทำงานของ NtopViewer แสดงดังรูปที่ 1

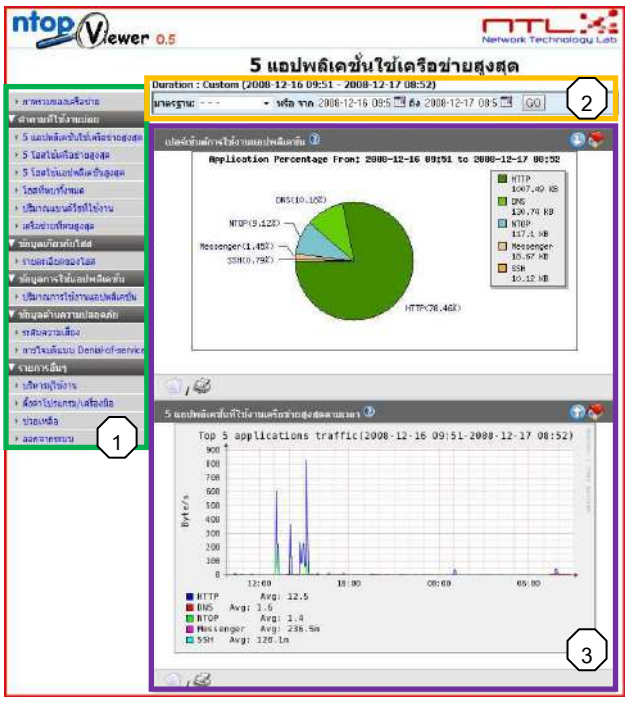


รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของ NtopViewer

เมื่อเริ่มใช้งานผู้ใช้งานจะพบกับหน้าจอ login เมื่อทำการ login ผ่านแล้วจึงจะสามารถเข้าใช้งานได้ ส่วนรายการเมนูหลักประกอบด้วย 5 เมนู คือ

1) คำถามที่ใช้งานบ่อย แสดงข้อมูล 5 อันดับแรกของโฮสต์ แอปพลิเคชั่น หรือเครือข่ายที่ใช้งานสูงสุด
2) ข้อมูลเกี่ยวกับโฮสต์แสดงข้อมูลเจาะลึกรายละเอียดของแต่ละโฮสต์ที่สนใจ
3) ข้อมูลการใช้แอปพลิเคชั่น แสดงข้อมูลโฮสต์ที่ใช้แอปพลิเคชั่นที่สนใจ
4) ข้อมูลด้านความปลอดภัย แสดงข้อมูลความเสี่ยงต่างๆ และการโจมตีแบบ Denial of service ที่เกิดกับเครือข่าย
5) รายการอื่นๆ ใช้ตั้งค่าของโปรแกรมและบริหารบัญชีผู้ใช้งาน

หน้าจอแสดงผลถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ประกอบด้วย 1) ส่วนของเมนูหลักอยู่ทางด้านซ้ายของหน้า 2) ส่วนของเมนูในการเลือกช่วงเวลาเรียกดูข้อมูล 3) ส่วนของการแสดงผล ตามรูปที่ 2 โดยผู้ใช้สามารถเลือกการแสดงผลเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษตามต้องการ



รูปที่ 2 หน้าจอแสดงผล

ในการควบคุมการแสดงผล ผู้ใช้สามารถเลือกช่วงเวลาของข้อมูลที่ต้องการเรียกดูได้สองแบบ แบบแรกเลือกจากช่วงเวลามาตรฐานที่ระบบจัดเตรียมไว้ให้ ประกอบด้วยช่วงเวลาย้อนหลังไป 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง 7 วัน และ 30 วันนับจากปัจจุบัน แบบที่สอง กำหนดช่วงเวลาตามความต้องการของผู้ใช้เอง โดยกำหนดวันเวลาเริ่มต้นสิ้นสุดจากปฏิทิน

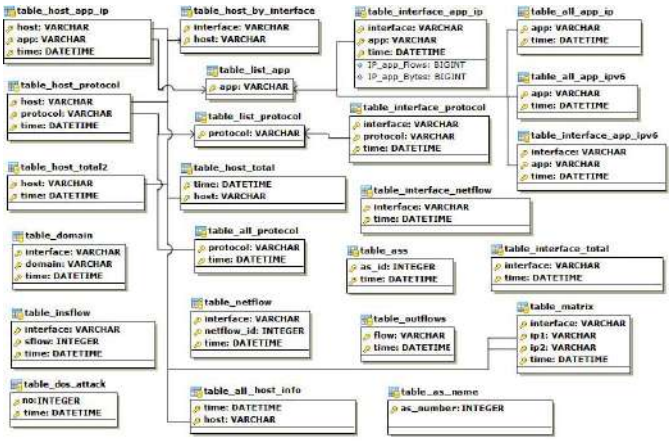
ในส่วนการแสดงผลจะวิเคราะห์ข้อมูลในมิติต่างๆ เช่น โฮสต์ที่ใช้งานเครือข่ายสูงสุดโดยรวม แยกตามทิศทางการรับส่งข้อมูล แยกตามโฮสต์ภายในภายนอก หรือแยกตามชนิดของแอปพลิเคชั่น เป็นต้น ผลลัพธ์ถูกแสดงในรูปแบบกราฟวงกลม กราฟแท่ง กราฟเส้น และตารางขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูล แต่ละกราฟหรือแต่ละตารางจะถูกจัดแสดงอยู่ในกรอบของตัวเองอย่างเป็นสัดส่วน ซึ่งแต่ละกรอบข้อมูลจะมีคำอธิบายความหมายของกราฟโดยละเอียด เหมาะสำหรับผู้ใช้ทั่วไปซึ่งไม่เชี่ยวชาญศัพท์เทคนิคทางเครือข่าย นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถที่จะส่งข้อมูลของกราฟหรือตารางสู่เครื่องพิมพ์หรือออกมาเป็นไฟล์ข้อมูล

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนประกอบหลักของการพัฒนา NtopViewer ประกอบด้วยการพัฒนา MySQL plugin ส่วนขยายเพื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล DoS plugin ส่วนขยายเพื่อวิเคราะห์การจู่โจมบนเครือข่าย และ NtopViewer เวบอินเทอร์เฟสที่วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลผ่านเวบ (ส่วนประกอบสีเทาตามรูปที่ 1)

3.2.1 MySQL plugin

หนึ่งในข้อจำกัดของ ntop คือไม่มีการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลถาวร ทำให้การค้นคืนข้อมูลย้อนหลังทำไม่ได้ แม้ว่า ntop มี RRD plugin สำหรับเก็บข้อมูลลง round-robin database (RRD) [15] ซึ่งเป็นฐานข้อมูลลักษณะ time series แต่ว่า RRD ไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย การสืบค้นข้อมูลทำได้ยาก ข้อมูลมีการอ้างอิงตามเวลาอย่างเดียว ไม่สามารถเลือกดูข้อมูลมิติอื่น อีกทั้งข้อมูลจะเก็บทับซ้ำข้อมูลเดิม จึงทำให้ยากต่อการนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้งาน ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาวิธีเก็บข้อมูล ลงฐานข้อมูล MySQL ในรูปแบบของ plugin ขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการค้นคืนและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับผู้ใช้



รูปที่ 3 ตารางทั้งหมดในฐานข้อมูลและความสัมพันธ์

ฐานข้อมูล MySQL สำหรับเก็บข้อมูลจาก ntop มีทั้งหมด 24 ตาราง ดังรูปที่ 3 ตัวอย่างเช่น ตาราง Table_host_app_IP เก็บข้อมูลแอปพลิเคชั่นที่แต่ละโฮสต์ใช้งาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าโฮสต์ใดใช้งานเวบหรือแอปพลิเคชั่นอื่นๆ มากที่สุด หรือตาราง Table_host_total เก็บข้อมูลชนิดของแพ็กเก็ตและปริมาณไบต์รับส่งของแต่ละโฮสต์ เพื่อหาโฮสต์ที่รับส่งข้อมูลมากที่สุด ตาราง Table_all_host_info เก็บรายละเอียด ชื่อ IP MAC address ที่ตั้ง และบทบาทของทุกโฮสต์ เพื่อช่วยวิเคราะห์ความผิดปกติ เช่น 1 MAC address พบที่หลายโฮสต์ อาจบ่งชี้ว่าเกิดการปลอมแปลง MAC address สังเกตว่าตารางส่วนใหญ่ใช้วันเวลาเป็นดรรชนีสำหรับค้นคืน

MySQL plugin พัฒนาด้วยภาษาซี เป็นกระบวนการย่อย (Thread) ที่ทำงานไปพร้อมกับกระบวนการหลักของ ntop ซึ่ง plugin นี้จะวนรอบด้วยความถี่ตามตัวแปรที่ตั้งไว้ และบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลตามรอบการเก็บ ซึ่งข้อมูลทุกชนิดที่เก็บนั้นเป็น global variable ของ ntop อยู่แล้ว จึงง่ายต่อการดึงมาใช้

3.2.2 Denial-of-service (DoS) plugin

DoS plugin ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยวิเคราะห์หาเหตุการณ์จู่โจมบนเครือข่าย โดยเน้นไปที่การจู่โจมชนิด Denial-of-Service ห้าชนิด ได้แก่ port scan, host scan, SYN flood, UDP flood, และ ICMP flood ทีมวิจัยได้พัฒนาเทคนิคใหม่ในการวิเคราะห์หา DoS attack รายละเอียดตาม [2-3]

DoS plugin มีลักษณะเป็น thread และพัฒนาด้วยภาษาซีเช่นเดียวกับ MySQL plugin โดย DoS plugin คัดลอกข้อมูลแพ็กเก็ตจาก packet analyzer ของ ntop จึงไม่จำเป็นต้องทำหน้าที่ดักจับ แพ็กเก็ตเอง DoS plugin สร้าง flow record สำหรับทุกแพ็กเก็ตแยกตามโพรโทตอล ได้แก่ TCP flow, UDP flow และ ICMP flow และนำข้อมูล Flow ของทุกโพรโทตอลมาจับคู่กับรูปแบบการจู่โจมที่เรียกว่าattack graphlet หากรูปแบบตรงกันจะตรวจสอบว่าเป็นการจู่โจมประเภท DoS จริงหรือไม่ โดยใช้ค่าThreshold ซึ่งกำหนดเป็นค่ามาตรฐานไว้ก่อนหน้านี้ ผู้ใช้สามารถตั้งค่า default threshold ผ่านหน้าเวบดังรูปที่ 4 หลังจากวิเคราะห์แล้วว่ามีการจู่โจมเกิดขึ้น DoS plugin จะแจ้งเตือนบนหน้าเวบของ ntop และบันทึกเหตุการณ์ลงตาราง Table_dos_attack ในฐานข้อมูล

DoS Detection Preferences

Item	Description and Notes	
Analysis Interval	50	seconds
Threshold of Port Scan	629	destination ports
Threshold of Host Scan	7	hosts
Threshold of SYN Flood	1826	source ports
Threshold of UDP Flood	26714	hosts
Threshold of ICMP Flood	22300	hosts

Save Config | Cancel

รูปที่ 4 หน้าจอสำหรับตั้งค่า Default thresholds

3.2.3 ส่วนแสดงผล NtopViewer

NtopViewer คือเวบอินเทอร์เฟสที่วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลปริมาณการใช้งานเครือข่ายในรูปแบบที่เข้าใจง่ายกว่า ntop การพัฒนาใช้ PHP5 ร่วมกับ Javascript การแสดงผลในรูปแบบกราฟใช้ JPGraph สำหรับกราฟแท่งและกราฟวงกลม และใช้ RRDtool สำหรับกราฟเส้นที่มีแกนนอนเป็นเวลา สาเหตุที่ใช้ RRDtool วาดกราฟเส้นเนื่องจาก RRDtool จัดการข้อมูลจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถจัดการกับกราฟในกรณีข้อมูลไม่สม่ำเสมอได้ สามารถแปลงข้อมูลดิบที่เป็น counter มาเป็นค่าเฉลี่ย เช่นการคำนวณแบนด์วิดท์จากปริมาณไบต์เข้าออก ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

ซอฟต์แวร์ NtopViewer ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานบนเครือข่ายที่มีแบนด์วิดท์ไม่เกิน 10 Mbps และเครื่องลูกข่ายไม่เกิน 150 เครื่อง ผ่านการทดสอบติดตั้งบน

ระบบปฏิบัติการ Linux (Fedora Core 7-8, LinuxSIS 5.5-6.0) ต้องการหน่วยความจำอย่างน้อย 128 MB และพื้นที่ฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 1 GB (ขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์ที่ดูแล) ซอฟต์แวร์ที่จำเป็น ได้แก่ MySQL, Web server, PHP, JPGraph, JavaScript, และ RRDtool

ข้อจำกัดในการพัฒนาและการใช้งาน NtopViewer ในด้านอื่นๆ ได้แก่ ส่วนขยาย MySQL plugin และ DoS plugin ต้องใช้งานกับ ntop เวอร์ชั่น 3.3 ขึ้นไปเท่านั้น ส่วน DoS plugin สามารถตรวจจับการจู่โจมได้เพียงห้าชนิด (ตามหัวข้อ 3.2.2) MySQL plugin อ้างอิงการทำงานและใช้ช่วงความถี่การเก็บข้อมูลเดียวกับช่วงความถี่ของ RRD plugin

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทีมพัฒนานำซอฟต์แวร์ NtopViewer ไปทดสอบกับโรงเรียนสองช่วง มิ.ย.-ธ.ค. 2550 และก.ค.-ก.ย. 2551 บทความนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบในช่วงที่สองซึ่งไปทดสอบใช้งานจริงกับเครือข่ายภายในโรงเรียน 3 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม จังหวัดปทุมธานี โรงเรียนนวมราชานุสรณ์ จังหวัดนครนายก และโรงเรียนบางลี่วิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี รายละเอียดการทดสอบดูได้ที่ [16]

ตารางที่ 1 สภาพแวดล้อมที่ทดสอบ NtopViewer

โรงเรียน	ช่วงเวลาทดสอบ	Network bandwidth	จำนวนลูกข่าย
ธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม	30 ก.ค. - 30 ส.ค. 51	2 Mbps	150
บางลี่วิทยา	22 ก.ค. - 15 ก.ย. 51	8 Mbps	80
นวมราชานุสรณ์	15 ก.ค. - 17 ก.ย. 51	2 Mbps	40
NECTEC	15 ก.ค. - 30 ก.ย. 51	10 Mbps	20

การติดตั้ง Ntop server เพื่อการทดสอบในทุกโรงเรียนจะติดตั้ง Hub คั่นอยู่ระหว่าง Internet Gateway และอุปกรณ์ Ethernet Switch โดยเชื่อมต่อ NtopViewer server เข้ากับ Hub เพื่อเฝ้าดูข้อมูลที่วิ่งเข้าออกเครือข่าย

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

กลุ่มตัวอย่างที่ประเมินผลการใช้งาน ประกอบด้วยบุคคลากรในโรงเรียนต่างๆ ที่ติดตั้งทดลองใช้ NtopViewer และผู้ดูแลเครือข่ายของ NECTEC รวม 19 คน กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้ NtopViewer บนระบบปฏิบัติการ Windows XP 17 คน และบน Windows Vista 2 คน เว็บบราวเซอร์ที่ใช้ ได้แก่ Internet Explorer 14 คน Firefox 5 คน

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจระหว่าง NtopViewer และ ntop

ประเด็น	NtopViewer ดีกว่ามาก	NtopViewer ดีกว่า	เท่ากัน	NtopViewer แย่กว่า	NtopViewer แย่กว่ามาก	ไม่มีความเห็น
ความสะดวกในการหาข้อมูลที่ต้องการ	7.14%	78.57 %	14.29 %			
ความง่ายในการเรียนรู้เพื่อใช้งานโปรแกรม	28.57 %	57.14 %	14.29 %			
ความถูกต้องของข้อมูล	7.14%	42.86 %	42.86 %			7.14%
ความเร็วในการแสดงผล		35.71 %	50%	7.14%	7.14%	
ประโยชน์ของข้อมูลที่นำเสนอ	7.14%	85.71 %	7.14%			
ความเพียงพอของข้อมูลที่นำเสนอ	7.14%	71.43 %	14.29 %			7.14%
ความง่ายในการทำความเข้าใจกับข้อมูล	7.14%	78.57 %	14.29 %			
ความง่ายในการตั้งค่าต่างๆ	7.14%	85.71 %	7.14%			
ความพึงพอใจในภาพรวม	14.29 %	78.57 %	7.14%			

การประเมินผลใช้แบบสอบถามสำรวจความสามารถในการใช้ซอฟต์แวร์ในห้ามุมมอง ได้แก่ 1) ความถูกต้องของข้อมูล 2) ประโยชน์ของข้อมูล 3) ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรม 4) ความเร็วในการแสดงผล 5) ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน โดยเปรียบเทียบ NtopViewer กับ ntop เวอร์ชั่น 3.3 ก่อนการแก้ไข ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลส่วนใหญ่มีความเห็นว่า NtopViewer นั้นสามารถใช้งานและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่จัดแสดงได้สะดวกและง่ายกว่า ntop แต่ในเรื่องของความเร็วในการแสดงผลนั้นพบว่ายังมีปัญหาความล่าช้าในการแสดงกราฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากผู้ใช้เลือกช่วงเวลาที่ยาว ทำให้ต้องประมวลผลข้อมูลจำนวนมากที่ฐานข้อมูล อย่างไรก็ตาม

ในภาพรวมผู้ใช้พึงพอใจกับ NtopViewer มากกว่า ntop 3.3 แสดงว่าการพัฒนา NtopViewer นั้นบรรลุวัตถุประสงค์

5. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอรายละเอียดการพัฒนาและการทดสอบ ซอฟต์แวร์ตรวจวัดการใช้งานอินเทอร์เน็ตในโรงเรียน (NtopViewer) ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดจากซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส ntop เป้าหมายของ NtopViewer คือแก้ไขข้อบกพร่องของ ntop ที่ไม่มีการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลถาวร ทำให้ไม่สามารถเรียกดูประวัติการใช้งานเครือข่ายในอดีตได้ ส่งผลต่อการวิเคราะห์ปัญหาในเครือข่ายย้อนหลัง และปรับปรุง GUI ของ ntop ที่ซับซ้อน แสดงข้อมูลเชิงลึกและละเอียดมากเกินความเข้าใจของผู้ดูแลระบบที่ไม่เชี่ยวชาญด้านเครือข่าย

NtopViewer ผ่านการทดสอบและประเมินผลโดยผู้ดูแลระบบในสถานศึกษา เพื่อขอคำแนะนำและข้อเสนอแนะ เพื่อมาปรับปรุง จนได้ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และผู้ดูแลระบบมีความพึงพอใจในการใช้งานมากกว่าซอฟต์แวร์ ntop เดิม เริ่มตั้งแต่ 29 สิงหาคม 2551 ทางทีมวิจัยเปิดให้ผู้สนใจทั่วไปดาวน์โหลดและใช้งาน NtopViewer ได้ฟรีที่ http://wiki.nectec.or.th/ntl/Project/NtopViewer พร้อมทั้งเผยแพร่ซอฟต์แวร์นี้ร่วมกับระบบปฏิบัติการ LinuxSiS 6.0 [17]

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการพัฒนาโปรแกรม NtopViewer ในลำดับต่อไป ได้แก่ ปรับปรุงประสิทธิภาพการติดต่อฐานข้อมูล เช่น ลดปริมาณข้อมูลที่เก็บ ปรับปรุงโครงสร้าง เพื่อให้การค้นคืนเร็วขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นในการเลือกดูข้อมูล เช่น สามารถเลือก x ลำดับแรกที่แสดงผล (ปัจจุบันแสดงเพียง 5 ลำดับแรก) และเชื่อมโยงเข้ากับระบบ Firewall หรือระบบควบคุมแบนด์วิดท์เมื่อพบการใช้งานเครือข่ายที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ซอฟต์แวร์ NtopViewer นี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโปรแกรมวิศวกรรมความรู้ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Network Top, http://www.ntop.org.

[2] S.Pukkawanna, V.Visoottiviseth, and P.Pongpaibool, "Lightweight Detection of DoS Attacks," in *Proc. of IEEE ICON 2007*, Adelaide, Australia, Nov. 2007.

[3] S.Pukkawanna, P.Pongpaibool, and V.Visoottiviseth, "LD^2: A System for Lightweight Detection of Denial-of-Service Attacks," in *Proc. of IEEE MILCOM 2008*, San Diego, CA, USA, Nov. 2008.

[4] Tcpdump, http://www.tcpdump.

[5] Wireshark, http://www.wireshark.org.

[6] Multi Router Traffic Grapher, http://www.mrtg.org.

[7] NetFlow Analyzer, http://manageengine.adventnet.com/products/netflow.

[8] SoftPerfect Traffic Meter, http://www.softperfect.com/products/trafficmeter.

[9] Network Probe, http://www.objectplanet.com/probe.

[10] Colasoft Capsa, http://www.colasoft.com/capsa.

[11] NetLimiter, http://www.netlimiter.com.

[12] Ultra Network Analyzer, http://www.gjpsoft.com/UltraNetSniffer.

[13] IP Traffic Monitor, http://www.skyward-soft.com/mambo/index.php.

[14] PRTG, http://www.paessler.com/prtg.

[15] RRDtool, http://oss.oetiker.ch/rrdtool.

[16] การทดสอบ NtopViewer ภาคสนาม. [อ อ น ไ ล น์]. http://wiki.nectec.or.th/ntl/Project/NtopViewerFieldTest.

[17] โครงการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส LinuxSIS. [อ อ น ไ ล น์]. http://www.opentle.org. สืบค้น 18 ธันวาคม 2251

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์-แก๊สเซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดปริมาณสารระเหย

Enhancement Electronic-Gas Sensor for VOC's Analyze

สมชาย เปาะทองคำ
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
p.somchai@thaiunique.com

จักรี ศรีนนท์ฉัตร
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
jakkree.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์-แก๊สเซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดปริมาณสารระเหย(VOC's)โดยประยุกต์ใช้กับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี่ (Gas Chromatography, GC) เซ็นเซอร์ตรวจวัดแก๊สชนิดดีบุกอ๊อกไซด์ (SnO_2) เป็นเทคนิคใหม่ที่สามารถวัดปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยชนิดต่างๆได้ โดยได้ทำการทดสอบกับสารระเหยในกลุ่มแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสร้างเป็นกราฟมาตรฐาน ผลจากการทดลองพบว่าเซ็นเซอร์ตรวจวัดแก๊สชนิดดีบุกอ๊อกไซด์ทำการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้เป็นอย่างดี มีความเป็นเชิงเส้นดี โดยมีค่าความถูกต้องถึง 94% จึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจวัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยชนิดต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิคเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี่ต่อไป

คำหลัก : แก๊สโครมาโตกราฟี่, เซ็นเซอร์แก๊ส, สารระเหย, จมูกอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

This paper presents the enhancement electronic-gas sensor for volatile sample analyze by apply to the gas chromatography. SnO_2 gases sensor is the new technique for measure quality of volatile organic compounds (VOC)'s. The experimental results show that a relative standard calibration curve of methanol is almost linear and the gases sensor detector could be also measure quantity of volatile sample such as methanol. This sensor provides approximately 94% accuracy. This detector can be applied to measure the other volatile sample and other type of sample such as gas element sample.

Keywords: gas chromatography, gas sensor, VOC, electronic nose

1. บทนำ

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี่ (Gas Chromatography, GC) เป็นเครื่องมือวัดและวิเคราะห์ที่ใช้ในหาองค์ประกอบของสารประกอบต่างๆ โดยอาศัยหลักการแยกองค์ประกอบของสารตัวอย่างให้อยู่ในรูปของแก๊ส ซึ่งเหมาะสมกับตัวอย่างที่เปลี่ยนสภาพเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิไม่สูงมาก จึงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หามลพิษทางอากาศกลุ่มสารระเหย [1], [2], [3] ที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมเช่นจากอุบัติภัยสารพิษรั่วไหลหรือมลพิษทางอากาศที่เกิดกับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานเองและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง และก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในสิ่งมีชีวิตและในสิ่งแวดล้อมที่ยาวนานอีกด้วย การควบคุมและป้องกันจึงเป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องดูแลและป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าว การรั่วไหลของแก๊สที่เป็นพิษหรือไอของสารระเหย มีทั้งชนิดที่มีกลิ่นและไม่มีกลิ่นตรวจสอบได้ยาก กลุ่มสารเคมีที่เป็นพวกสารระเหยสามารถใช้เซ็นเซอร์รับกลิ่นมาเป็นตัวตรวจวัดได้ [4], [5], [6] เนื่องจากเซ็นเซอรรับกลิ่นบางเบอร์จะตอบสนองต่อไอของสารเคมีกลุ่มสารระเหยและไอของสารเคมีกลุ่มตัวทำละลายได้ดี จากคุณสมบัติข้อนี้เองจึงนำมาใช้เป็นตัวตรวจวัดแบบใหม่ ที่มีราคาถูก ขนาดเล็ก มีความไวสูง และง่ายต่อการใช้งานเพื่อเป็นระบบตรวจวัดสารระเหยอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมต่อไป

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

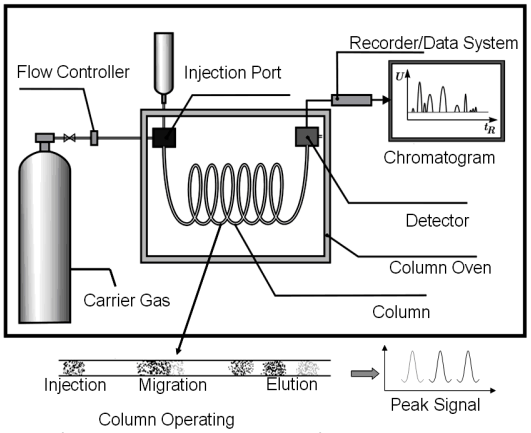
2.หลักการทำงาน

2.1 หลักการทำงานของเครื่องแก๊ส โครมาโตกราฟี่

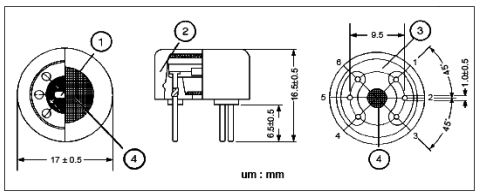
แก๊สโครมาโตกราฟี่ [7] เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ (Analytical Instrument) ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารประกอบต่างๆมีระบบการทำงานดังรูปที่1 โดยอาศัยหลักการแยกองค์ประกอบของสารตัวอย่างในขณะที่สารตัวอย่างอยู่ในรูปของแก๊ส การแยกองค์ประกอบของสารที่กระจายอยู่ระหว่างเฟสที่ไม่ผสมกันสองเฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (Stationary Phase) และ เฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) องค์ประกอบของสารตัวอย่างซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากเฟสทั้งสองจะเคลื่อนที่ผ่านด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดการแยกกัน สารแต่ละตัวจะถูกแก๊สพา (Carrier Gas) เป็นเฟสเคลื่อนที่พาตัวอย่างผ่านเข้าไปจากตำแหน่งฉีดตัวอย่าง หรือ Injection Port ซึ่งตัวอย่างอาจจะอยู่ในรูปของแก๊ส หรือของเหลว ณ จุดนี้หากตัวอย่างเป็นของเหลวจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นแก๊ส จากนั้นตัวอย่างจะถูกแก๊สพา พาเข้าสู่ คอลัมน์ (Column) ภายในคอลัมน์จะบรรจุเฟสอยู่กับที่เอาไว้ องค์ประกอบของสารตัวอย่างซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากเฟสทั้งสองจะเคลื่อนที่ผ่านด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดการแยกกัน กล่าวคือหากสารตัวใดมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าก็จเดินทางได้เร็วกว่าสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า และ ส ารตัวใดละลายอยู่ในเฟสคงที่ได้ดีกว่าก็จะเดินทางได้ช้ากว่าสารตัวที่ละลายในเฟสคงที่ได้ไม่ดี การแยกทำให้เราสามารถวิเคราะห์ในเชิงคุณสมบัติ (Quality) ได้ เมื่อสารตัวอย่างที่ถูกแยกโดยคอลัมน์ถูกแก๊สพาพามาจนถึงปลายทางก็จะโดนตรวจวัดโดยตัวตรวจวัด (Detector) เกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารตัวอย่างนั้นๆ จึงทำให้เราสามารถวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ (Quantity) ได้ โดยสัญญาณไฟฟ้าจากตัวตรวจวัดจะถูกบันทึกเป็นโครมาโตแกรม ลงในส่วนบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

2.2 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แก๊ส

เซ็นเซอร์แก๊สที่ใช้เป็นตัวตรวจวัดมีโครงสร้างดังรูปที่ 2 ตัวตรวจวัดแก๊สสร้างจากอ๊อกไซด์ของโลหะดีบุก (SnO_2) [8] เมื่อผลึกอ๊อกไซด์ถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง โมเลกุลของออกซิเจนจะไปเกาะตัวที่ผิวของผลึกอ๊อกไซด์โลหะด้วยประจุที่เป็นลบ (Negative change) ทำให้เกิดศักดิ์ไฟฟ้าขึ้นที่ผิวและประจุบวกอยู่ภายนอกดังแสดงแบบจำลองและสมการทางเคมีในรูปที่ 3(A) โมเลกุลของออกซิเจนสร้างศักดิ์ไฟฟ้าขึ้นระหว่างผลึกอ๊อกไซด์โลหะซึ่งกีดขวางการไหลของอิเล็กตรอน จึงทำให้ความต้านทานของเซ็นเซอร์เพิ่มขึ้น เมื่อมีตัวอย่างที่ต้องการวัดผ่านเข้ามาเช่นเมทานอล (Methanol) ซึ่งเป็นแก๊สที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง หรือทำให้เกิดการ Deoxidizing ขึ้นทำให้เกิดการดึงออกซิเจนออกจากผิวของผลึกอ๊อกไซด์โลหะทำให้ความหนาแน่นประจุลบที่ผิวผลึกอ๊อกไซด์โลหะลดลงและทำให้ศักดิ์ไฟฟ้าซึ่งขวางการไหลของอิเล็กตรอนลดลงด้วยเป็นผลให้ความต้านทานของเซ็นเซอร์ลดลงดังแสดงในรูปที่ 3(B) เมื่อแก๊สที่มีส่วนของตัวอย่างที่ทำให้เกิด Deoxidizing ผ่านไปด้วยการไล่ด้วยอากาศก็จะทำให้โมเลกุลของออกซิเจนจะไปเกาะตัวที่ผิวของผลึกอ๊อกไซด์โลหะใหม่ เป็นผลให้ความต้านทานของเซ็นเซอร์เพิ่มขึ้นกลับสู่ค่าเดิม

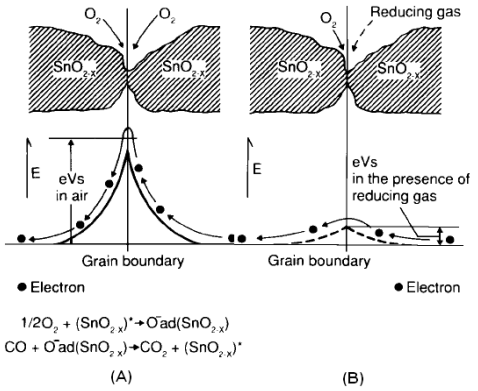


รูปที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี่



1 Sensing Element:
SnO_2 is sintered to form a thick film on the surface of an alumina ceramic tube which contains an internal heater.
2 Cap:
Nylon 66
3 Sensor Base:
Nylon 66
4 Flame Arrestor:
100 mesh SUS 316 double gauze

รูปที่ 2 โครงสร้างของเซ็นเซอร์แก๊ส



รูปที่ 3 (A) แบบจำลองอธิบายศักดิ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวของอ๊อกไซด์โลหะ

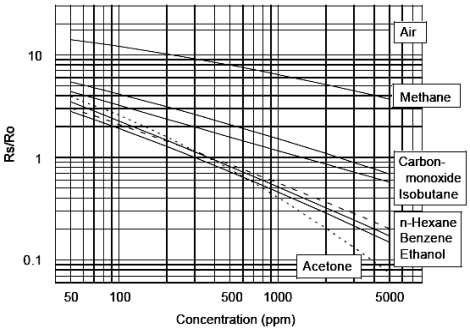
(B) แบบจำลองอธิบายศักดิ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวของอ๊อกไซด์โลหะขณะทำการวัดแก๊ส

ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเซ็นเซอร์และความเข้มข้นของ Deoxidizing gas แสดงดังสมการที่ 1

$$R_S = A[C]^{-\alpha} \tag{1}$$

โดยที่ R_S คือค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ A คือค่าคงที่ [C] คือค่าความเข้มข้นของแก๊ส และ α คือความชันของกราฟความต้านทาน

ความไวต่อความเข้มข้นของแก๊สสามารถอธิบายด้วยอัตราส่วน ของความต้านทานของเซ็นเซอร์ขณะที่มีแก๊สเป้าหมาย (Rs) ต่อความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่อยู่ในอากาศ (Ro) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเซ็นเซอร์ต่อปริมาณของแก๊ส

2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวตรวจวัด

ในการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เริ่มต้นผู้ใช้ต้องทำการนำสารมาตรฐาน (Standard) ที่ทราบค่าที่แน่ชัดค่าต่างๆมาทำการฉีดเข้าเครื่องแล้วทำกราฟมาตรฐาน (Calibration Curve) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์เป็นสมการเชิงเส้น (Linear) ดังสมการที่ 2 และสามารถหาค่าของปริมาณสารได้ตามสมการที่ 3

$$y = mx + b \tag{2}$$

$$x = \frac{y-b}{m} \tag{3}$$

โดยที่ y คือพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้

m คือความชัน

x คือเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่วัด

b คือจุดตัดแกน y

ค่า m และ b สามารถหาได้จากสมการที่ 4 และ 5 [1], [9], [10] ตามลำดับ

$$m = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) - \left(\sum_{=i}^{n} x_i\right)^2} \tag{4}$$

$$b = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)}{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)} \tag{5}$$

โดยที่ n คือจำนวนของข้อมูล

ค่าที่แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของตัวอย่างกับพื้นที่ใต้กราฟของกราฟมาตรฐานที่อ่านได้คือค่า สหสัมพันธ์ [11], [12], [13] (Correlation Coefficient) หรือค่า r สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6 และค่าสัมประสิทธิการตัดสินใจ (coefficient of determination) หรือค่า R^2 กราฟมาตรฐานที่ได้จากการวัดสารมาตรฐาน จะมีสอดคล้องกับปริมาณสารที่อ่านค่าได้หรือไม่สามารถคำนวณจากค่า R^2 จากสมการที่ 7 โดยที่ค่า R^2 ที่ดีต้องมีค่าเข้าใกล้ 1 [7]

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left((x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})\right)}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2\right)\left(\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2\right)}} \tag{6}$$

ดังนั้น

$$R^2 = r^2 \tag{7}$$

โดยที่ r คือ สหสัมพันธ์ ค่า R^2 คือค่าสัมประสิทธิการตัดสินใจ เมื่อ $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของสารที่วัดและ $\bar{y}$ คือ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งหาได้จากสมการที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

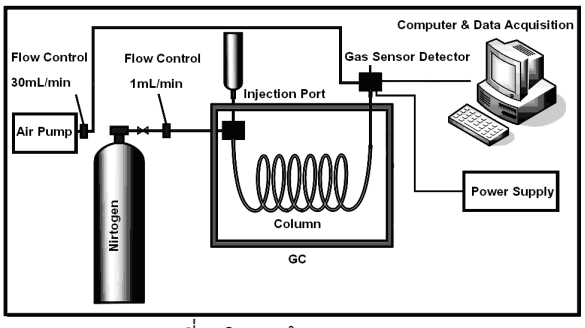
$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (8)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i \quad (9)$$

3. การทดลอง

ประกอบชุดทดลองดังรูปที่ 5 ใช้คอลัมน์ ชนิด CP-SIL 5 ความยาว 15 m เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25mm ความหนาฟิล์ม 0.25 μm ติดตั้งเข้ากับ Injection Port แบบ On Column ปรับอัตราการไหลของแก๊สไนโตรเจนซึ่งคือแก๊สพาที่ 1 mL/min ปลายอีกด้านของคอลัมน์ต่อเข้ากับ เซ็นเซอร์แก๊ส และปรับอัตราการไหลของแก๊สอากาศ ให้กับเซ็นเซอร์แก๊สที่ 30mL/min ตั้งค่าอุณหภูมิของ Injection Port 150°C และของตู้คอลัมน์ 40°C นาน 15นาที ใช้ Data acquisition ของ Varian รุ่น ACDC Board ร่วมกับ Software Star Workstation เป็นตัวเก็บข้อมูล

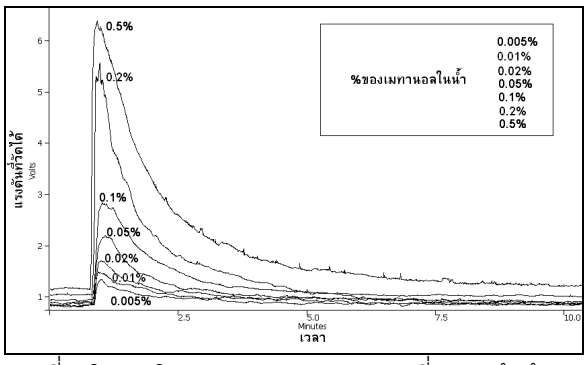
เตรียมสารมาตรฐานโดยใช้เมทานอลที่ความเข้มข้น Concentration: C) 0.005%, 0.01%, 0.02%, 0.05%, 0.1%, 0.2% และ 0.5% ในน้ำกลั่นขนาด 1mL จากนั้นฉีดสารมาตรฐานเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีปริมาณ 1.0μL ที่ความเข้มข้นแต่ละระดับ ระดับละหนึ่งครั้งเพื่อวิเคราะห์หาสมการเส้นตรง และสร้างกราฟมาตรฐาน คำนวณหาค่า R^2 แล้วทำการเตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.04%, 0.05%, 0.07%, 0.13% และ 0.20% จากนั้นทดลองฉีดตัวอย่างที่ความเข้มข้นแต่ละระดับ ระดับละหนึ่งครั้งเพื่อทดสอบการทำงานจริงของตัวตรวจวัดอีกครั้ง



รูปที่ 5 โครงสร้างของชุดทดลอง

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองได้ค่าเวลาพีค (Retention Time: RT) ค่าความสูงของแรงดันที่วัดได้ (Peak Hight: H) และพื้นที่ใต้กราฟ (Area Count) ของเมทานอลแต่ละระดับดังแสดงในตารางที่ 1 และลักษณะของโครมาโตแกรมดังรูปที่ 6



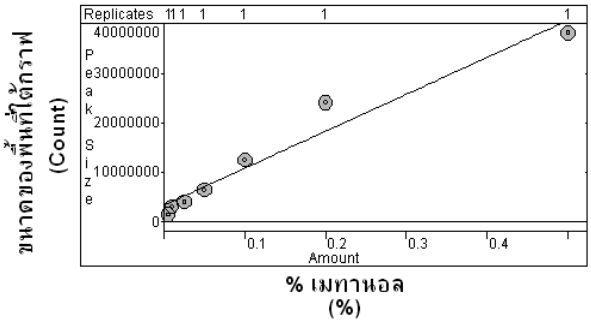
รูปที่ 6 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ

จากผลการทดลองอ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าความสูงของกราฟ และเวลาที่เกิดความสูงยอดของสัญญาณ หรือ (Peak) แสดงค่าของผลการวัดสารมาตรฐานดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการวัดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ

X_i (%)	*RT* (Min)	*H* (mV)	*Area* (Count)
0.005	1.061	426.60	1483414
0.010	1.051	553.48	2568842
0.020	1.073	774.18	4086912
0.050	1.111	1204.58	5575904
0.100	1.114	1730.07	10568587
0.200	0.989	4254.25	21315380
0.500	1.010	5043.96	38171328

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาทำกราฟมาตรฐานได้กราฟมาตรฐานแบบเชิงเส้นดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟมาตรฐานแบบเชิงเส้นของสารมาตรฐานทั้งหมด

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

สมการของกราฟมาตรฐานและค่า R^2 ของกราฟมาตรฐาน ในรูปที่ 7 ได้เท่ากับสมการที่10 และสมการที่ 11ตามลำดับ

$$y = 7.4537e+07x + 2.490e+06 \quad (10)$$

และ

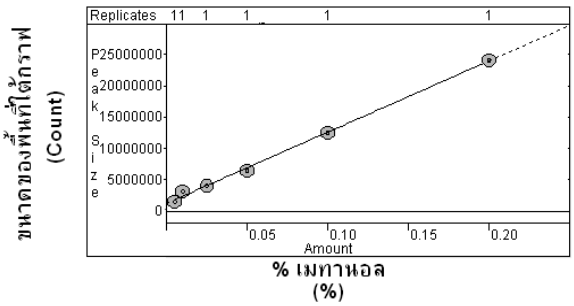
$$R^2 = 0.980422 \quad (11)$$

เมื่อใช้สมการที่10 ทดสอบวัดค่าที่ได้จากการฉีดทดสอบอ่านค่าได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลของการวัดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆจากกราฟมาตรฐานสมการที่ 10

Xi (%)	*Area* (Count)	*C* (%)	*Error* (%)
0.04	5367350	0.0386	3.50
0.05	6367130	0.0520	4.00
0.07	8199189	0.0766	9.43
0.13	13485552	0.1475	13.46
0.20	21315380	0.2526	26.30

ค่า $R^2 < 0.995$ เป็นเหตุให้ค่าความผิดพลาดในการวัดตัวอย่างจริงค่อนข้างสูง เช่นที่ความเข้มข้นจริง 0.20 วัดค่าได้ 0.2526 และมีค่าผิดพลาด 26.3% ดังนั้นเมื่อได้กราฟมาตรฐานพิจารณาพบว่าช่วงความเข้มข้นสูงเริ่มไม่เป็นเชิงเส้นจึงตัดจุด 0.5% ออกได้ กราฟมาตรฐานแบบเชิงเส้นใหม่ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟมาตรฐานแบบเชิงเส้นที่ได้เมื่อตัดจุดวัดช่วงไม่เป็นเชิงเส้นออก

สมการของกราฟมาตรฐานและค่า R^2 ของตัวตรวจวัดแบบใหม่ช่วงที่เป็นเชิงเส้นของกราฟมาตฐานในรูปที่ 8 ได้เท่ากับสมการที่12 และสมการที่ 13 ตามลำดับ

$$y = 9.9286e+07x + 1.1463e+06 \quad (12)$$

และ

$$R^2 = 0.996162 \quad (13)$$

เมื่อใช้สมการที่12 วัดค่าที่ได้จากการฉีดตัวอย่างทดสอบอ่านค่าได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลของการวัดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆจากกราฟมาตรฐานสมการที่ 12

X_i (%)	*Area* (Count)	*C* (%)	*Error* (%)
0.04	5367350	0.0425	6.25
0.05	6367130	0.0526	5.20
0.07	8199189	0.0710	1.43
0.13	13485552	0.1243	4.38
0.20	21315380	0.2031	1.55

5. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์แก๊สชนิดดีบุกอ๊อกไซด์เป็นตัวตรวจวัดโดยทำงานร่วมกับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี่ที่นำเสนอในบทความนี้ สามารถวัดปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยชนิดของเมทานอลได้ในช่วง 0.005%-0.5% มีสมการของกราฟมาตรฐานเป็น

$$y = 7.4537e+07x + 2.490e+06$$

และค่า R^2 ของกราฟมาตรฐานคือ $R^2 = 0.980422$ เมื่อวัดตัวอย่างจริงที่ความเข้มข้นมีค่าความผิดพลาดในการวัดอยู่ในช่วง 3.50%-26.30% เมื่อพิจารณาพบว่าช่วงความเข้มข้นสูงเริ่มไม่เป็นเชิงเส้น ทำให้การวัดช่วงความเข้มข้นสูงมีค่าความผิดพลาดสูงขึ้น เมื่อลดช่วงในการวัดลงเป็น 0.005%-0.2% กราฟมาตรฐานและค่า R^2 ของตัวตรวจวัดแบบใหม่มีสมการของกราฟมาตรฐานเป็น

$$y = 9.9286e+07x + 1.1463e+06$$

และค่า $R^2 = 0.996162$ เมื่อวัดตัวอย่างในช่วงความเข้มข้นพบว่ามีค่าความผิดพลาดน้อยลงอยู่ในช่วง 1.43% - 6.25% ดังนั้นสามารถนำเทคนิคใหม่นี้มาใช้ในการตรวจวัดปริมาณสารระเหยได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทไทยยูนีคจำกัดที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Fang Xiangsheng, Qi Guowei, Guo Miao, Pan Min and Chen Yuquan.2005. An Improved Integrated Electronic Nose for Online Measurement of VOCs in Indoor Air. Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Changhai, China, Sep 1-4, 2005: 2894-2897

[2] J.W. Gardner and J.E. Taylor. Novel Convolution Based Signal Processing Techniques for A Simplified artificial Factory Mucosa. The 14th International Conference On Solid-State Sensor Actuator and Microsystems, Lyon, France, June 10-14, 2007: 2473-2476

[3] Hanseup Kim, William H. Steinecker, Shaelah Reidy, Gordon R. Lambertus, Aaron A. Astle Khalil Najafi, Edward T. Zellers, Luis P. Bernal, Peter D. Washabaugh, and Kensall D. Wise. A Micropump-Driven Hifh-Speed MEMS Gas Chromatography System. The 14th International Conference On Solid-State Sensor Actuator and Microsystems, Lyon, France, June 10-14, 2007: 1505-1508

[4] F.K. Che Harun, P.H. King, J.A. Covington and J.W. Gardner. 2007. Novel gas chromatographic micro system with very large sensor arrays for advanced odour discrimination. IEEE SENSORS 2007 Conference, May,2007: 1361-1363

[5] Jesús Lozano, José Pedro Santos, Javier Gutiérrez and M Carmen Horrillo.2005. Comparison among several fiber coating for a solid phase microextraction (SPME) based electronic nose applied to wine discrimination. IEEE. 2005:1339-1342

[6] Xing CHEN, Mingfu CAO, Yan Hao, Yi LI and Ping WANG.2005. A Non-invasive Detection of Lung Cancer Combined Virtual Gas Sensors Array with Imaging Recognition Technique. Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Changhai, China, Sep 1-4, 2005:5873-5876

[7] James W. Dally, William F. Riley, Kenneth G. McConnell. 1993. Instrumentation for Engineering Measurements , John Wiley & Sons,Inc, United States of America.

[8]ธิติพงษ์ วงสาโท, วีรพงศ์ โชคชัย และ มงคล ปุษยตานนท์ . 2551. ระบบประเมินอายุของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31, นครนายก, ประเทศไทย, 29-31 ตุลาคม 2551: 1333-1336.

[9]ปราโมทย์ เดชะอำไพ และ นิพนธ์ วรรณโสภาคย์. 2551. ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 215-222.

[10] Douglas A. Skoog ,F.James Holler, and Stanley R. Crouch. 2007. Principle of Instrumental Analysis, Thomson Brooks/Cole, Canada.

[11] วัฒนา สุนทรธัย.2546. เรียนสถิติด้วย SSPS ภาคสถิติอิงพารามิเตอร์.;วิทยพัฒน์, กรุงเทพฯ,หน้า 187-188

[12]Juliano S. Gonschorowski, Walter J. Salcedo, Germa C. S. Quispe, Francisco J. R. Fernandez and Nathalia Peixoto.2007. Fractal Brownian motion for feature extraction in noisy signals from gas sensors. IEEE SENSORS 2007 Conference, May,2007: 312-315

[13] Bancha Charumporn, Toru Fujinaka, Michifumi Yoshioka, and Sigeru Omatu. 2006. Compact Electronic Nose Systems Using Metal Oxide Gas Sensors for Fire Detection Systems. IJC on Neural Networks, Vancouver, BC, Canada July 16-21, 2006: 2214-2217

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

อุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาต้นทุนต่ำและขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตา

สมเจตน์ เตชะนันทนา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
u4605589@ku.ac.th

สมหญิง ไทยนิมิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fengsyt@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาต้นทุนต่ำและขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตา อุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาเลือกใช้เลนส์และตัวรับภาพของกล้องเว็บแคมเนื่องจากมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย มาประกอบเข้ากับเลนส์ขยายและหลอดไฟย่านใกล้อินฟาเรดโดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนวัสดุที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาจากกล้องวีดีทัศน์อยู่ประมาณ 11 เท่า ในขณะที่ให้ภาพที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับภาพที่ถ่ายจากกล้องวีดีทัศน์ ขั้นตอนการหาขอบเขตรูม่านตาเริ่มต้นด้วยการหาบริเวณแสงสะท้อนของหลอดไฟภายในภาพด้วยการทำคอรีเลชัน ตำแหน่งที่ได้จะถูกใช้เป็นจุดอ้างอิงสำหรับค้นหาพิกเซลขอบของรูม่านตาแล้วทำการประมาณพิกเซลขอบที่ได้ด้วยสมการวงกลมจากการทดลองได้ค่าความผิดพลาดในการกำหนดขอบเขตรูม่านตาเป็น 7.69 % นอกจากนั้นยังทำการทดสอบวัดค่าความผิดพลาดแบบ EER ของระบบตรวจระบุบุคคลด้วยลายม่านตาเมื่อใช้ภาพถ่ายจากกล้องที่พัฒนาขึ้นเทียบกับภาพที่ถ่ายจากกล้องวีดีทัศน์ ผลการทดลองให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดเป็น 0.004713% และ 0.002357% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาที่พัฒนาขึ้นสามารถให้ภาพม่านตาที่มีคุณภาพดีเหมาะต่อการนำไปใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยลายม่านตา

Abstract

This paper presents a prototype of a low cost iris scanner and a new pupil localization algorithm. The new device is constructed using a CCD sensor and lens of low cost webcam, assembling with 25 mm zoom lens and NIR-LEDs. The cost of the proposed prototype is eleven times less than a video Camcoder based iris scanner. Visual quality of the captured iris images are comparable to ones capturing from the Camcoder iris scanner. A new pupil localization algorithm is also developed to support the device. The proposed algorithm detects reflectance of the NIR-LEDs using correlation technique. The obtained positions are used as a reference for locating edge pixels belonging to pupil boundary. These pixels are approximated using a circular model. Visual inspection yields 7.69 % mis-localization. In addition, eye images captured from the two devices are fed into an iris recognition system. The system yields 0.004713%EER and 0.002357 %EER for images captured using the low cost- and Camcoder- iris scanner, respectively.

คำสำคัญ

กล้องตรวจจับภาพม่านตา, การตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยลายม่านตา, การหาขอบเขตรูม่านตา

1. บทนำ

ปัจจุบันสังคมมีความต้องการใช้งานระบบไบโอเมตริกซ์ (biometrics) ในการตรวจพิสูจน์บุคคลเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความถูกต้องแม่นยำสูง ปลอมแปลงระบบได้ยากเมื่อเทียบกับระบบเดิมได้แก่ การใช้รหัสผ่าน หรือสมารท์การ์ด เป็นต้น ระบบไบโอเมตริกซ์จะใช้ลักษณะทางกายภาพได้แก่ ลายนิ้วมือ ลายม่านตา หรือลักษณะทางพฤติกรรมเช่น ลายเซ็นต์หรือเสียงในการตรวจพิสูจน์บุคคลหนึ่งๆ โดยระบบพิสูจน์บุคคลด้วยลายม่านตาเป็นระบบที่ให้ค่าความถูกต้องแม่นยำสูงมาก แต่เป็นระบบที่มีราคาแพง [2] เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับภาพม่านตามีราคาสูง ทำให้ระบบดังกล่าวถูกจำกัดการใช้งานในระบบที่มีความต้องการระดับการรักษาความปลอดในระดับสูงมาก เช่น การผ่านเข้าออกห้องนิรภัยของธนาคาร เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาที่มีต้นทุนต่ำ เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้งานระบบตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยลายม่านแพร่หลายมากขึ้น เช่นใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคลที่ผ่านเข้าออกตามแนวชายแดนไทยเขมร ที่ระบบตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยลายนิ้วมือมีปัญหา ไม่สามารถใช้งานได้ดีกับผู้ใช้แรงงานชาวเขมร เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีลายนิ้วมือที่เลือนรางไม่ชัดเจน รวมทั้งยังมีปัญหาด้านความเร็วในการตรวจพิสูจน์บุคคลอีกด้วย โดยระบบรู้จำบุคคล

ด้วยลายม่านตาเป็นระบบที่ทำงานได้เร็วและสามารถครอบคลุมกลุ่มบุคคลเป้าหมายได้ดีกว่า

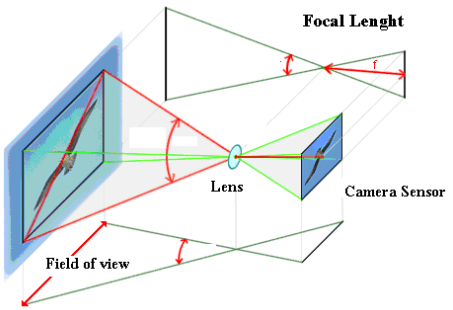
ระบบการตรวจสอบบุคคลด้วยลายม่านตานั้นจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการรับภาพและคัดเลือกภาพม่านตาที่ดีคมชัดและมีสัญญาณรบกวนน้อย ขั้นตอนการระบุขอบเขตม่านตา การแยกลักษณะเด่นของม่านตา และการเปรียบเทียบม่านตา โดยขั้นตอนการระบุเขตม่านตาเป็นขั้นตอนแรกๆของระบบค่าความผิดพลาดที่เกิดในขั้นตอนนี้จะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังขั้นตอนถัดๆไปของระบบ จึงจำเป็นต้องทำการพัฒนาปรับปรุงขั้นตอนการระบุขอบเขตม่านตาให้เหมาะสมกับลักษณะภาพที่ถ่ายได้จากกล้องตรวจจับภาพ

รายละเอียดการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับภาพจากกล้องเว็บแคมราคาถูกและขั้นตอนการหาขอบเขตรูม่านตาอธิบายไว้ในส่วนที่ 2 ของบทความ ส่วนที่ 3 อธิบายการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบและอัลกอริธึ่มที่พัฒนาขึ้น ส่วนที่ 4 สรุปผลการพัฒนา

2. รายละเอียดการพัฒนา

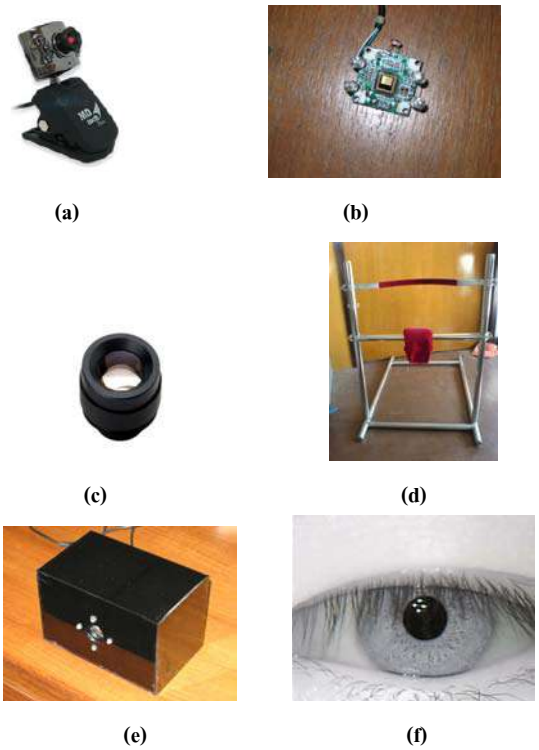
2.1 การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตา

การตรวจจับภาพทั่วไปจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ส่วนคือ วัตถุที่จะทำการตรวจจับ ในโครงงานนี้คือม่านตามนุษย์ ส่วนที่สองคือ เลนส์(Lens) ที่ทำหน้าที่รวมแสงที่ส่องผ่านวัตถุให้ตกกระทบลงบนส่วนเซ็นเซอร์รับภาพซึ่งเป็นเซ็นเซอร์แสง (photo sensor) ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงที่ตกกระทบให้เป็นความเข้มแสงของภาพดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 : องค์ประกอบการเกิดภาพ [1]

เซ็นเซอร์แสงที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นประเภท charge-couple device (CCD) โดยเป็นเซ็นเซอร์รับภาพที่ใช้ในกล้องเว็บแคม MD TECH รุ่น VM 303 ตามรูปที่ 2a และ 2b เลนส์ของกล้องจะทำการเชื่อมต่อเข้ากับเลนส์ขยายขนาด 25 มิลลิเมตร (รูปที่ 2c) เพื่อให้ภาพดวงตาที่ถ่ายได้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจะมีระยะโฟกัสที่คงที่ อาสาสมัครถ่ายภาพม่านตาต้องทำการวางคางลงบนอุปกรณ์วางคางแสดงในรูปที่ 2d ในขณะทำการถ่ายภาพ



รูปที่ 2 : (a) เว็บแคม MD TECH รุ่น VM 303 (b) ตัวรับภาพ CCD ของกล้อง (c) เลนส์ขยาย Fujiko 25 มิลลิเมตร (d) อุปกรณ์ช่วยในการเก็บภาพม่านตา (e) กล้องที่พัฒนาขึ้นในการจับภาพม่านตา (f) ตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์จับภาพม่านตาที่พัฒนาขึ้น

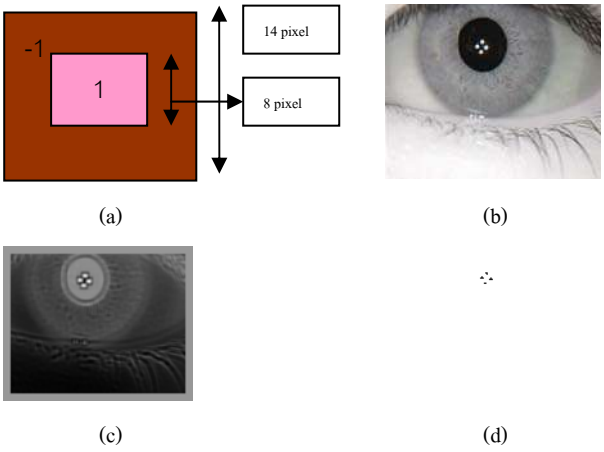
เนื่องจากม่านตามนุษย์ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อและเป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จึงจะดูดกลืนคลื่นแสงย่านใกล้อินฟาเรด (Near Infrared-NIR) คณะผู้วิจัยจึงทำการติดตั้งหลอด NIR-LED จำนวน 4 ดวงเข้าที่บริเวณด้านหน้าของอุปกรณ์ตรวจจับภาพที่พัฒนาขึ้น ตามแสดงในรูปที่ 2e การเพิ่มหลอด NIR-LED จะช่วยลดแสงสะท้อนภายในม่านตาและเพิ่มความคมชัดของลายม่านตาในภาพที่ถ่ายได้ นอกจากนั้นยังใช้เป็นจุดอ้างอิงสำหรับขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาอีกด้วย รูปที่ 2f แสดงตัวอย่างภาพดวงตาที่ถ่ายได้จากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น

2.2 การพัฒนาขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตา

ในการประมวลผลภาพม่านตา ระบบจะต้องทำการหาส่วนที่เป็นม่านตาภายในภาพ โดยจะทำการระบุขอบเขตม่านตาด้านในและด้านนอก ขอบเขตม่านตาด้านในจะเป็นเส้นรอยต่อระหว่างรูม่านตากับม่านตา ขอบเขตม่านตาด้านนอกจะเป็นเส้นรอยต่อระหว่างม่านตากับตาขาว โครงงานนี้จะทำการหาขอบเขตม่านตาด้านในด้วยขั้นตอนการหาขอบเขตรูม่านตาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ส่วนขอบเขตม่านตาด้านนอกจะใช้วิธีใน [3] ขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักๆดังนี้

2.2.1 การหาจุดอ้างอิงภายในดวงตา

แสงสะท้อนที่เกิดจากหลอด NIR-LED ที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าอุปกรณ์ต้นแบบจะถูกใช้เป็นจุดอ้างอิงเริ่มต้นในการค้นหาส่วนที่เป็นรูม่านตา การหาตำแหน่งแสงสะท้อนทำโดยอาศัยเทคนิคคอรีเลชัน (Correlation) [4] กับหน้ากาก (mask) ขนาด 14× 14 พิกเซล ที่ออกแบบให้มีลักษณะใกล้เคียงกับแสงสะท้อนสีขาวที่ปรากฏในภาพถ่ายตามแสดงในรูปที่ 3a หลังการทำคอรีเลชันกับภาพต้นแบบในรูปที่ 3b จะได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 3c โดยระดับความสว่างของภาพผลลัพธ์แสดงถึงระดับความเหมือนระหว่างหน้ากากที่ใช้กับภาพต้นฉบับ ดังนั้นแสงสว่างจะมากที่สุด ณ.ตำแหน่งที่คล้ายกับภาพในหน้ากากมากที่สุด การหาตำแหน่งไฟสะท้อนทำได้ด้วยการตัดแบ่งช่วงสี (Thresholding) ภาพที่ได้จากการทำคอรีเลชัน รูปที่ 3d แสดงตำแหน่งไฟที่ได้



รูปที่ 3: (a) ภาพแสดงลักษณะของหน้ากาก (b) ภาพต้นฉบับ (c) ภาพหลังการทำคอรีเลชัน (d) ภาพแสดงจุดอ้างอิงที่ได้หลังการตัดแบ่งช่วงสี

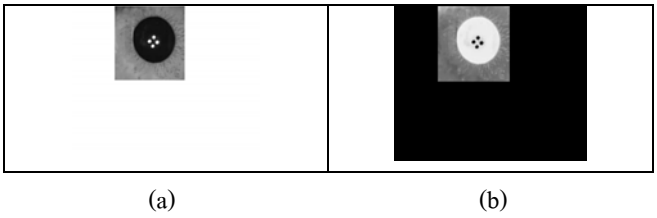
2.2.2 การลดสัญญาณรบกวนและการกำหนดขอบเขตการค้นหารูม่านตา

ขั้นตอนนี้ทำการลดสัญญาณรบกวนและกำหนดขอบเขตพื้นที่สำรวจหาส่วนที่เป็นรูม่านตา การลดสัญญาณรบกวนทำโดยใช้ตัวกรองเกาส์เซียนกรองความถี่ต่ำของภาพ ภาพที่ได้จึงมีลักษณะเรียบขึ้น จากนั้นจะนำภาพที่ได้ไปจำกัดบริเวณ โดยกำหนดให้บริเวณที่ทำการค้นหาอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไม่เกิน 50 จุดพิกเซล ค่านี้ปรับเปลี่ยนตามระยะโฟกัสของอุปกรณ์กล้องที่เลือกใช้ รูป 4a แสดงภาพที่ได้ หลังจากนั้นจะทำการกลับค่าสีของภาพทั้งหมดด้วยสมการที่ (1) ผลของการกลับค่าสี แสดงในรูปที่ 4b

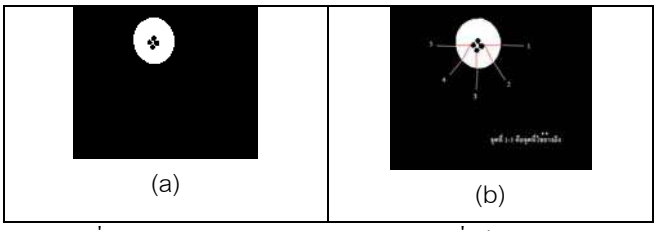
$$PIC(X,Y) = 255 - PIC_IN(X,Y) \quad (1)$$

โดย PIC (X,Y) จะเป็นผลลัพธ์ของสี ณ จุด(X,Y)

PIC_IN(X,Y) จะเป็นสีเริ่มต้น ณ จุด (X,Y)



รูปที่ 4 : (a) ภาพแสดงขอบเขตการค้นหา (b) ภาพหลังจากการกลับค่าสี



รูปที่ 5: (a) ภาพหลังการแบ่งช่วงของสี (b) จุดที่ใช้คำนวณขอบเขตรูม่านตา

2.2.3 ขั้นตอนการหาพิกเซลขอบของรูม่านตา

เนื่องจากรูม่านตาของมนุษย์จะมีค่าความเข้มแสงต่ำหรือมีค่าความเข้มแสงสูงหลังการกลับค่าสี เราจึงสามารถใช้เทคนิคการตัดแบ่งช่วงสี มาตัดหาส่วนของรูม่านตาภายในภาพได้ ผลจากการตัดแบ่งช่วงสีแสดงใน รูปที่ 5a หลังจากนั้นจะทำการหาพิกเซลขอบของรูม่านตาโดยเริ่มต้นค้นหาจากบริเวณจุดอ้างอิงตามแนวทิศ 0 , 45 , 90 , 135 , 180 องศาตามรูป 5b การค้นหาจะเน้นบริเวณด้านล่างของตาเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีสัญญาณรบกวน ได้แก่หนังตา ขนตา ต่ำ

2.2.4 การประมาณค่าขอบเขตรูม่านตาด้วยสมการวงกลม

จุดขอบที่หาได้จาก 2.2.3 จะถูกคัดเลือกให้เหลือเพียง 3 จุด จุดแรกจะคัดเลือกระหว่างจุดที่ 1และจุดที่ 2 จุดที่สองจะนำจุดที่ 3 มาใช้โดยตรง ส่วนจุดสุดท้ายจะคัดเลือกระหว่างจุดที่ 4 และจุดที่ 5 โดยพิจารณาจากความเด่นชัดและมีความต่อเนื่องของขอบหลังจากการตัดแบ่งช่วงสี จุดที่คัดเลือกได้ทั้ง 3 จุดจะถูกใช้ในการประมาณขอบเขตรูม่านตา โดยจะประมาณด้วยสมการวงกลม [3]

3. การทดสอบอุปกรณ์และขั้นตอนที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบอุปกรณ์และขั้นตอนที่พัฒนาขึ้นทำโดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างภาพม่านตาที่ถ่ายจากอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาที่พัฒนาขึ้นกับภาพที่ได้ถ่ายจากอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยพีรณัฏฐ์ [5] ซึ่งทำจากล้องวีดีโอ Panasonic ที่มีกำลังเลนส์ขยาย 20 เท่า โดยการเปรียบเทียบจะทำในสองลักษณะคือ ตรวจสอบด้วยตามนุษย์ และเปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการระบุบุคคลด้วยลายม่านตาโดยใช้ภาพม่านตาที่ถ่ายจากอุปกรณ์ทั้งสอง

3.1 ขั้นตอนการเก็บฐานข้อมูล

การเก็บฐานข้อมูลภาพม่านตาจะใช้โปรแกรม VirtualDub ในการเก็บภาพ โดยจะจัดเก็บในรูปแบบวีดีทัศน์ซึ่งจะได้ไฟล์นามสกุลเอวีไอ (avi) แล้วจึงทำการเก็บบันทึกภาพออกเป็นทีละ 1 เฟรม เพื่อทำการคัดเลือกภาพม่านตาที่มีคุณภาพดีมาใช้ในการทดสอบ โดยภาพจะมีขนาด 320×240 พิกเซล และเป็นภาพม่านตาของอาสาสมัครจำนวน 26 คน ที่มีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 20 – 25 ปี โดยจะทำการเก็บบุคคลละ 8 ภาพ เป็นตาซ้าย 4 ภาพ และตาขวา 4 ภาพ ฐานข้อมูลจะมีภาพม่านตารวมทั้งหมด 208 ภาพ การจัดเก็บจะทำสองครั้ง คือจัดเก็บด้วยกล้องที่พัฒนาขึ้นครั้งหนึ่งและจัดเก็บโดยกล้องที่พัฒนาจากกล้องวีดีทัศน์อีกครั้งหนึ่ง

ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาทั้งสองคืออุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา อาสาสมัครจะต้องวางคางบนอุปกรณ์วางคางเพื่อให้ได้ระยะห่างที่เหมาะสมกับระยะโฟกัสของกล้อง ในขณะที่อาสาสมัครสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระเมื่อถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีทัศน์ ซึ่งจะตรวจวัดหาระยะห่างระหว่างอาสาสมัครกับตัวกล้องแบบอัตโนมัติ และใช้สีของหลอดไฟเป็นตัวช่วยบอกระยะว่าอาสาสมัครควรเคลื่อนที่ใกล้หรือไกลจากกล้อง จึงต้องทำการอบรมอาสาสมัครก่อนการใช้งานกล้อง กล้องนี้จะทำการเก็บภาพจำนวน 16 ภาพต่อหนึ่งบุคคล และทำการคัดเลือกภาพให้เหลือเพียง 8 ภาพแบบอัตโนมัติ รูป 6(a) และ 6(b) แสดงตัวอย่างภาพม่านตาเดียวกันในฐานข้อมูลทั้งสอง เมื่อพิจารณาด้วยตาเปล่าภาพที่ได้จะมีคุณภาพใกล้เคียงกัน โดยภาพที่ถ่ายได้จากกล้องวีดีทัศน์จะให้ลายม่านตาที่คมชัดกว่าภาพจากล้องที่พัฒนาขึ้นเล็กน้อย และการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำจากกล้องวีดีทัศน์จะทำได้ง่ายกว่า มีปัญหาแสงรบกวนน้อยกว่า

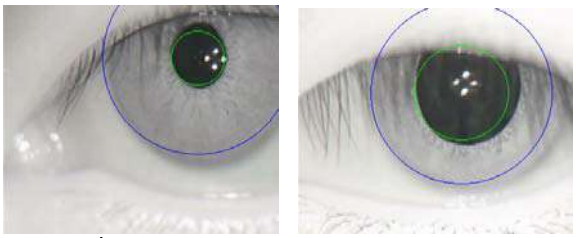
(a) **(b)**

รูปที่ 6: (a) ภาพจากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น (b)ภาพจากกล้องวีดีทัศน์

3.2 การทดสอบขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตา

3.2.1 การทดสอบด้วยตามนุษย์

ขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำมาทดสอบกับภาพในฐานข้อมูลที่เก็บจากกล้องต้นแบบและจากกล้องวีดีทัศน์เทียบกับขั้นตอนหาขอบเขตรูม่านตาของ [3] ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1 การสำรวจจะทำโดยตามนุษย์ และขอบเขตม่านตาที่ได้จะถือว่าผิดเมื่อขอบเขตนั้นอยู่ห่างจากขอบเขตของรูม่านตาอย่างมาก ดังตัวอย่างภาพในรูปที่ 7 ภายในรูปจะปรากฏทั้งขอบเขตม่านตาด้านในและด้านนอก โดยขอบเขตม่านตาด้านนอกพัฒนาโดย [3] และจะถูกประมาณด้วยสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกับขอบเขตม่านตาด้านใน จากการทดลองพบว่าขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาที่พัฒนาขึ้นสามารถระบุขอบเขตรูม่านตาได้ถูกต้องกว่าขั้นตอนของ [3] โดยภาพถ่ายจากกล้องวีดีทัศน์จะให้ค่าความถูกต้องสูงกว่า เนื่องจากภาพมีความคมชัดมากกว่า ค่าความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดในรูปที่รูม่านตาภายในภาพมีลักษณะเป็นวงรีมากกว่าวงกลม



รูปที่ 7: ตัวอย่างการกำหนดขอบเขตรูม่านตาผิดพลาด

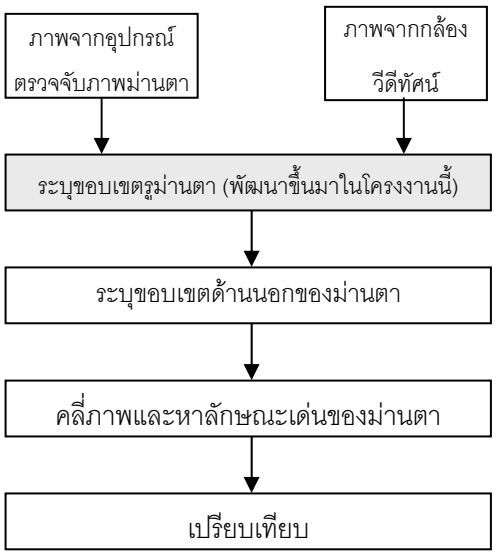
ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการระบุขอบเขตรูม่านตาโดยการสำรวจด้วยตา

ฐานข้อมูล	ค่าความผิดพลาดการระบุขอบเขต รูม่านตา (จำนวนรูป)	
	ขั้นตอนที่พัฒนา	ขั้นตอนของ[3]
อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น	16	22
กล้องวีดีทัศน์	12	18

3.2.2 ผลการทดสอบค่าความผิดพลาดในการระบุบุคคล

การทดลองนี้จะนำภาพถ่ายในฐานข้อมูลทั้งสองมาผ่านขั้นตอนการพิสูจน์ระบุบุคคลด้วยลายม่านตา ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าภาพที่ถ่ายจากอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณภาพดีพอสำหรับการนำไปใช้พิสูจน์ระบุบุคคลหรือไม่ รูปที่ 8 แสดงขั้นตอนการทดสอบ โดยเริ่มจากนำภาพในฐานข้อมูลมาทำการระบุขอบเขตม่านตาทั้งด้านในและด้านนอก ภาพม่านตาที่ได้จะถูกคลี่ออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อหาลักษณะเด่นของลายม่านตาภายในภาพ ลักษณะเด่นที่หาได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นของม่านตาที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลที่ได้ประมวลผลไว้ก่อนหน้า ถ้าลักษณะเด่นทั้งสองมีความเหมือนกันเกินระดับที่กำหนด ระบบจะยืนยันว่าเป็นม่านตาเดียวกัน สำหรับโครงงานนี้จะใช้วิธีการดึงลักษณะเด่นของม่านตาอยู่สองวิธี อธิบายพอสังเขปดังนี้

1. Quotient Threshold (QT) [3] วิธีนี้จะดึงลักษณะเด่นโดยการแบ่งช่วงสีแบบยืดหยุ่น (adaptive thresholding) ค่าที่ใช้ในการตัดแบ่งช่วงสีจะปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับปริมาณแสงโดยรวมของภาพ หลังการตัดแบ่งจะได้อัตราส่วนระหว่างจำนวนพิกเซลพื้นหลังและพิกเซลที่สนใจคงที่ในทุกภาพในฐานข้อมูล ผลลัพธ์การตัดแบ่งจะให้แบบรูปลายม่านตาที่สะท้อนถึงหลุดดำภายในม่านตา แบบรูปที่ได้จะถูกนำไปเข้ารหัสม่านตาและเปรียบเทียบหาความเหมือนระหว่างรหัสทั้งสอง



รูปที่ 8: ขั้นตอนการทดสอบค่าความผิดพลาดในการระบุบุคคล

2 Relative Magnitude and Phase between Blocks (RMBP) [6] วิธีนี้จะทำการดึงลักษณะเด่นโดยการนำภาพม่านตามาผ่านตัวกรองกาบอร์สองมิติ ที่มีความถี่และทิศทางต่างๆกัน ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้หลังผ่านตัวกรองกาบอร์จะสะท้อนถึงลักษณะเนื้อแท้ (texture) ของลายม่านตา ค่าความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์เฉลี่ยของบล็อกที่อยู่ติดกันจะถูกนำมาเข้าเป็นรหัสม่านตา การเปรียบเทียบรหัสม่านตาทำโดยการหาค่า Hamming distant ซึ่งจะให้ค่าที่บ่งถึงจำนวนบิตที่แตกต่างกันระหว่างรหัสทั้งสอง

การวัดค่าความผิดพลาดของระบบระบุบุคคลด้วยลายม่านตานิยมทำได้หลายวิธี สำหรับโครงงานนี้จะทำการวัดค่า Equal Error Rate (EER) ซึ่งเป็นค่าที่ค่าความผิดพลาดแบบ False Accept Error (FAR) เท่ากับ False Reject Error (FRR) โดย ค่า FAR เป็นค่าความผิดพลาดเมื่อระบบยอมรับบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล และ ค่า FRR เป็นค่าความผิดพลาดเมื่อระบบปฏิเสธบุคคลในฐานข้อมูล ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2

จากผลการทดลองพบว่าค่าความผิดพลาดของระบบขึ้นอยู่กับวิธีการดึงลักษณะเด่น เนื่องจาก QT ใช้ความเข้มของพิกเซลเป็นพื้นฐาน ทำให้ความคมชัดของภาพส่งผลโดยตรงต่อ

ลักษณะเด่นที่หาได้ ทำให้ค่าความผิดพลาดของระบบที่ใช้ภาพจากอุปกรณ์ต้นแบบมีค่าสูงกว่าระบบที่ใช้ภาพจากกล้อง วีดีทัศน์อยู่ประมาณ 10 เท่า เนื่องจากลายม่านตาของภาพจากกล้องต้นแบบจะคมชัดน้อยกว่า ในขณะที่ค่าความผิดพลาดจะสูงกว่าเพียงประมาณ 2 เท่าเมื่อใช้วิธี RMBP ทั้งนี้เนื่องจากวิธี RMBP ใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างบล็อกทำให้ความแตกต่างของความคมชัดของลายม่านตามีผลต่อระบบน้อย โดยค่าความผิดพลาดที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองเมื่อใช้ภาพจากอุปกรณ์ต้นแบบคือให้ค่า ERR เป็น 0.004713% ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการระบุบุคคล โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาราคาของอุปกรณ์เป็นปัจจัยสำคัญ ราคาวัสดุของกล้องที่พัฒนาขึ้นจะมีราคารวมประมาณ 2450 บาท ในขณะที่ราคาอุปกรณ์รวมของกล้องวีดีทัศน์จะมีราคาประมาณ 27,000 บาท

ค่าความผิดพลาดในการระบุบุคคลสามารถลดให้ต่ำลงได้โดยการปรับปรุงขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาให้มีความถูกต้องมากขึ้น โดยควรทำการประมาณขอบเขตรูม่านตาด้วยสมการวงรีแทนสมการวงกลม

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดในการระบุบุคคลด้วยลายม่านตาจากอุปกรณ์ตรวจจับม่านตาทั้งสอง

ฐานข้อมูล	% EER	
	QT	RMBP
อุปกรณ์ตรวจจับม่านตาที่พัฒนาขึ้น	0.021210	0.004713
กล้องวีดีโอ	0.002357	0.002357

4. บทสรุป

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับภาพม่านตาต้นทุนต่ำสามารถทำได้จากตัวรับภาพของกล้องเว็บแคม โดยประกอบเข้ากับเลนส์ขยายและหลอดไฟย่านคลื่นใกล้อินฟาเรด เพื่อให้ได้ภาพที่มีลายม่านตาคมชัด และมีขนาดม่านตาที่เหมาะสม กล้องที่พัฒนาได้จะมีราคาต่ำกว่ากล้องตรวจจับที่พัฒนาจากกล้องวีดีโออยู่ประมาณ 11 เท่า และได้ภาพที่มีคุณภาพที่ดีเหมาะสมต่อการใช้ตรวจพิสูจน์บุคคล อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบระยะโฟกัสคงที่ ทำให้ต้องทำการกำหนดตำแหน่งของผู้ใช้งาน ดังนั้นจึงควรพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของระบบวัดระยะห่างระหว่างผู้ถ่ายกับกล้องให้เป็นแบบอัตโนมัติ รวมทั้งพัฒนาให้กล้องมีการปรับระยะโฟกัสได้ในช่วงที่ยาวขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการระบุขอบเขตรูม่านตาที่พัฒนาขึ้นจะอาศัยแสงสะท้อนจากไฟ NIR-LED เป็นจุดอ้างอิง เพื่อหาพิกเซลขอบของรูม่านตา โดยพิกเซลขอบที่ได้จะถูกประมาณด้วยสมการวงกลม ผลการสำรวจด้วยตาพบค่าความผิดพลาดในการระบุขอบเขตเป็น 7.69% โดยค่าความผิดพลาดพบมากในกรณีที่รูปร่างของรูม่านตาเป็นวงรี จึงควรพัฒนาวิธีการหาขอบเขตรูม่านตาในลักษณะของวงรีแทน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงขอขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.klongdigital.com/lens

[2] J. Daugman, “High confidence recognition of persons by rapid video analysis of iris texture,” European Convention on Security and Detection, no.408, pp.244-251, 1995.

[3] Peeranat Thoonsangngam, Kittipol Horapong, Somying Thainimit, and Vutipong,Areekul, “Efficient Iris Recognition Using Adaptive Quotient Thresholding;Lecture Notes in Computer Science: Advances in Biometrics, Editors: David Zhang, Anil K. Jain, Volume 3832 / 2005 ,Springer-Verlag GmbH, pp. 472; 478.

[4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, “Digital Image Processing,” Addison-Wesley, 1992.

[5] พีรณัฏฐ์ ทูลแสงงาม, “ขั้นตอนวิธีการดึงลักษณะเด่นและการเปรียบเทียบเพื่อใช้รู้จำลายม่านตามนุษย์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549

[6] Peeranat Thoonsangngam, Somying Thainimit, and Vutipong Areekul, “Relative Iris Codes,” The 7th IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT), c 2007, Cairo, pp.41-46, 2007.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอส

Car Robbery Warning System by SMS

วรท บุนนาค
Reuters Software Thailand Limited
varot_kus29@hotmail.com

ชัยพร ใจแก้ว อนันต์ ผลเพิ่ม อภิรักษ์ จันทร์สร้าง
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
{chaiporn.j, anan.p, aphirak.j}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบสัญญาณกันขโมยในปัจจุบันที่ส่วนใหญ่เป็นการส่งเสียงดังขึ้นขณะที่มีผู้บุกรุกนั้น มักจะเกิดสัญญาณดังขึ้นเองโดยไม่ได้ตั้งใจบ่อยครั้งจนคนรอบข้างไม่ให้ความสนใจอีกต่อไป รวมทั้งเจ้าของรถยนต์อาจจะไม่ได้ยินเสียงสัญญาณกันขโมย จากเหตุผลต่างๆดังกล่าวได้ก่อให้เกิดการพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอสขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิผลของระบบเตือนภัยของรถยนต์ โดยที่ระบบเตือนภัยนี้สามารถส่งเอสเอ็มเอสไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ได้โดยตรงทันทีที่อุปกรณ์รับรู้ตรวจจับการบุกรุกรถยนต์ได้ ซึ่งอุปกรณ์รับรู้เหล่านี้จะต่อกับระบบควบคุมที่ทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์ผ่านการเชื่อมต่อแบบบลูทูธ และสั่งงานให้ส่งเอสเอ็มเอสออกไปยังโทรศัพท์มือถือที่อยู่กับเจ้าของรถยนต์

Abstract

Nowadays, most cars are equipped with a security system to protect car thefts. However, due to the sensitivity of the system, the alarm can be accidentally activated merely by someone or something coming within close proximity of the security sensor. This happens so frequently that no one pays attention to the alarm any longer, especially when the car owner is out of earshot. The improvement of telecommunication technologies has increased the universality of mobile telephones, which can be employed to let car owners be fully aware of possible car thefts. We developed a car theft warning system that sends warning messages to the car owner via SMS service as soon as an impending car theft is detected. This is achieved by the sensor attached to a controller which controls a mobile in the car via Bluetooth connection.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือ ซึ่งในปัจจุบันมีเครือข่ายครอบคลุมเกือบทั้งประเทศ จึงได้แนวทางที่จะนำเอาโทรศัพท์มือถือมาใช้ให้เกิดประโยชน์เกี่ยวกับการทำงานในด้านต่างๆมากขึ้น รวมทั้งในปัจจุบันมีมิจฉาชีพที่เกี่ยวกับการโจรกรรมรถยนต์มาก ถึงแม้ว่ารถยนต์ทั่วไปจะมีสัญญาณกันขโมยติดอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการใช้อุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ที่ใช้พาสซีฟอินฟราเรด (Passive Infrared) ช่วยในการรักษาความปลอดภัยของรถยนต์ โดยจะมีการส่งสัญญาณกันขโมยเมื่อมีการเปิดประตู หรือทุบกระจกรถยนต์ หรือเมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ [1-3] แต่จากสภาพสังคมที่วุ่นวายอย่างทุกวันนี้การส่งเสียงดังของสัญญาณกันขโมยกลายเป็นเรื่องปกติจนไม่ค่อยมีใครสนใจ และไม่คิดว่าต้นเหตุของเสียงสัญญาณที่ดัง จะมาจากรถยนต์ถูกโจรกรรม รวมทั้งเจ้าของรถยนต์อาจจะไม่ได้ยินเสียงสัญญาณกันขโมย จึงได้เกิดแนวคิดที่จะทำระบบเตือนภัยระบบใหม่ที่สามารถส่งเอสเอ็มเอส (SMS) ถึงโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ได้โดยตรง ซึ่งจะทำให้ไม่ว่าเจ้าของรถยนต์จะอยู่ที่ใดก็ตามถ้าหากมีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้นกับรถยนต์ เจ้าของรถยนต์ก็จะสามารถทราบถึงสถานะของรถยนต์ได้ทันที

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 *เครื่องส่งข้อความเตือนกันขโมยรถยนต์*

เครื่องส่งข้อความเตือนกันขโมยรถยนต์ [4] เป็นชุดเตือนภัยกันขโมยผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51 ต่อกับโทรศัพท์มือถือซีเมนส์รุ่น C35 หรือ C45 ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยใช้การตรวจสอบการอินเตอร์รัพท์ที่ต่อกับสวิทซ์ประตูรถยนต์ที่มีไฟ 12 โวลท์ เนื่องจากเมื่อมีการเปิดประตูเราสามารถเลือกสวิทซ์ให้มีไฟ 12 โวลท์มาเลี้ยงหลอดไฟได้ จึงได้นำมาต่อกับขาอินเตอร์รัพท์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่หากนำสัญญาณไฟดังกล่าวมาต่อโดยตรงจะทำให้วงจรเสียหายได้ จึงต้องหาวงจรอื่นมาต่อคั่น

โดยมีหลักการว่าต้องแปลงระดับสัญญาณลอจิก 1 ที่ 12 โวลท์มาที่ 5 โวลท์และมีเงื่อนไขว่าเมื่อมีไฟ 12 โวลท์ มาจะต้องมีลอจิก 0 เข้ามาที่ขา P3.2 หรืออินเตอร์รัพท์ 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นเมื่อมีการเปิดประตูรถยนต์จะทำให้วงจรส่งคำสั่ง AT Command ที่ใช้ส่งเอสเอ็มเอสไปยังโทรศัพท์มือถือเพื่อสั่งให้โทรศัพท์มือถือส่งข้อความไปยังเลขหมายปลายทางที่ตั้งไว้ โดยที่หลังจากมีการเปิดประตูแล้วไม่เกิน วินาที 30 จะปรากฏข้อความส่งไปยังเลขหมายปลายทางที่ตั้งไว้ แต่ชุดเตือนภัยนี้ยังมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถตรวจจับการทุบกระจกรถยนต์เพื่อเข้าไปขโมยของมีค่าภายในรถ หรือขโมยรถยนต์ได้ เนื่องจากการทุบกระจกจะไม่ส่งผลต่อไฟในรถยนต์ รวมทั้งไม่สามารถสั่งเปิดปิดการทำงานของชุดเตือนภัยซึ่งทำให้สิ้นเปลืองในกรณีที่เจ้าของจะเปิดประตูใช้รถตามปกติ

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 *ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR และ ATMega16*

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR [5] จัดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่จาก ATMEL มีสถาปัตยกรรมแบบ Advanced RISC คือหนึ่งในคำสั่งทำงานใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ที่จะใช้ในโครงงานนี้จะเป็นเบอร์ ATMega16 โดยที่ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของ ATMega16 มีจำนวน 40 ขา โดยแบ่งเป็น ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตอิสระ จำนวน 32 ขา ประกอบไปด้วย PA, PB, PC, PD ขนาด 8 บิต และขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณแอนะ–ล็อกจำนวน 2 ขาพอร์ต คือ AREF และ AVCC

2.2.2 *สถาปัตยกรรมของบลูทูธ*

บลูทูธ [6] เป็นเทคโนโลยีของอินเตอร์เฟสทางคลื่นวิทยุ (Universal Radio Interface) สำหรับใช้ในการเชื่อมโยงสื่อสารไร้สายในแถบความถี่ 2.45 GHz ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถือเคลื่อนย้ายได้ สามารถติดต่อเชื่อมโยงสื่อสารแบบไร้สายระหว่างกันในช่วงระยะห่างสั้นๆ ได้ อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้สูงสุดถึง 7 เครื่องพร้อมกัน ภายในระยะทางไม่เกิน 10 เมตร

2.2.3 *เอทีคอมมานด์*

เอทีคอมมานด์ (AT Command) [7-9] เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือ โดยส่วนมากมักใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment)

โทรศัพท์มือถือมีรูปแบบในการส่งข้อมูลในรูป เอสเอ็มเอสผ่าน เอทีคอมมานด์ 2 แบบ คือ Text Mode และ PDU Mode

2.2.3.1 *Text Mode*

เป็นการส่งข้อมูลในรูปของตัวอักษรได้โดยตรง แต่การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูป PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในโทรศัพท์บางเครื่องไม่สนับสนุนการส่งข้อความแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากส่งข้อความเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากโทรศัพท์จะไม่ต้องมีการแปลงข้อมูลอีกชั้นหนึ่ง

2.2.3.2 *PDU Mode*

PDU (Protocol Data Unit) คือโหมดการทำงานประเภทหนึ่งซึ่งจะทำการแปลงรหัสแอสกี (ASCII) ของตัวอักขระแต่ละตัวให้เป็นรหัส PDU ซึ่งรหัส PDU นั้น สามารถนำมาใช้งานได้กับชุดคำสั่ง เอทีคอมมานด์ ในการส่งเอสเอ็มเอส และสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือทุกเครื่องที่รับคำสั่งเอทีคอมมานด์ได้ โดยที่การเข้ารหัส PDU มีขั้นตอนดังนี้

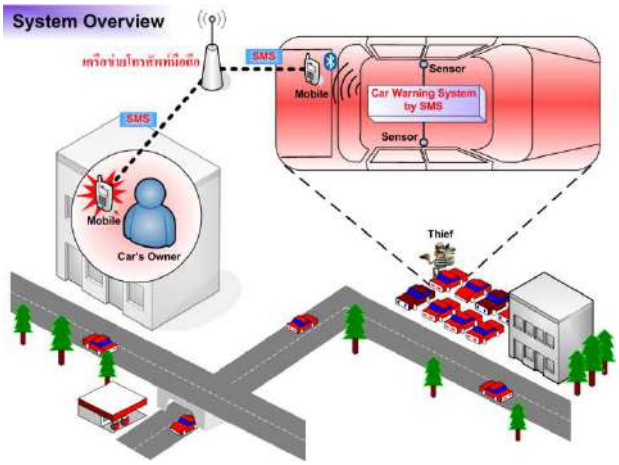
- จะต้องทราบรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16ของแต่ละอักขระ
- แปลงจากรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16 ของแต่ละอักขระ เป็นรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 (Binary)
- นำรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 ของแต่ละตัวมาตัดบิตซ้ายสุดทิ้ง
- นำรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 ของแต่ละตัวมาวางเรียงกัน โดยจัดให้บิตนัยสำคัญต่ำ (LSB) อยู่ซ้ายมือ จากนั้นแบ่งสายบิตออกเป็นกลุ่มละ 8 บิต โดยให้เติม 0 เข้าไปทางด้านขวาจนแบ่งกลุ่มของสายบิตได้เท่ากับจำนวนอักขระเริ่มต้น
- เรียงรหัส PDU 8 บิตที่แบ่งได้ โดยให้บิตนัยสำคัญสูง (MSB) อยู่ซ้ายมือ
- แปลงรหัส PDU 8 บิตที่ได้ให้เป็นรหัส PDU แบบเลขฐาน 16

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

3. รายละเอียดการพัฒนา

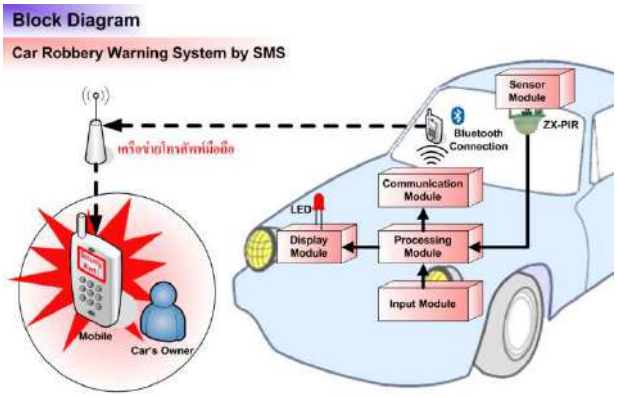
3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอสทำงานโดยการส่งสัญญาณไปยังโทรศัพท์มือถือที่อยู่ในรถยนต์หลังจากที่รถยนต์ถูกโจรกรรม เพื่อควบคุมให้โทรศัพท์มือถือที่อยู่ในรถยนต์ส่งเอสเอ็มเอสไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

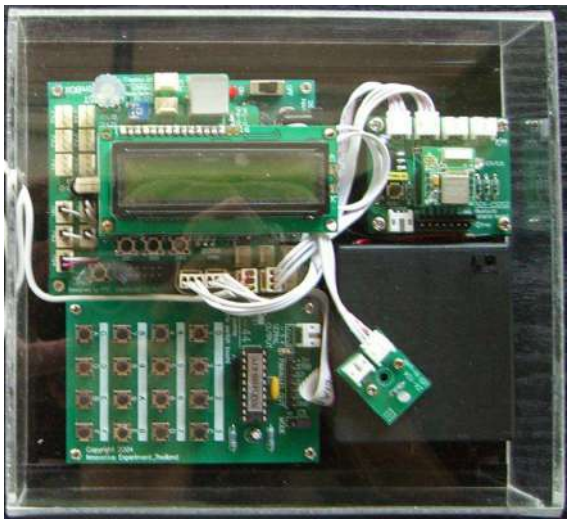
ระบบเตือนภัยนี้ จะรับอินพุทจากโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวเมื่อตรวจจับการบุกรุกได้ โดยจะส่งเอาท์พุทเป็นเอสเอ็มเอสไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ ตามโครงสร้างของระบบดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมองค์ประกอบของระบบ

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

รูปที่ 3 แสดงระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมา โดยในภาพแสดงส่วนของกล่องควบคุมหลักโดยไม่เห็นอุปกรณ์รับรู้ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกตัวกล่อง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบมีดังนี้



รูปที่ 3 กล่องควบคุมหลักของระบบเตือนภัย

3.2.1 *ส่วนอุปกรณ์รับรู้ (Sensor Module)*

ส่วนอุปกรณ์รับรู้เป็นโมดูลที่ใช้ตรวจจับการบุกรุก โดยใช้โมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวติดอยู่ในรถยนต์ เมื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวได้จะส่งสัญญาณต่อไปยังส่วนการประมวลผล

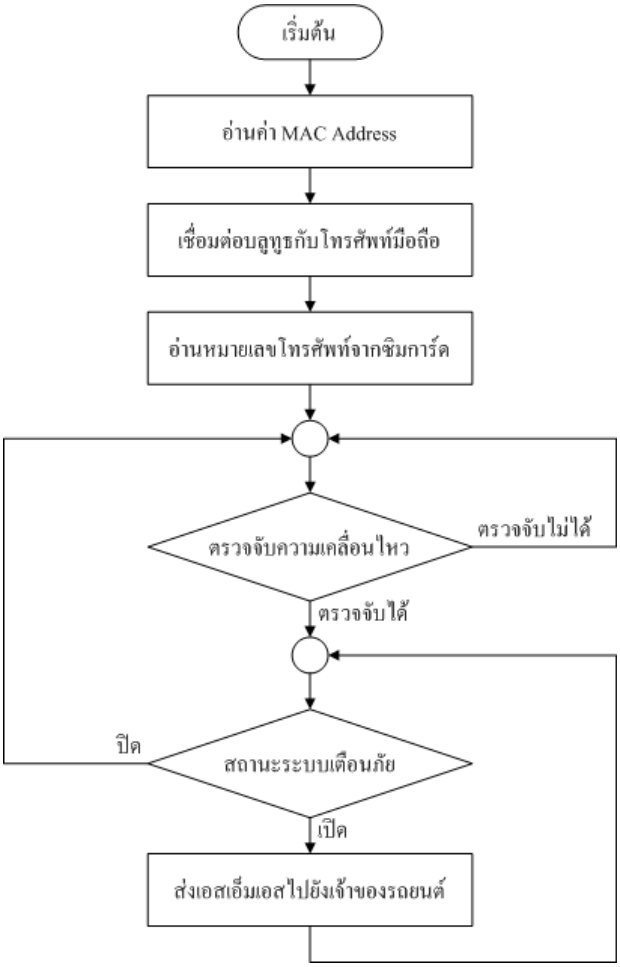
3.2.2 *ส่วนการประมวลผล (Processing Module)*

ส่วนการประมวลผล เป็นโมดูลที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยมีหน้าที่ดังนี้

- รับชื่อโทรศัพท์มือถือและค่า MAC Address จากการค้นหาด้วยโมดูลบลูทูธ หลังจากนั้นจะหาชื่อโทรศัพท์มือถือที่ขึ้นต้นด้วยอักขระ ! * เป็นชื่อแรกพร้อมกับค่า MAC Address ของโทรศัพท์มือถือเครื่องนั้น และบันทึกค่าลงใน EEPROM
- รับค่า MAC Address จากบอร์ดสวิตช์เมตริกซ์ 4x4 อเนกประสงค์ และบันทึกค่าลงใน EEPROM
- อ่านหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรกเพื่อใช้ในการส่งเอสเอ็มเอส
- รอรับการโทรเข้า ถ้าหมายเลขที่โทรเข้าเป็นหมายเลขที่บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรก ส่วนการประมวลผลจะปิดระบบเตือนภัยในกรณีที่ระบบเตือนภัยเปิดอยู่ และจะเปิดระบบเตือนภัยในกรณีที่ระบบเตือนภัยปิดอยู่ (การปิดระบบเตือนภัยเป็นการสั่งให้หยุดส่งเอสเอ็มเอสจนกว่าจะสั่งเปิด แต่ระบบอื่น ๆ ยังทำงานตามปกติ)

- รับสัญญาณจากส่วนอุปกรณ์รับรู้
- เมื่อได้รับสัญญาณจากส่วนอุปกรณ์รับรู้ และระบบเตือนภัยเปิดอยู่ ส่วนประมวลผลจะสั่งให้โทรศัพท์มือถือในรถยนต์ส่งเอสเอ็มเอสออกไปตามหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรก

ขั้นตอนการทำงานของส่วนการประมวลผลแสดงเป็นแผนภาพดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.2.3 *ส่วนการสื่อสาร (Communication Module)*

ส่วนการสื่อสาร เป็นโมดูลที่มีหน้าที่ค้นหาโทรศัพท์มือถือ และรับค่า MAC Address ที่ได้จากส่วนการประมวลผล และทำหน้าที่เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือในรถยนต์ โดยโมดูลนี้จะใช้โมดูลบลูทูธต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ แอทเมก้า 16

3.2.4 *ส่วนการแสดงผล (Display Module)*

ส่วนการแสดงผลเป็นโมดูลที่ใช้แสดงผลการทำงาน โดยใช้โมดูล LCD Display-IO แสดงการทำงานในสถานะต่างๆ และใช้ไฟแสดงผลแสดงสถานะของระบบเตือนภัย ถ้าไฟดับแสดงว่าระบบเตือนภัยปิด ถ้าไฟกระพริบทุกๆ 1 วินาทีแสดงว่าระบบเตือนภัยเปิด และถ้าไฟกระพริบทุกๆ 5 วินาทีแสดงว่าระบบเตือนภัยกำลังส่งเอสเอ็มเอส

3.2.5 *รายละเอียดอินพุท*

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอสนี้ จะรับอินพุทจาก 4 ทางดังนี้

- รับอินพุทชื่อโทรศัพท์มือถือและค่า Mac Address 12 หลัก จากการค้นหาด้วยโมดูลบลูทูธ ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือในรถยนต์
- รับอินพุทค่า Mac Address 12 หลัก จากบอร์ดสวิตช์เมตริกซ์ 4x4 อเนกประสงค์ ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือในรถยนต์
- รับอินพุทจากโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวเมื่อตรวจจับการบุกรุกได้
- รับอินพุทการโทรเข้าจากโทรศัพท์มือถือที่ได้บันทึกหมายเลขไว้ในซิมการ์ด เพื่อเป็นการสั่งเปิดหรือปิดระบบเตือนภัย หลังจากโทรติดต้องวางสายภายใน 10 วินาที

3.2.6 *รายละเอียดเอาท์พุท*

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอสนี้ จะมีเอาท์พุท 3 แบบดังนี้

- ส่งเอาท์พุทเป็นเอสเอ็มเอส ไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์ตามหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรกทุก ๆ 1 นาทีเป็นจำนวน 5 ครั้ง หลังจากนั้นจะส่งเอสเอ็มเอสทุกๆ 5 นาที จนกว่าเจ้าของรถยนต์จะใช้โทรศัพท์มือถือที่ได้บันทึกหมายเลขไว้ในซิมการ์ด โทรเข้ามายังโทรศัพท์มือถือที่อยู่ในรถยนต์เพื่อเป็นการปิดระบบเตือนภัย
- ส่งเอาท์พุทบอกสถานการณ์ทำงานในกระบวนการต่าง ๆ เป็นตัวอักษรทางหน้าจอ LCD
- ส่งเอาท์พุททางไฟแสดงผลเพื่อบอกสถานะปัจจุบันของระบบว่าปิด เปิดพร้อมทำงาน หรือกำลังส่งเอสเอ็มเอส

- ส่งเอาท์พุทเป็นการโทรกลับไปยังมือถือของเจ้าของรถยนต์ เพื่อยืนยันการเปิดระบบเตือนภัย

3.3 ข้อจำกัดของระบบ

- โทรศัพท์มือถือที่ใช้เป็นตัวส่งเอสเอ็มเอส (โทรศัพท์มือถือที่อยู่ภายในรถยนต์) จะต้องรองรับคำสั่งเอทีคอมมานด์ (AT Command) แบบ PDU Mode [10], คำสั่ง AT+CPBS ที่ใช้ในการเลือกที่เก็บหน่วยความจำของสมุดโทรศัพท์, คำสั่ง AT+CPBR ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจากสมุดโทรศัพท์ และคำสั่ง AT+CLIP ที่ใช้ในการแสดงผลหมายเลขโทรศัพท์ที่โทรเข้า
- โทรศัพท์มือถือที่ใช้เป็นตัวส่งเอสเอ็มเอส (โทรศัพท์มือถือที่อยู่ภายในรถยนต์) จะต้องเป็นโทรศัพท์มือถือยี่ห้อโซนี่อีริคสัน (Sony Ericsson) เนื่องจากรองรับคำสั่ง AT+CLIP ที่ใช้ในการแสดงผลหมายเลขโทรศัพท์ที่โทรเข้า และสามารถส่งข้อมูลกับโมดูลบลูทูธได้หลังการเชื่อมต่อ

4. การทดสอบการใช้งาน

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ผู้พัฒนาได้ทดสอบระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอส โดยนำระบบเตือนภัยนี้ไปติดตั้งจริงในรถยนต์ฮอนด้า แจ๊ส (Honda Jazz) โดยติดตั้งติดตั้งโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบ 1 ตัวซึ่งติดตั้งไว้ที่หลังคาด้านในตรงกลางรถยนต์ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ภาพแสดงการติดตั้งโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบ 1 ตัว

4.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

4.2.1 *การทดสอบการค้นหาและการอ่านค่า MAC Address*

จากการทดสอบพบว่า ระบบสามารถค้นหาอุปกรณ์ บลูทูธและอ่านค่า MAC Address ที่บันทึกไว้ใน EEPROM ได้ถูกต้อง

4.2.2 *การทดสอบการเชื่อมต่อบลูทูธ*

จากการทดสอบพบว่า โมดูลบลูทูธสามารถเชื่อมต่อบลูทูธกับโทรศัพท์มือถือตามค่า MAC Address ที่บันทึกไว้ได้

4.2.3 *การทดสอบการอ่านหมายเลขโทรศัพท์จากซิมการ์ด*

จากการทดสอบพบว่า ระบบสามารถอ่านหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรกได้

4.2.4 *การทดสอบการเปิด-ปิดระบบเตือนภัย*

จากการทดสอบพบว่า ระบบเตือนภัยนี้สามารถสั่งเปิดปิดได้เมื่อมีการโทรเข้ามายังโทรศัพท์มือถือในรถยนต์ ด้วยหมายเลขโทรศัพท์ที่ระบบอ่านได้จากซิมการ์ดจะเกิดผลดังนี้

- ในกรณีที่ระบบเตือนภัยปิดอยู่ ระบบเตือนภัยจะเปลี่ยนสถานะเป็นเปิดและไฟแสดงผลจะกระพริบ นอกจากนี้โทรศัพท์มือถือในรถยนต์จะโทรกลับเป็นเวลาประมาณ 10 วินาทีแล้วจะวางสายเพื่อเป็นการยืนยันการเปิดระบบเตือนภัยอีกด้วย
- ในกรณีที่ระบบเตือนภัยเปิดอยู่ ระบบเตือนภัยจะเปลี่ยนสถานะเป็นปิดและไฟแสดงผลจะดับ (การปิดระบบเตือนภัยเป็นการสั่งให้หยุดส่งเอสเอ็มเอสจนกว่าจะสั่งเปิด แต่ระบบในส่วนอื่น ๆ ยังทำงานตามปกติ)

4.2.5 *การทดสอบระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอส*

จากการทดสอบนำระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอสไปติดตั้งจริงในรถยนต์ พบว่าโมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวจะไม่ตรวจจับความเคลื่อนไหวของคนหรือสิ่งของที่อยู่ด้านนอกของรถยนต์ รวมทั้งการเข็นหรือการสั่นรถยนต์ แต่จะตรวจจับความเคลื่อนไหวเฉพาะตอนที่เข้ามาภายในรถยนต์เท่านั้น โดยที่ระบบเตือนภัยสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของคนที่พยายามจะเข้ามาภายในรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งจากทางประตูรถทั้ง 5 ประตู และจากทางกระจกรถยนต์ทุก

บาน นอกจากนี้ระบบยังสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ทั้งตอนกลางวันและกลางคืน เนื่องจากแสงแดดจะไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจจับความเคลื่อนไหว

หลังจากระบบเตือนภัยตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ และระบบเตือนภัยเปิดอยู่ ระบบจะส่งเอสเอ็มเอสคำว่า “Security Alert !” ออกไปตามหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้บันทึกไว้ในซิมการ์ด 5 หมายเลขแรก โดยที่จะส่งเอสเอ็มเอสทุก ๆ 1 นาที เป็นจำนวน 5 ครั้ง หลังจากนั้นจะส่งเอสเอ็มเอสทุก ๆ 5 นาที จนกว่าเจ้าของรถจะสั่งปิดระบบเตือนภัย

จากการทดสอบใช้งานจริงในรถยนต์จำนวน 100 ครั้ง พบว่าระบบเตือนภัยนี้สามารถตรวจจับการบุกรุกเข้าไปภายในรถยนต์ได้ถูกต้อง 100 ครั้ง และหลังจากตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ระบบสามารถส่งเอสเอ็มเอสไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในซิมการ์ดได้อย่างถูกต้องทั้ง 100 ครั้ง รวมทั้งเจ้าของรถยนต์จะได้รับเอสเอ็มเอสภายใน 10 วินาที หลังจากตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

นอกจากนี้จากการทดสอบพบว่า ถึงแม้ว่าจะตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ แต่ถ้าระบบเตือนภัยปิดอยู่ จะไม่มีการส่งเอสเอ็มเอสไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถยนต์

5. บทสรุป

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

5.1.1 พัฒนาให้สามารถสั่งตัดไฟจากแบตเตอรี่รถยนต์ ด้วยโทรศัพท์มือถือ เพื่อไม่ให้สามารถสตาร์ทรถยนต์ได้

5.1.2 พัฒนาให้สามารถส่ง Cell Site Info ร่วมกับเอสเอ็มเอสแจ้งเตือนได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตามหารถยนต์

5.1.3 นำโมดูลจีพีเอส (GPS Module) มาใช้ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการแจ้งตำแหน่งรถยนต์

5.1.4 พัฒนาให้สามารถจับภาพคนร้ายได้ ทั้งแบบรูปถ่ายและแบบวิดีโอโดยการติดตั้งกล้อง และส่งภาพที่ได้ผ่านทางเครือข่ายจีพีอาร์เอส (GPRS) ไปยังมือถือของเจ้าของรถยนต์

5.1.5 นำอุปกรณ์รับรู้แบบไร้สายมาใช้เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงาน ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถยนต์ด้วยเอสเอ็มเอส จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากขาดการสนับสนุน และกำลังใจจากหลายๆ ฝ่าย อาทิ รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม ดร.ชัยพร ใจแก้ว และ อ.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาในการพัฒนาโครงงาน รวมทั้งสนุบสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการพัฒนาโครงงาน คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และครอบครัว ที่คอยไต่ถามการพัฒนาโครงงานด้วยความห่วงใย และมอบกำลังใจให้ในยามที่เกิดปัญหา รวมทั้งคำแนะนำเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงงาน และเพื่อนๆ ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือและกำลังใจในทุกด้านๆ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Trimmer, H.William, Understanding and Servicing Alarm Systems. Stoneham: Butterworth, 1981.

[2] Walker, Philip, Electronic Security Systems. Cambridge, UK: University Press, 1985.

[3] Weber, Thad L., Alarm Systems and Theft Protection (2d ed.). Stoneham, MA: Butterworth, 1985.

[4] นายเฉลิมพล ดอนนาม และนายวิชาติ สิทธิรุ่ง, เครื่องส่งข้อความเตือนกันขโมยรถยนต์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2548.

[5] ประจิน พลังสันติกุล, การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ด้วยภาษา C กับ WinAVR (C Compiler), แอพซอฟต์เทค, กรุงเทพฯ, 2549.

[6] สัลยุทธ์ สว่างวรรณ, เครือข่ายคอมพิวเตอร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2547.

[7] Conexant, AT Commands for SmartSCM, SmartACF, SmartACFL, and SC56D Modems Reference Manual. Doc. No. 100722B, Conexant, March 20, 2001.

[8] Forum Nokia, AT Command Set For Nokia GSM And WCDMA Products, Nokia Corporation, July 1, 2005.

[9] Sony Ericsson, AT-Commands Manual. EN/LZT 123 928 R2A, Sony Ericsson.

[10] Atmel, AVR323: Interfacing GSM modems, Atmel.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการสื่อสารไร้สาย เพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ

สัญญา ควรคิด

หน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี กลุ่มโปรแกรมวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โทรศัพท์ : 034-261021-30 ต่อ 1827, E-mail: sanykuo@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการสื่อสารแบบไร้สาย เพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ ซึ่งระบบประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสามส่วน ได้แก่ 1) เซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่นำข้อสอบเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล 2) อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์และเครื่องตอบแบบทดสอบ 3) เครื่องตอบแบบทดสอบไร้สายโดยใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ในการทดลองได้พัฒนาชุดทดลองต้นแบบอุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารข้อมูลจำนวน 1 ชุด และอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบจำนวน 20 ชุด ทดลองรับส่งข้อมูลตามรูปแบบการสื่อสารที่กำหนด ผลการทดลองพบว่า การสื่อสารข้อมูล ระหว่างเซิร์ฟเวอร์และอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบสามารถอ่านค่าบัตรประจำตัวจากบัตรอาร์เอฟไอดี ข้อมูลการเลือกคำตอบ ฯลฯ ได้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนด โดยสามารถสื่อสารได้ระยะทางไม่เกิน 50 เมตร

Abstract

This paper proposed Radio Frequency Identification (RFID) technology and wireless communication application for developing automatic testing system. This system has three main parts 1) Server to take an examination paper into database system 2) A tool for control data communication 3) A tool for testing choice selection by using with RFID technology and wireless communication. By developing the machine prototype of part 2 and part 3. The system was tested by sending and receiving data in the assign format. The experimental result found that the communication work properly and distance between Server and testing choice selection machine not exceed 50 meters.

คำสำคัญ

ระบบสมองกลฝังตัว, เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี,การสอบแบบออนไลน์

1. บทนำ

ปัจจุบันเมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้น ในระบบการศึกษาก็ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในหลายรูปแบบ เช่น การใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (E-Learning)

การพัฒนาระบบคลังข้อสอบ และการสอบออนไลน์ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ประยุกต์เอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในด้านการวัดผลการศึกษาให้มีความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง เที่ยงตรง ซึ่งระบบการสอบผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็นสองรูปแบบ ได้แก่ระบบการสอบผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) ซึ่งเป็นการทำข้อสอบภายในหน่วยงานต่างๆ เช่น ภายในโรงเรียนหรือภายในมหาวิทยาลัย และระบบการสอบผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) ซึ่งเป็นการจัดทำการสอบแบบออนไลน์ (Online) โดยที่ผู้เข้าสอบทำการสอบผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจากที่ใดก็ได้ โดยทั้งสองรูปแบบต้องประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อนำข้อสอบเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลและจัดเก็บไว้ในโปรแกรมคลังข้อสอบ รูปแบบการสอบมีลักษณะดังนี้คือผู้เข้าสอบจะได้รับรหัสผ่านในการเข้าสอบผ่านโปรแกรมการสอบ โดยเป็นโปรแกรมเฉพาะหรือทำงานผ่านโปรแกรมเวปเบราเซอร์ (Web Browser) โดยโปรแกรมการสอบโดยทั่วไป[1] จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เช่น มีระบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าสอบ มีระบบจัดการเรื่องรหัสผ่าน มีระบบการแสดงข้อสอบและระบบการเลือกตอบ ฯลฯ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีระบบบ่งชี้ด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification : RFID) เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สาย และเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังมีบทบาทและความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว [2,3] การประยุกต์เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มีรูปแบบหลากหลายด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน แต่อยู่บนหลักการพื้นฐานเดียวกัน นั่นคือการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อการระบุเอกลักษณ์ของวัตถุ หรือเจ้าของวัตถุที่ติดป้ายอาร์เอฟไอดีแทนการระบุด้วยวิธีการอื่นซึ่งวิธีการนี้จะช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพได้ดีกว่า นอกจากนี้ระบบอาร์เอฟไอดี ยังมีข้อโดดเด่นในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความจุข้อมูลสูง อ่านข้อมูลไม่ได้โดยคน ไม่มีปัญหาด้านความชื้น เครื่องสามารถอ่านได้รอบทิศทางและที่มีวัตถุปิดบัง เนื่องจากเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีใช้ความถี่ในการสื่อสารข้อมูล ทำให้ตัวบัตรไม่มีการสึกหรอเนื่องจากไม่มีการสัมผัสกับเครื่องอ่านโดยตรง ราคาอุปกรณ์และระบบอยู่ในระดับปานกลาง ไม่แพงมาก การแก้ไขหรือปลอมแปลงข้อมูลในบัตรทำได้ยากมาก อ่านข้อมูลได้รวดเร็วแม้ในขณะเคลื่อนที่ ฯลฯ

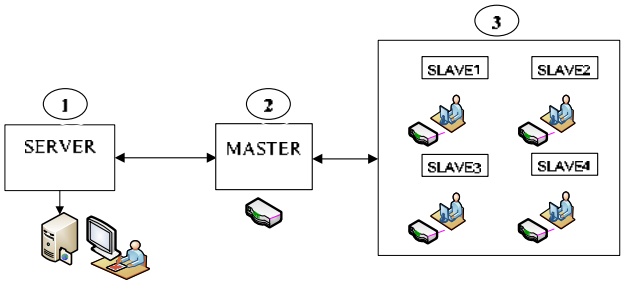
เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานกับระบบ Intelligent Building System (IBS) ซึ่งก็คือการนำเทคโนโลยีมาทำให้มนุษย์มีการใช้ชีวิตได้อย่างสะดวกสบาย มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น โดยหลักการของ IBS ก็ได้มาจากทฤษฎีของ AI (Artificial Intelligent) ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยระบบ IBS ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย [4,5] โดยหากเราสามารถพัฒนาระบบที่มีการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีร่วมกับการพัฒนาระบบห้องสอบแบบออนไลน์ จะทำให้เกิดระบบ IBS ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านการศึกษาได้อีกรูปแบบหนึ่ง

สำหรับงานวิจัยนี้สนใจการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการสื่อสารแบบไร้สายเพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ โดยได้นำข้อดีของการสอบแบบออนไลน์และเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาพัฒนาระบบห้องสอบอัตโนมัติโดยมีแนวคิดในการทำวิจัยดังนี้

1. พัฒนาระบบห้องสอบแบบอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำข้อสอบเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลและจัดเก็บไว้ในโปรแกรมคลังข้อสอบพร้อมทั้งประมวลผลข้อสอบ
2. พัฒนาอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์และอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบ
3. พัฒนาอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบแบบไร้สายโดยใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

3. ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมการทำงาน ของระบบห้องสอบอัตโนมัติ แสดงได้ดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์ (Server) ส่วนสื่อสารข้อมูล (Master) และส่วนตอบแบบทดสอบ (Slave)



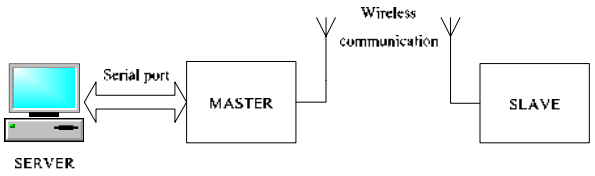
รูปที่ 1. แสดงภาพรวมของระบบห้องสอบอัตโนมัติ

โดยสามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

- ส่วนควบคุมข้อสอบและประมวลผล (Server) ทำหน้าที่เป็นคลังข้อสอบ แสดงผลการทดสอบ โดยนำข้อมูลที่ได้รับจากส่วนตอบแบบทดสอบไปประมวลผล ซึ่งจะติดต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารข้อมูล และรองรับการใช้งานร่วมกับฐานข้อมูลแบบต่าง ๆ
- ส่วนควบคุมการสื่อสารข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์และอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบ ทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมการรับส่งข้อมูลตามรูปแบบการสื่อสารที่กำหนด
- ส่วนตอบแบบทดสอบไร้สาย โดยใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ทำหน้าที่รับข้อมูลจากบัตรอาร์เอฟไอดี (Tag) ของผู้เข้าสอบ โดยที่อุปกรณ์อ่านบัตรอาร์เอฟไอดี (Reader) จะทำการตรวจสอบสิทธิ์และบันทึกข้อมูลผู้เข้าสอบ จากนั้น

จะสามารถทำการสอบโดยการกดตัวเลือกในการทำข้อสอบแต่ละข้อจากอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบได้

ในงานวิจัยนี้ เราได้พัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วย เซิร์ฟเวอร์ อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารข้อมูลที่เรียกว่า “Master” และอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบแบบไร้สายที่เรียกว่า “Slave” ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2 โดยการสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์และ Master จะสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม (RS-232) และการสื่อสารระหว่าง Master และ Slave จะสื่อสารในรูปแบบการสื่อสารไร้สาย



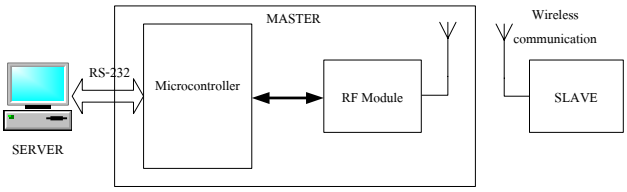
รูปที่ 2. แสดงระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ

4. องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

4.1 อุปกรณ์และการทดลองในส่วน Master

อุปกรณ์ Master ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ประมวลผล โดยรอรับคำสั่งจากเซิร์ฟเวอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม (RS-232) และส่งคำสั่งผ่านโมดูลการสื่อสารแบบไร้สายไปยังอุปกรณ์ Slave และรอรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave เพื่อนำไปประมวลผลและส่งกลับไปยัง Server อีกครั้งหนึ่ง โดยแสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ Master ดังรูปที่ 3 ซึ่งหน้าที่หลักของ Master ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

- เป็นตัวกลางและกำหนดรูปแบบการสื่อสารการสื่อสารระหว่าง Server และอุปกรณ์ Slave
- ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Slave



รูปที่ 3. แสดงบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Server และ Slave

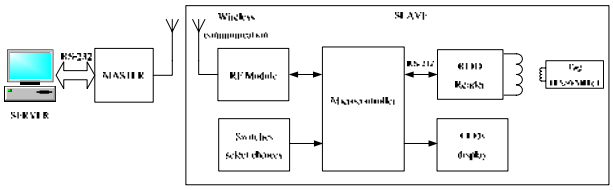
อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C4051 และโมดูลการสื่อสารไร้สายเบอร์ TRW-24G ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- ความถี่ในการใช้งานที่ 2.4 GHz – 2.524 GHz
- มีรูปแบบและความเร็วสูงในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps, 250 Kbps
- มีทั้งตัวรับและตัวส่งในชุดเดียวกัน กำลังส่ง Output Power 10 mW พร้อมเสาอากาศในตัว
- ระยะทางในการรับส่งสัญญาณ 280 เมตร (250 Kbps), 150 เมตร (1 Mbps) ในที่แจ้งและในตัวอาคารระยะทาง 50 เมตร

4.2 อุปกรณ์และการทดลองในส่วน Slave

อุปกรณ์ Slave ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ประมวลผลโดยรับค่ารหัสประจำตัวจากอุปกรณ์อ่านอาร์เอฟไอดี (Reader) ที่อ่านค่าได้จากบัตรอาร์เอฟไอดี (Tag) และคอยตรวจสอบการเลือกคำตอบจากการกดสวิทซ์ของผู้เข้าสอบและแสดงผลการกดสวิทซ์ด้วยอุปกรณ์ LED เพื่อเก็บข้อมูลการเลือกคำตอบ ไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์และจะสื่อสารกับอุปกรณ์ Master โดยผ่านโมดูลการสื่อสารแบบไร้สาย แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ Master ดังรูปที่ 4 ซึ่งหน้าที่หลักของ Slave ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

- รอรับคำสั่งจากอุปกรณ์ Master เพื่อส่งข้อมูลตามที่อุปกรณ์ Master ร้องขอ
- รับข้อมูลรหัสบัตรประจำตัว จากบัตรอาร์เอฟไอดีและการเลือกคำตอบจากผู้เข้าทดสอบเพื่อจัดเตรียมส่งข้อมูลให้ Master



รูปที่ 4. แสดงบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบไร้สายโดยใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

อุปกรณ์การทดลองในส่วนการประมวลผลและการสื่อสารไร้สายเช่นเดียวกับ Master โดยมีส่วนของสวิทซ์เลือกคำตอบและอุปกรณ์แสดงผล LED แบบ 5 ตัวเลือกเพื่อทำหน้าที่รับข้อมูลและแสดงผลการเลือกคำตอบ และอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี โดยใช้โมดูลอุปกรณ์อ่านรุ่น SL015M ของบริษัท MIFARE มาตรฐาน ISO/IEC 14443 ซึ่งทำงานที่ความถี่ 13.56 MHz โดยสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม (RS-232) และใช้บัตรอาร์เอฟไอดีความจุขนาด 1 Kbyte โดยมีรูปแบบการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และโมดูลอุปกรณ์อ่านดังนี้ Baud rate=9600, Data bits=8, Parity=None และ Stop bits =1

5. การออกแบบและพัฒนาระบบ

5.1 การออกแบบและพัฒนาระบบการสื่อสารข้อมูล

5.1.1 การออกแบบชุดคำสั่งในการสื่อสาร

การออกแบบชุดคำสั่งประกอบด้วยการสื่อสารระหว่าง Server, Master และ Slave

5.1.1.1 การออกแบบชุดคำสั่งและการตอบกลับระหว่างอุปกรณ์ Server และ Master

การสื่อสารระหว่าง Server และ Master ได้กำหนดคำสั่งต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งในการทดลองได้ กำหนดรูปแบบการสื่อสารระหว่าง Server และ Master ผ่านพอร์ตอนุกรมดังนี้ Baud rate=9600, Data bits=8, Parity=None และ Stop bits =1

5.1.1.2 การออกแบบชุดคำสั่งและการตอบกลับระหว่างอุปกรณ์ Master และ Slave

การสื่อสารระหว่าง Master และ Slave ได้ทำการสื่อสารผ่านโมดูลการสื่อสารไร้สายเบอร์ TRW-24G โดยกำหนดคำสั่งต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1. แสดงชุดคำสั่งและการตอบกลับในการสื่อสารระหว่าง Server และ Master

ตารางที่ 1.1 ชุดคำสั่ง (Server ส่งคำสั่งไปยัง Master)

คำสั่ง	ความหมาย
PNG+ 0x0D	ตรวจสอบการเชื่อมต่อการสื่อสารแบบอนุกรม
CLR+ 0x0D	เคลียร์ค่าข้อมูลคำตอบในอุปกรณ์ Slave
REG+ 0x0D	ขอข้อมูลรหัสนักศึกษาจากอุปกรณ์ Slave
REQ+ 0x0D	ขอข้อมูลการเลือกคำตอบจากอุปกรณ์ Slave

<u>หมายเหตุ</u> 0x0D= Enter

ตารางที่ 1.2 การตอบกลับ (Master ตอบกลับไปยัง Server)

การตอบกลับ	ความหมาย
S+PNG+E	การเชื่อมต่อการสื่อสารแบบอนุกรมสำเร็จ
S+CLR+E	การเคลียร์ค่าข้อมูลคำตอบใน Slave สำเร็จ
S+Number+ID+E	ตอบกลับข้อมูลรหัสนักศึกษาจาก Slave
S+Number+ Choice+E	ตอบกลับข้อมูลการเลือกคำตอบจาก Slave

<u>หมายเหตุ</u> S=Start, E=End, Number=หมายเลข Slave, ID=เลขประจำตัว, Choice=คำตอบที่เลือก

ตารางที่ 2. แสดงชุดคำสั่งและการตอบกลับในการสื่อสารระหว่าง Master และ Slave

ตารางที่ 2.1 ชุดคำสั่ง (Master ส่งคำสั่งไปยัง Slave)

คำสั่ง	ความหมาย
Number+ C+ 0x0D	เคลียร์ค่าข้อมูลคำตอบในอุปกรณ์ Slave
Number+G+ 0x0D	ขอข้อมูลรหัสนักศึกษาจากอุปกรณ์ Slave
Number+Q+ 0x0D	ขอข้อมูลการเลือกคำตอบจาก Slave

<u>หมายเหตุ</u> Number=หมายเลข Slave

ตารางที่ 2.2 การตอบกลับ (Slave ตอบกลับไปยัง Master)

การตอบกลับ	ความหมาย
Number+C+E	การเคลียร์ค่าข้อมูลคำตอบใน Slave สำเร็จ
Number+ID+E	ตอบกลับข้อมูลรหัสนักศึกษาได้รับจาก Slave
Number+Choice +E	ตอบกลับข้อมูลการเลือกคำตอบจาก Slave

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

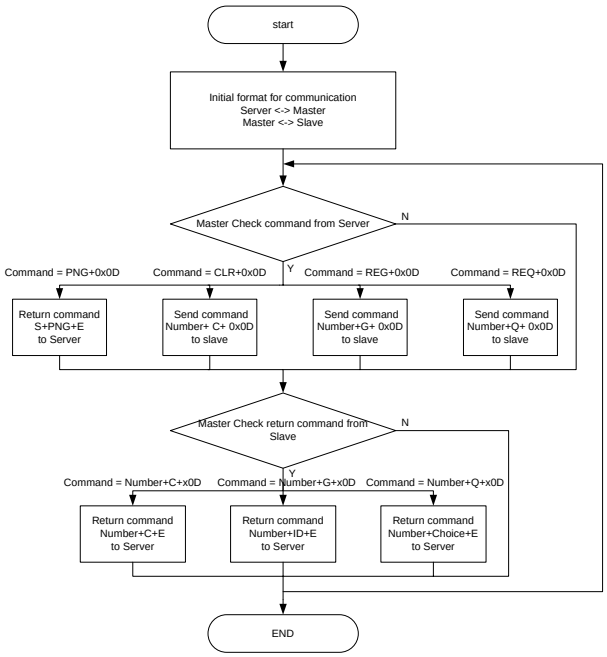
ในการตอบกลับจากอุปกรณ์ Slave ไปยัง Master ข้อมูลการกดเลือกคำตอบจากคีย์สวิทซ์ของผู้สอบ (Choice) ได้กำหนดรูปแบบข้อมูลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. แสดงข้อมูลการกดเลือกคำตอบจากอุปกรณ์ Slave ไปยัง Master

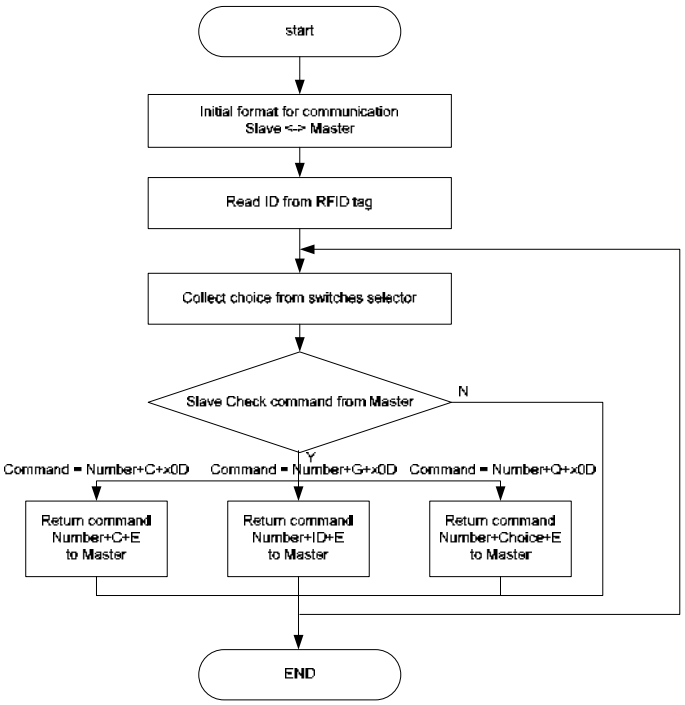
คำตอบ	ความหมาย
00	Master ไม่สามารถสื่อสารกับ slave ได้
01	มีการกดเลือกคำตอบข้อ 1
02	มีการกดเลือกคำตอบข้อ 2
03	มีการกดเลือกคำตอบข้อ 3
04	มีการกดเลือกคำตอบข้อ 4
05	มีการกดเลือกคำตอบข้อ 5
06	ไม่มีการกดเลือกคำตอบ

5.1.2 อัลกอริทึมของระบบ

อัลกอริทึมในการสื่อสารข้อมูล จะประกอบด้วยอัลกอริทึมสองส่วนได้แก่ ส่วนของ อุปกรณ์ Master และอุปกรณ์ Slave แสดงได้โฟล์วชาต รูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ



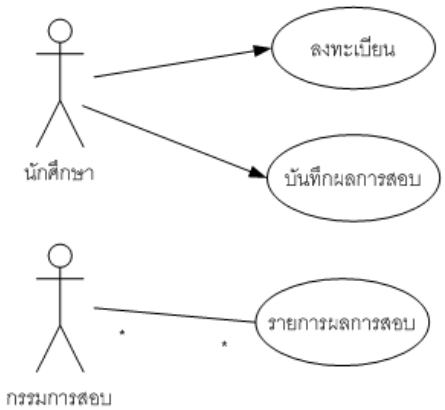
รูปที่ 5. แสดงโฟล์วชาตการทำงานของ Master



รูปที่ 6. แสดงโฟล์วชาตการทำงานของ Slave

5.2 การออกแบบระบบประมวลผลห้องสอบอัตโนมัติ

การออกแบบระบบประมวลผลห้องสอบ แสดงดังรูปที่ 7 ซึ่งแสดงหน้าที่การทำงานของระบบสามส่วนคือ ส่วนของการลงทะเบียน ส่วนของการบันทึกผลการสอบและส่วนของการรายงานผลการสอบ



รูปที่ 7. แสดง user case การทำงานของระบบประมวลผลห้องสอบอัตโนมัติ

6. การทดสอบการใช้งาน

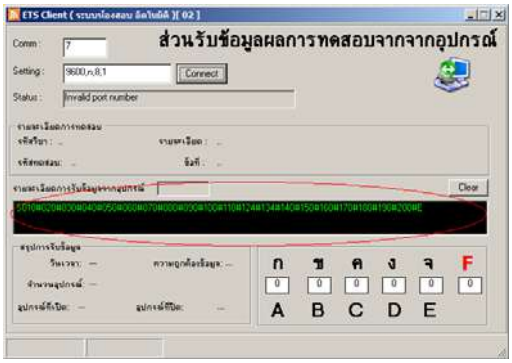
6.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดลองการสื่อสารข้อมูล ได้สร้างชุดทดลองต้นแบบซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ Master จำนวน 1 เครื่อง และอุปกรณ์ Slave จำนวน 20 เครื่อง

- การเชื่อมต่อระหว่าง Server และ Master ผ่านพอร์ตอนุกรม กำหนดค่าดังนี้ Baud rate=9600, Data bits=8, Parity=None และ Stop bits =1
- ตั้งค่า Data rate ไว้ที่ 250 Kbps โดยกำหนดระยะทางในการสื่อสาร ไม่เกิน 100 เมตร สำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Master และ Slave

6.2 ผลการทดสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Server และอุปกรณ์ Slave

จากการทดลองพบว่า Server สามารถรับส่งข้อมูลได้ถูกต้องและได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ทุกตัวโดยหากอุปกรณ์ Slave ใดไม่ทำงานจะให้ค่าข้อมูลเป็น 0x00 โดยจะให้ค่าข้อมูลตามการกดเลือกคำตอบหากสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ Slave ได้ และหากไม่มีการกดเลือกคำตอบจะให้ค่าข้อมูลเป็น 0x06 โดยสามารถสื่อสารได้ระยะทางไม่เกิน 50 เมตร แสดงผลการทดลองได้ดังโปรแกรมรูปที่ 8



รูปที่ 8. แสดงโปรแกรมทดลองการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Server และอุปกรณ์ Slave

7. บทสรุป

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการสื่อสารแบบไร้สายเพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวสำหรับงานห้องสอบอัตโนมัติ โดยได้เน้นการพัฒนาอุปกรณ์สองส่วนได้แก่การพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลและพัฒนาอุปกรณ์ตอบแบบทดสอบแบบไร้สาย โดยใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี และได้กำหนดรูปแบบการสื่อสารเพื่อให้ Server และอุปกรณ์ Slave สามารถสื่อสารกันได้ตามรูปแบบที่กำหนด

7.1 แนวทางการพัฒนา

พัฒนารูปแบบการสื่อสารข้อมูล ให้สามารถเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ Slave และ Master เพื่อให้สอบผ่านเครือข่าย Intranet หรือ Internet โดยสามารถสอบได้พร้อมกันแม้อยู่คนละสถานที่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งพัฒนาระบบระบบประมวลผลห้องสอบให้ง่ายต่อการใช้งานจริง

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายวีระศักดิ์ ชื่นตา, นายธีระพล ลิ้มศรัทธา, นายวิโรจน์ บัวงาม และนายสมบัติ หทัยรัตนานนท์ อาจารย์ประจำกลุ่มโปรแกรมวิศวกรรมฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นายมนตรี จำปาอ่อน วิศวกรอาวุโสบริษัทซันซิสเต็ม ที่ช่วยให้ขอเสนอแนะและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

9. เอกสารอ้างอิง

[1] http://gotoknow.org/blog/jongpop/118316

[2] K. Jamrita, P. Kaluskar and L. Wolfe, “Advances in Smart Sensor Technology” IEEE Fourtieth IAS Annual Meeting Industry Application Conference, 2005, pp.2059-2062.

[3] T. Sanchez Lopez, K. Daeyoung, M. Kyungseon and L. Joonho, “Dynamic Context Networks of Wireless Sensors and RFID tags, ”IEEE International Symposium on Wireless Pervasive Computing, 2007, pp.59-64.

[4] F. Barry, “Intelligent Building,” IEEE communication agazine, 1991, pp.24-27.

[5] H. Teoh Chee, S. Manjit, S. Yap Keen and A. Abdul Rahim bin, “Building Low-Cost Intelligent Building Components with Controller Area Network (CAN) Bus, ” IEEE International Conference on Electrical and Electronic Technology, 2001, pp.466-468.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

โปรแกรมประยุกต์เพื่อการตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อน

ทรงฤทธิ์ ศรีลาศักดิ์[†,‡]
[†]มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
songrit.srilasak@nectec.or.th

กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์[‡]
[‡]ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ
คอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง ปทุมธานี 12120
kitti.wongthavarawat@nectec.or.th

อนันต์ ผลเพิ่ม[†]
[†]มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
anan.p@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอโปรแกรมประยุกต์เพื่อการตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อน โปรแกรมประยุกต์มีความสามารถสั่งงานแอกเซสพอยต์ให้ดักฟังข้อมูลเครือข่ายแลนไร้สาย และ สามารถสั่งงานควบคุมสวิตซ์เพื่อใช้ระงับการเชื่อมต่อของแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยการเปลี่ยนค่าแลนเสมือน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการรายงานให้ผู้ใช้งานทราบถึงการสื่อสารผ่านแอกเซสพอยต์ของผู้บุกรุก โปรแกรมประยุกต์นี้พัฒนาให้มีส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านหน้าเว็บเพจ จากการทดลองพบว่าสามารถตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อนได้หลายชนิดซึ่งรวมถึงแอกเซสพอยต์ที่เกิดจากการปลอมข้อมูลให้เหมือนกับข้อมูลในเครือข่ายแลนไร้สาย และ สามารถระงับการสื่อสารของแอกเซสพอยต์เถื่อนหากแอกเซสพอยต์นั้นเชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายภายใน

Abstract

In this paper, the web application for rogue access point detection and counterattack has been proposed. The application composes of a rogue access point detection and automatic blocking. The application can control switch for change network where connect from rogue access point to quarantine network. In experiments, we test many criteria of rogue access point. The results show the system has report correctly.

คำสำคัญ

แอกเซสพอยต์เถื่อน, เครือข่ายแลนไร้สาย, ระบบตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อน, ความปลอดภัย, ตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อน

1. บทนำ

เครือข่ายแลนไร้สายในแบบโครงสร้างพื้นฐานอาศัยแอกเซสพอยต์เป็นเครื่องมือกระจายสัญญาณที่ได้รับความนิยมใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากเครือข่ายแลนไร้สายสามารถใช้งานร่วมกับเครือข่ายแลนได้อย่างดี ปัจจุบันพบการใช้งานเครือข่ายแลนไร้สายมากขึ้น เช่น หน่วยงานราชการ สถานศึกษา องค์กรเหล่านี้มักได้รับปัญหาจากแอกเซสพอยต์เถื่อน เช่น การลักลอบติดตั้งแอกเซสพอยต์ของพนักงานภายใน หรือ จากการติดตั้งของผู้บุกรุก

ในงานวิจัยนี้ได้จัดเรียงลำดับเนื้อหาเอกสารดังต่อไปนี้ หัวข้อที่ 2 ได้กล่าวถึง ที่มาและแรงจูงใจ หัวข้อที่ 3 รายงานการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 4 อธิบายถึงรายละเอียดการพัฒนา โดยมีผลการทดลองในหัวข้อที่ 5 และสุดท้ายหัวข้อที่ 6 เสนอบทสรุปการวิจัย

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

แอกเซสพอยต์เถื่อนสร้างปัญหาให้แก่เครือข่ายแลนในองค์กรอย่างมาก ในปัจจุบันแอกเซสพอยต์มีราคาถูกจนพนักงานสามารถซื้อติดตั้งได้เองซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดแอกเซสพอยต์จากการติดตั้งของพนักงานโดยไม่ผ่านการตั้งค่าความปลอดภัยที่เหมาะสม อาจเป็นช่องทางให้ผู้บุกรุกจากภายนอกเข้ามาโจมตีเครือข่ายได้ง่าย ซึ่งระบบที่มีความสามารถตรวจจับและระงับการสื่อสารดังกล่าวในปัจจุบันยังคงมีราคาสูง

โครงงานนี้มีเป้าหมายเพื่อสร้างระบบที่สามารถตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อนโดยใช้แอกเซสพอยต์เดิมที่มีอยู่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายเดิมขององค์กร โดยมีซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถควบคุมและวิเคราะห์ติดตั้งในเครื่องแม่ข่าย โครงงานนี้จึงมีราคาต่ำเพราะต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาแนวทางการตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อนสามารถจัดกลุ่มได้ตามชนิดข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ 1) การระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยข้อมูลจากเครือข่ายแลน 2) การระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยข้อมูลจากเครือข่ายแลนไร้สาย

งานวิจัยที่ใช้ข้อมูลจากเครือข่ายแลน ใช้วิธีการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองที่แตกต่างกันระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สายและเครือข่ายแลน ช่วยให้สามารถระบุชนิดของอุปกรณ์ที่เชื่อมกับเครือข่ายแลนได้ [1] ใช้ค่า Inter-packet time เพื่อแยกชนิดของอุปกรณ์ที่สื่อสาร [2] ใช้ค่า Round-Trip

Time ของ TCP(Transmission Control Protocol) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เสนอแนวทางการสร้างชุดข้อมูลขึ้นมาเองเพื่อช่วยให้การระบุถูกต้องมากขึ้น งานวิจัยที่อยู่ในกลุ่มนี้เช่น [3] ใช้ค่า Local Round Trip Time ร่วมกับ Packet Slicing หรือ [4] ใช้ TCP ACK-Pairs นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ที่ใช้ข้อมูลจากเครือข่ายแลนเพียงอย่างเดียว งานวิจัย[5] [6] ศึกษาความแตกต่างของเครือข่ายแลนไร้สายและเครือข่ายแลนในชั้น MAC-Layer ของมาตรฐาน IEEE802.3 โดยอาศัยพื้นฐานที่เครือข่ายแลนไร้สายจำเป็นต้องสื่อสารผ่านเครือข่ายแลน ดังนั้นจึงทำให้อุปกรณ์ในเครือข่ายแลนไร้สายส่งรับข้อมูลได้ช้ากว่าอุปกรณ์เครือข่ายแลนโดยทั่วไป

การระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยข้อมูลจากเครือข่ายแลนไร้สาย ใช้การดักฟังข้อมูลในเครือข่ายแลนไร้สายจากอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการฟังข้อมูลในเครือข่ายแลนไร้สายโดย [7] เสนอแนวทางการใช้ซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถเปลี่ยนการ์ดเครือข่ายแลนไร้สายให้มีความสามารถในการดักจับข้อมูลและส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องแม่ข่าย ผ่านทางโปรโตคอล Client Conduit ถึงแม้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรายงานและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในเครือข่ายแลนไร้สาย แต่ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยพารามิเตอร์จำนวน 4 ค่าได้แก่ 1) MAC Address 2) ที่ตั้ง 3) ชื่อเครือข่าย และ 4) ช่องสัญญาณ ใน [8] ได้เสนอระบบที่รวมความสามารถในการตรวจจับจากเครือข่ายเพียงอย่างเดียวร่วมกับการใช้ความสามารถของอุปกรณ์จับข้อมูลไร้สาย โดยออกแบบให้มีการทำงานเป็นโมดูล เช่น การทดสอบการตอบสนองในเครือข่ายแลนด้วยการทดสอบ TCP (Transmission Control Protocol) พอร์ต 80 เป็นต้น นักวิจัย [9] เสนอการใช้อุปกรณ์ติดตั้งคั่นกลางแอกเซสพอยต์ก่อนที่แอกเซสพอยต์เชื่อมเข้าสู่เครือข่ายแลนและใช้เทคนิคเข้ารหัสและพิสูจน์ตัวตนแบบ X.509 เพื่อใช้ระบุแอกเซสพอยต์ที่ได้รับอนุญาต และ ใน [10] ได้เสนอการตรวจจับและระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยการปลอมข้อมูลในเครือข่ายแลนไร้สายเพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังแอกเซสพอยต์เถื่อนเพื่อค้นหาตำแหน่ง งานวิจัยนี้ช่วยในการตรวจจับแอกเซสพอยต์ที่ทำงานในระดับ Layer-3

นอกจากนี้มีผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากแอกเซสพอยต์เถื่อนโดยเฉพาะเช่น [11] [12] ซึ่งได้เสนอวิธีการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อทำหน้าที่ดักฟังข้อมูลในเครือข่ายโดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวจะรับข้อมูลในเครือข่ายแลนไร้สายพร้อมกับส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องแม่ข่าย

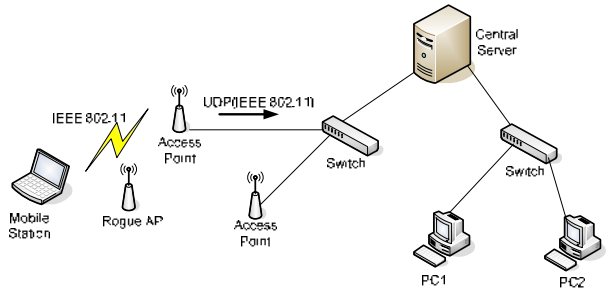
4. รายละเอียดการพัฒนา

ระบบตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด ได้แก่ แอกเซสพอยต์ สวิตช์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้งซอฟต์แวร์ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์แอกเซสพอยต์เถื่อน และ ควบคุมอุปกรณ์ในเครือข่าย

ในหัวข้อต่อไป กล่าวถึงภาพรวมของระบบ และในหัวข้อที่ 4.2 อธิบายถึงแนวทางการออกแบบโปรแกรมประยุกต์ หัวข้อที่ 4.3 อธิบายถึงแนวทางการวิเคราะห์โดยเริ่มจากข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบจนถึงวิธีการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การระงับการเชื่อมต่อของแอกเซสพอยต์เถื่อน ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อจำกัดที่อธิบายในข้อที่ 4.4

4.1 ภาพรวมของระบบ

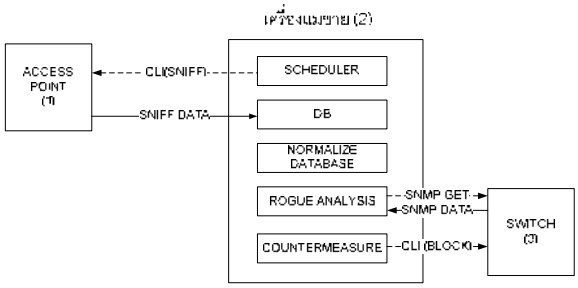
ระบบนี้ออกแบบให้ทำงานแบบรวมศูนย์ มีเครื่องแม่ข่าย (Central Server) ที่ติดตั้งโปรแกรมประยุกต์เพื่อคอยรับข้อมูลจากแอกเซสพอยต์องค์กร(Access Point) เครื่องแม่ข่ายนี้ต้องสามารถสื่อสารกับแอกเซสพอยต์และสวิตช์ทุกเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายองค์กร ดังแสดงในแผนภาพรวมของระบบรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพระบบ

องค์ประกอบของระบบมีรายละเอียดดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด ได้แก่ แอกเซสพอยต์ เครื่องแม่ข่าย และ สวิตช์ จากรูปที่ 2 แอกเซสพอยต์จะทำ 2 หน้าที่หลักคือ 1) ให้บริการปกติ และ 2) เปลี่ยนสถานะชั่วคราวเป็นอุปกรณ์ดักจับข้อมูลไร้สาย ดังนั้นแอกเซสพอยต์ที่จะนำมาใช้กับระบบนี้จึงต้องมีความสามารถในการเปลี่ยนสถานะจากแอกเซสพอยต์ปกติให้ดักฟังข้อมูลในเครือข่ายไร้สาย ในส่วนที่ 2) เครื่องแม่ข่ายมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบพร้อมกับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุและส่งคำสั่งระงับแอกเซสพอยต์เถื่อน และ 3) สวิตช์มีหน้าที่กระจายข้อมูลในเครือข่ายแลนตามปกติ ค้นหาค่าหมายเลขอุปกรณ์เครือข่าย (MAC

Address) และ ควบคุมการเข้าใช้เครือข่าย (Deny / Allow) ดังนั้นสวิตช์ที่ใช้ในระบบนี้จึงต้องมีความสามารถในการค้นหาพอร์ตเชื่อมต่อของอุปกรณ์ผ่านทางโปรโตคอล SNMP (Simple Network Management Protocol) ซึ่งความสามารถนี้พบโดยปกติในสวิตช์ที่ออกแบบเพื่อใช้สำหรับองค์กร



รูปที่ 2 ระบบตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์ที่ติดตั้งโดยไม่ได้รับอนุญาต

4.2 การออกแบบและพัฒนา

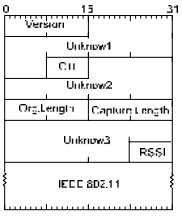
โครงงานนี้พัฒนาขึ้นโดยระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ที่อาศัยการทำงานร่วมกันของชุดโปรแกรม 3 กลุ่มหลักที่แบ่งตามหน้าที่การทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **โมดูลควบคุมอุปกรณ์** พัฒนาโดยใช้ภาษา Expect [13] และ Shell Script [15] ทำหน้าที่ในการส่งคำสั่งไปควบคุมอุปกรณ์ในเครือข่าย ในงานนี้ใช้ควบคุม แอกเซสพอยต์ และ สวิตช์
- **โมดูลรับข้อมูล** พัฒนาโดยใช้ภาษา C ในการเขียนซอฟต์แวร์ เพื่อทำหน้าที่รอรับข้อมูลในพอร์ต UDP/5222 ซึ่งเป็นพอร์ตที่แอกเซสพอยต์ใช้ส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องแม่ข่าย
- **โมดูลแสดงผล** พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งาน เพื่อแสดงผลผ่านทางเว็บเพจ

4.3 การทำงานของระบบ

4.3.1 ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อการระบุชนิดของแอกเซสพอยต์

ระบบเริ่มต้นการทำงานโดย *โมดูลควบคุมอุปกรณ์* สั่งงานแอกเซสพอยต์ให้เปลี่ยนสถานะเป็นอุปกรณ์ดักฟังข้อมูลไร้สายชั่วคราวเพื่อใช้ดักฟังว่ามีแอกเซสพอยต์เปิดอยู่บริเวณใกล้เคียงหรือไม่ เมื่อแอกเซสพอยต์ทำการตรวจจับจะส่งข้อมูลที่ได้ผ่านทาง UDP (User Datagram Protocol) พอร์ต 5222 กลับมายังเครื่องแม่ข่ายซึ่งภายในบรรจุข้อมูลเครือข่ายแลนไร้สายที่มีรูปแบบเฟรมในรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบเฟรมจากแอกเซสพอยต์ซิสโก้

ในช่วงเวลาที่*โมดูลควบคุมอุปกรณ์* กำลังทำงานนั้น *โมดูลรับข้อมูล* ต้องทำการเปิด UDP พอร์ต 5222 ที่เครื่องแม่ข่ายเพื่อรอรับข้อมูลที่ส่งกลับจากแอกเซสพอยต์เพื่อนำข้อมูลนั้นไปทำการแปลข้อมูลหลังจากนั้นจึงเลือกเฉพาะเฟรมบีคอน และเฟรมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นจัดเก็บลงฐานข้อมูล

4.3.2 วิธีวิเคราะห์แอกเซสพอยต์เถื่อน

ก่อนการใช้งานโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ตรวจจับและตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อนจะต้องสั่งงานให้แอกเซสพอยต์ทุกเครื่องขององค์กรทำการฟังข้อมูลในเครือข่ายไร้สายเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปรียบเทียบแอกเซสพอยต์เถื่อน ที่ประกอบไปด้วย หมายเลขอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สาย (Wireless MAC Address) ชื่อเครือข่าย (Service Set ID) และ หมายเลขช่องสัญญาณ (Channel) โดยข้อมูลทั้ง 3 ชุดนี้ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลควบคู่กับหมายเลขไอพีของแอกเซสพอยต์องค์กรที่ทำการดักฟัง การระบุแอกเซสพอยต์เถื่อนเริ่มต้นจากการนำข้อมูลที่ดักฟังได้จากเครือข่ายแลนไร้สายไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลแอกเซสพอยต์ของหน่วยงานซึ่งได้กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น หากพบว่ามีความแตกต่างจากฐานข้อมูลที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นจะทำการรายงานบนหน้าเว็บเพจ วิธีดังกล่าวนี้ทำให้ระบบสามารถวิเคราะห์แอกเซสพอยต์เถื่อนที่เกิดจากการปลอมแปลงข้อมูล ชื่อเครือข่าย และ หมายเลขอุปกรณ์เครือข่ายในเวลาเดียวกัน

4.3.3 วิธีค้นหาการเชื่อมต่อและระงับการสื่อสารกับเครือข่ายภายใน

การค้นหาแอกเซสพอยต์ที่เชื่อมกับสวิตช์เป็นชุดคำสั่งหนึ่งของ*โมดูลควบคุมอุปกรณ์*ซึ่งพัฒนาด้วย Shell Script ให้ติดต่ออุปกรณ์ผ่านทาง SNMP เวอร์ชั่น 2 การค้นหาใช้ข้อมูลหมายเลขอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สายของเครื่องลูกข่าย (Station Wireless MAC Address) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ปรากฏบนสวิตช์ตรงตำแหน่งพอร์ตที่แอกเซสพอยต์นั้นเชื่อมต่ออยู่ ข้อมูลที่ส่งผ่าน SNMP ได้รับการส่งผ่านเครือข่ายแลนที่ใช้บริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายในองค์กรซึ่งมีความปลอดภัยเพียงพอ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

จากการดักฟังของผู้บุกรุก ซึ่งวิธีการเดียวกันนี้ไม่อาจใช้ได้กับแอกเซสพอยต์ที่ได้กล่าวถึงในข้อที่ 4.4

4.3.4 โปรแกรมประยุกต์สำหรับควบคุมแอกเซสพอยต์ผ่านทางเว็บเพจ

รูปที่ 4 ซอฟต์แวร์ตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อน

โปรแกรมประยุกต์นี้พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี ซึ่งอยู่ในกลุ่ม*โมดูลแสดงผล* มีหน้าที่ติดต่อกับ*โมดูลควบคุมอุปกรณ์*ผ่านทางเว็บเพจ และ นำข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาแสดงผล

No.	AP	Label	Last Scan	Online	Actions
1	158.108.128.197	EN-B15-F07-709	2008-11-28 14:15:19	0	
2	158.108.128.198	EN-B15-F07-702	2009-01-16 10:19:06	-1	

Page : [1/1]

รูปที่ 5 การแสดงผลการตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อน

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงรายชื่อแอกเซสพอยต์ที่อยู่ในการควบคุมของระบบ แอกเซสพอยต์ในกลุ่มนี้สามารถสั่งงานให้เปลี่ยนสถานะเป็นอุปกรณ์ดักจับข้อมูลไร้สายชั่วคราว และ เมนู Action ได้เพิ่มส่วนเครื่องมือในการตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานของแอกเซสพอยต์ในขณะนั้น จากรูปในส่วน Online ได้แสดงจำนวนผู้ใช้งานหากรายงานค่าตัวเลข -1 หมายถึงแอกเซสพอยต์นั้นไม่พร้อมให้บริการ การตรวจจำนวนแอกเซสพอยต์นี้เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ดูแลเครือข่ายก่อนการเปลี่ยนแอกเซสพอยต์ให้ดักจับข้อมูลโดยพิจารณาจากตัวที่มีผลกระทบน้อยที่สุด ตัวอย่างหน้าจอหลังจากระบบมีการทำงานจนดักจับแอกเซสพอยต์เถื่อนแสดงดังรูปที่ 6

No.	APView	SSID	MAC	CH	RSSI	LastTime	Status	Actions
1	158.108.128.197	RogueAP	000a795cc388	1	196.731819	2009-01-16 10:21:27	Online	

Page : [1/1]

รูปที่ 6 ผลลัพท์การรายงานแอกเซสพอยต์เถื่อน

จากรูปที่ 6 รายชื่อของแอกเซสพอยต์ที่แสดง "RogueAP" นั้นมีข้อมูลไม่ตรงกับฐานข้อมูลเบื้องต้นขององค์กรโดย ภายในเว็บเพจมีเมนูสั่งงานให้เลือกสำหรับเพิ่มรายชื่อลงฐานข้อมูล หรือ ระงับการเชื่อมต่อ หากสั่งงานให้ระงับการเชื่อมต่อโปรแกรมจะทำหน้าที่ติดต่อ*โมดูลควบคุมอุปกรณ์*เพื่อค้นหาสวิตช์ที่อยู่ใกล้แอกเซสพอยต์ที่จับข้อมูลได้ (APView) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูล หลังจากนั้นจึงส่งคำสั่งค้นหาพอร์ตพร้อมกับเปลี่ยนค่าปริยายแลนเสมือน (Default VLAN) เป็นหมายเลขแลนเสมือนที่กำหนดขึ้นพิเศษ เทคนิคการเปลี่ยนค่าแลนเสมือนเป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยรายงานแก่ผู้ใช้ให้ทราบว่ากำลังเชื่อมผ่านเครือข่ายของผู้บุกรุกผ่านทางเว็บเพจ ซึ่งสามารถประยุกต์จากการทำงานของ Captive Portal [14]

4.4 ข้อจำกัดของระบบ

แม้ว่าระบบจะมีความสามารถในการตรวจจับ งานวิจัยนี้ไม่สามารถระงับการสื่อสารของแอกเซสพอยต์ทำงานใน Layer-3 ที่เชื่อมกับเครือข่ายภายใน ตัวอย่างเช่นการทำ NAT (Network Address Translation) หรือ การทำเราท์ติ้ง

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 รูปแบบเครือข่ายที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้จัดกลุ่มแอกเซสพอยต์ออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ แอกเซสพอยต์ที่ได้รับอนุญาต และ แอกเซสพอยต์เถื่อน ซึ่งแอกเซสพอยต์ที่ได้รับอนุญาตแสดงในตารางที่ 4 ได้แก่แอกเซสพอยต์ที่ใช้งานจริงที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ตารางที่ 5 ได้แก่แอกเซสพอยต์ที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง ซึ่งการทดสอบอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง โดยกำหนดให้แอกเซสพอยต์เถื่อนเปิดเครื่องตลอดเวลาการทดลอง และมีเครื่องลูกข่ายสื่อสารระหว่างแอกเซสพอยต์นั้นตลอดเวลา

รายละเอียดข้อมูลในการตั้งค่าแอกเซสพอยต์ Trust AP อธิบายในตารางที่ 4 สำหรับ (ข้อมูลของ Rogue AP มีรายละเอียดในตารางที่ 5) พร้อมกับผลการทดลอง แอกเซสพอยต์ในการทดลองที่ 5 ใช้การทดลองแบบอ้างอิงจากรูปแบบที่พบในการใช้งานจริง ในที่นี้ได้เสนอตัวอย่างของแอกเซสพอยต์เถื่อนจำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งระบบสามารถตรวจพบทั้ง 9 ตัวอย่าง และ ระงับการสื่อสารไม่ได้เพียง 2 ตัวอย่าง ซึ่งอธิบายในข้อจำกัดของระบบในหัวข้อที่ 4.4

ตารางที่ 4. ค่าพารามิเตอร์แอกเซสพอยต์ที่ได้รับอนุญาต

พารามิเตอร์	TrustAP1	TrustAP2
SSID	KUWIN	KUWIN
Wireless MAC	00:13:1a:47:77:50	00:1e:f7:6f:f3:f0
Manage IP	158.108.128.197	158.108.128.198
Encryption	OPEN	OPEN

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

5.2.1 ประสิทธิภาพการตรวจจับและระงับการสื่อสาร

จากผลการทดลองตามตารางที่ 5 ทำให้เห็นได้ว่า ระบบสามารถตรวจจับแอกเซสพอยต์ได้หลายรูปแบบตามรายการในตารางที่ 5 พร้อมกับแสดงให้เห็นว่าสามารถระงับการสื่อสารได้ ค่าเวลาในการจับข้อมูล (t_{scan}) ในแต่ละช่องสัญญาณสามารถปรับเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ดูแลเครือข่าย

ตารางที่ 5. ผลการตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อน

ลำดับ	กรณีทดสอบ	ผลการทดสอบ			
		ตรวจพบ/	ระงับ	เวลา (วินาที)	เวลาระงับ (วินาที)
1	Default factory	√	√	87.19	13.31
2	Change SSID	√	√	86.929	13.43
3	Change Location	√	√	85.82	13.37
4	Encryption Enable	√	√	86.39	13.33
5	Hidden SSID	√	√	87.6	13.35
6	Spoof SSID	√	√	88.05	13.37
7	Spoof BSSID	√	√	86.54	13.27
8	New Neighbor AP	√	X	86.94	X
9	NAT	√	X	86.47	X

จากผลการทดลองในตารางที่ 5 สามารถวิเคราะห์เวลาในการทำงานของระบบได้จากการทำงานของแอกเซสพอยต์เริ่มตั้งแต่การเปลี่ยนโหมดให้ดักฟังข้อมูลในเครือข่ายไร้สายจนกระทั่งแอกเซสพอยต์คืนสู่สถานะปกติ ได้ในสมการที่ (1)

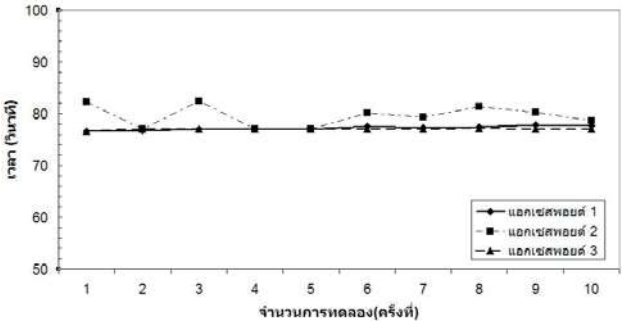
$$\text{เวลาทำงานระบบ} = t_{scan} * n_{ch} + t_{recovery} \quad (1)$$

t_{scan} หมายถึง เวลาที่ใช้ไปในการฟังข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณ ในการทดลองนี้เลือกเวลาเท่ากับ 1 วินาที และ n_{ch} หมายถึง จำนวนช่องสัญญาณที่แต่ละประเทศอนุญาตให้ใช้ สำหรับประเทศไทยใช้ได้ 11 ช่องสัญญาณ และ $t_{recovery}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยในการคืนระบบที่ได้จากการทดลองในรูปที่ 7 มีค่าเท่ากับ 74.03 วินาที เมื่อรวมค่าทั้งสองมีค่าเท่ากับ 85.03 วินาที ซึ่งจากการวิเคราะห์ให้ผลใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 86.88 วินาที

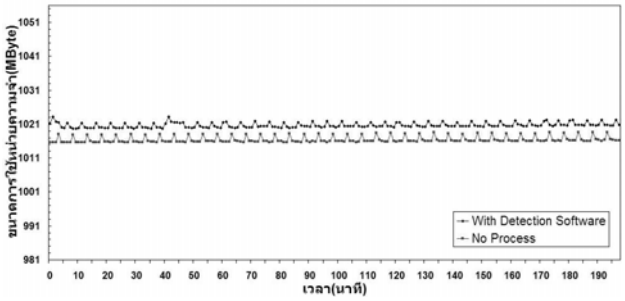
5.2.2 ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรเครื่องแม่ข่าย

- ประสิทธิการใช้เนื้อที่หน่วยความจำระหว่างที่มีโปรแกรมรันในระบบ เทียบกับไม่มีโปรแกรม

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้งานหน่วยความจำของโปรแกรมประยุกต์นี้ด้วยการอ่านสถานะหน่วยความจำของเครื่องแม่ข่ายทุก 1 นาที เทียบกับการทำงานปกติที่ไม่มีโปรแกรมประยุกต์ จากกราฟรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่า หลังจากสั่งดำเนินการโปรแกรมพบว่ามีการใช้งานหน่วยความจำเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยเท่ากับ 4.1MByte ซึ่งใช้หน่วยความจำน้อยมาก เมื่อเทียบกับหน่วยความจำ 2048MByte โปรแกรมนี้ใช้หน่วยความจำเพียง 0.002% ของหน่วยความจำทั้งหมด



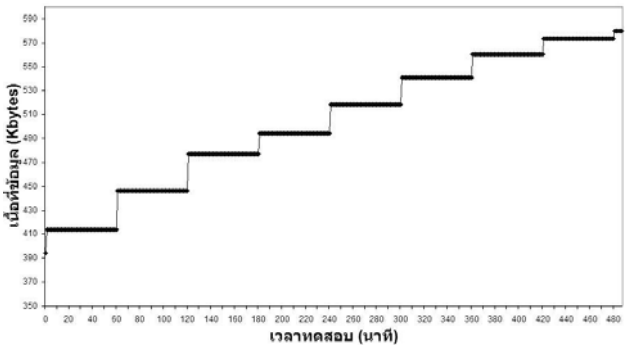
รูปที่ 7. เวลาที่แอกเซสพอยต์ใช้ก่อนคืนสู่สถานะปกติ



รูปที่ 8. ประสิทธิภาพการใช้งานหน่วยความจำ

- อัตราการใช้เนื้อที่ฐานข้อมูลเมื่อระบบทำงานทุก 1 ชั่วโมง

การทดสอบนี้กำหนดให้ระบบทำงานทุก 1 ชั่วโมงเพื่อทดสอบการใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลที่ได้รับจากแอกเซสพอยต์ การทดสอบนี้ใช้แอกเซสพอยต์ในการทดสอบจำนวน 1 เครื่อง จากผลการทดลองในรูปที่ 9 เห็นได้ว่าข้อมูลได้เพิ่มขึ้นในทุก 1 ชั่วโมง แต่ปริมาณการเพิ่มขึ้นของข้อมูลมีอัตราเฉลี่ยที่ลดลงทุกครั้ง



รูปที่ 9 อัตราการใช้เนื้อที่ฐานข้อมูล

จากรูปที่ 9 ในชั่วโมงแรกขนาดฐานข้อมูลปรับเพิ่มขึ้นจากเดิม 31.94 Kbytes และชั่วโมงต่อมาปรับเพิ่มขึ้นจากเดิม 29.64 Kbytes สังเกตได้ว่าอัตราการใช้งานเนื้อที่ฐานข้อมูลปรับลดตามลำดับจนกระทั่งชั่วโมงที่ 8 ที่ปรับเพิ่มขึ้นเพียง 6.28 Kbytes ขนาดของฐานข้อมูลขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลใหม่ ซึ่งข้อมูลใหม่ที่เพิ่มขึ้นส่วนมากเกิดจากข้อมูลจากการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย

6. บทสรุป

แอกเซสพอยต์ที่เกิดจากการติดตั้งโดยไม่ได้รับอนุญาตโดยมากเกิดจากการติดตั้งของผู้ใช้ภายในองค์กร การติดตั้งนั้นทำได้ง่ายเพียงซื้อแอกเซสพอยต์มาติดตั้งแทนที่สายแลน แต่กลับตรวจจับได้ยาก งานวิจัยนี้ได้เสนอระบบตรวจจับและตอบโต้โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ มาสร้างระบบที่มีความสามารถตรวจจับและตอบโต้การติดตั้งแอกเซสพอยต์เถื่อน ซึ่งจากการทดลองในตารางที่ 5 ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการตรวจจับแอกเซสพอยต์เถื่อนได้ในทุกการทดลองและสามารถตอบโต้แอกเซสพอยต์เถื่อนด้วยการระงับการเชื่อมต่อในกรณีที่แอกเซสพอยต์เถื่อนในเชื่อมกับเครือข่ายองค์กร

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

งานวิจัยนี้เลือกวิธีการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ทำให้ในอนาคตสามารถพัฒนาต่อยอดจากข้อมูลที่ได้รับจากแอกเซสพอยต์ได้ง่าย เช่น การค้นหาพิกัดของแอกเซสพอยต์ โดยใช้ค่าความแรงของสัญญาณที่แอกเซสพอยต์แต่ละตัวได้รับ หรือ การนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อค้นหาพฤติกรรมการบุกรุกเครือข่าย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Raheem Beyah, Shantanu Kangude, George Yu, Brian Strickland and John Copeland. "Rogue Access Point Detection using Temporal Traffic Characteristics", in proceedings, GLOBECOM'04.

[2] Lanier Watkins, Raheem Beyah and Cherita Corbett. "A Passive Approach to Rogue Access Point Detection," in proceedings, GLOBECOM'07

[3] C. Mano, A. Blaich, Q. Liao, Y. Jiang, D. Salyers, D. Cieslak, and A. Striegel. "RIPPS: Rogue Identifying Packing Payload Slicer Detecting Unauthorized Wireless Hosts Through Network Traffic Conditioning,", in journal, TISSEC'07

[4] Wei Wei, Kyoungwon Suh, Bing Wang, Yu Gu and Jim Kurose. "Passive Online Rogue Access Point Detection Using Sequential Hypothesis Testing with TCP ACK-Pairs", in proceedings, IMC'07

[5] Shetty, Sachin; Song, Min; Ma, Liran, "Rogue Access Point Detection by Analyzing Network Traffic Characteristics," in proceedings, 2007. MILCOM '07

[6] L. Ma, A. Y. Teymorian, X. Cheng, and M. Song, "RAP: Protecting commodity wi-fi networks from rogue access points," in proceedings, 2007.

[7] A.Adya, P. Bahl, R. Chandra, and L. Qiu, "Architecture and techniques for diagnosing faults in IEEE 802.11 infrastructure networks," in proceedings, MobiCom '04

[8] Liran Ma, Amin Y. Teymorian and Xiuzhen Cheng. "A Hybrid Rogue Access Point Protection Framework for Commodity Wi-Fi Networks", in proceedings, INFOCOM'08.

[9] M. K. Chirumamilla and B. Ramamurthy, "Agent based intrusion detection and response system for wireless lans," in proceedings, ICC '03.

[10] H. Yin, G. Chen, and J. wang, "Detecting protected layer-3 rogue APs," in proceedings, IEEE BROADNETS '07

[11] Cisco Wireless LAN Solution Engine (WLSE). "http://www.cisco.com/en/US/products/sw/ciscowork/ps3915", Jan 13, 2009

[12] ManageEngine WiFi Manager: Wireless LAN Security. "http://manageengine.adventnet.com/products/wifi-manager", Jan 13, 2009

[13] Tool for automating interactive application. "http://expect.nist.gov", Jan 13, 2009

[14] Lenczner, M. 2005. Wireless portals with wifidog. Linux J. 2005

[15] BASH - GNU Project - Free Software Foundation (FSF). "http://www.gnu.org/software/bash/", Feb 26, 2009

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การสร้างอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์บนระบบสมองกลฝังตัว

Embedded System Implementation of Particle Filtering Algorithm

สันทัศน์ ไชยเวช นลิน สีดาห้าว พีระพล ยุวภูษิตานนท์

juntlovebaby@hotmail.com nalin@mut.ac.th peerapol@mut.ac.th

ศูนย์ออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์และการประมวลสัญญาณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

51 หมู่ 1 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเรื่อง การสร้างอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์บนระบบสมองกลฝังตัว ที่มีใช้งานอย่างกว้างขวางในงานที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าข้อมูล เนื่องจากอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์นั้นมีประสิทธิภาพสูงในการทำงานกับระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นละไม่เป็นเกาส์เซียน งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการสร้างอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ในระบบสมองกลฝังตัวซึ่งใช้บอร์ดประมวลผลของโปรเซสเซอร์อาร์ม (ARM) เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุคใช้งานภาคสนาม (Field applications) การศึกษาโครงสร้างและตัวแปรที่เหมาะสมต่างๆ ของอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์จะกระทำผ่านโปรแกรม MATLAB แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนา ซึ่งพบว่าระบบที่ได้มีความถูกต้องในการประมาณค่าสูง และถึงแม้ว่าจะมีการคำนวณที่ซับซ้อนมาก แต่ด้วยการเลือกใช้ตัวแปรที่เหมาะสมจึงทำให้ระบบใช้เวลาในการประมวลผลไม่มากนัก ยืนยันความเป็นไปได้ในการนำอัลกอริทึม พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ มาทำงานบนระบบสมองกลฝังตัว

Abstract

This paper presents on an embedded system implementation of particle filtering algorithm. Due to its superior performance in non-linear and non-Gaussian estimations system, the algorithm finds its uses in many applications. In field applications, the ability to operate the particle algorithm on embedded devices is of much interest. In this study we implement the algorithm and analysis the results in MATLAB simulation and C-language on PC and Embedded system. The performance of all three approaches is comparable which validates the implementation capability of the algorithm on the ARM embedded device.

คำสำคัญ

พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์, ระบบสมองกลฝังตัว, ลินุกซ์

1. บทนำ

โดยปกติ สิ่งที่เราต้องการทราบเมื่อทำการวิเคราะห์ระบบที่มีสถานะ (States) เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ก็คือ ณ เวลาหนึ่งๆ ระบบมีสถานะ เป็นอย่างไร และสถานะของระบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร ในทางปฏิบัติ การหาสถานะของระบบทำได้ยาก เพราะมีข้อจำกัดหลายปัจจัย เช่น ความไม่สมบูรณ์ของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ สัญญาณรบกวนที่ไม่สามารถคาดเดาได้ และความคลาดเคลื่อนในการวัด เป็นต้น วิธีหนึ่งสำหรับหาสถานะของระบบคือพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในงานที่ต้องการประมาณค่า (Estimate) สถานะของระบบ เช่น การบอกตำแหน่งของเรือในมหาสมุทร[1] และการนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งหุ่นยนต์ (Robot Localization)[2] เป็นต้น ซึ่งอาศัยหลักการเชิงสถิติมาทำการประมาณค่า โดยจะต้องอาศัยการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมาก

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีความสามารถในการประมวลผลสูง ซึ่งมีขนาดใหญ่และใช้พลังงานสูง จึงมีแนวคิดที่จะนำระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) มาทำหน้าที่แทนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากมีขนาดเล็กใช้พลังงานต่ำ เหมาะแก่การนำไปใช้งานในงานภาคสนาม โดยอุปกรณ์สมองกลฝังตัว ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้อาร์มเป็นหน่วยประมวลผล ทำการพัฒนาอัลกอริทึมที่จะนำมาใช้งานด้วยภาษาซี บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ซึ่งข้อดีของการ

ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ คือช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาได้ เนื่องจาก เป็นซอร์ฟแวร์แบบเปิด (Open source)

ในบทความนี้จะแสดงถึงการวิจัยและพัฒนาอัลกอริทึม พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ เพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการนำอัลกอริทึมดังกล่าวไปทำงานบนระบบสมองกลฝังตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงหลักการของอัลกอริทึมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 เป็นรายละเอียดและขั้นตอนในการพัฒนา หัวข้อที่ 4 คือผลการทดลองโดยจะมีการแสดงผลการประมาณค่าเปรียบเทียบกันระหว่างการจำลองการทำงานด้วย MATLAB กับระบบสมองกลฝังตัว ทั้งในด้านความถูกต้องและระยะเวลาในการทำงาน และในหัวข้อที่ 5 เป็นการสรุปในภาพรวมของงานวิจัยและกล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต

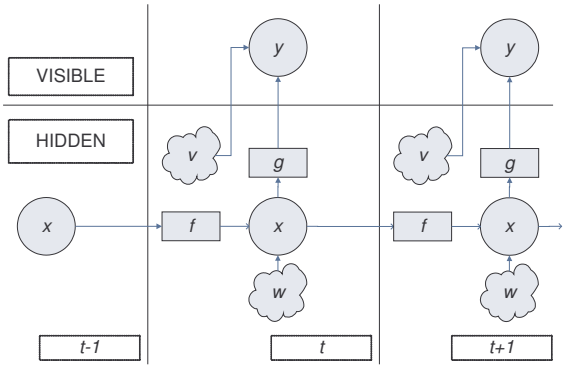
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในทางปฏิบัติสัญญาณรบกวนมีผลอย่างมากกับความถูกต้องของข้อมูลที่วัดได้ถึงแม้ว่าเราจะมีเครื่องมือวัดที่ดีเพียงใดก็ตาม จึงต้องมีการออกแบบวิธีการเพื่อจัดการกับความผิดพลาดดังกล่าวโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น โดยในการวิจัยนี้ใช้หลักการให้เหตุผลแบบเบย์ (Bayes's Reasoning)[3]

2.1 หลักการให้เหตุผลของเบย์

การให้เหตุผลแบบเบย์เป็นหลักการพื้นฐาน ที่ใช้ประมาณค่าสถานะของระบบ ในรูปแบบฟังก์ชันการกระจายของความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function : pdf)[4] วิธีการที่ใช้หลักดังกล่าวและถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ คาลมานฟิลเตอร์ (Kalman Filter) และ เอ็กซ์เท็นเด็ดคาลมานฟิลเตอร์ (Extended Kalman Filter)

ซึ่งทั้งสองวิธีดังกล่าวจะทำงานได้กับระบบที่มีการกระจายตัวแบบเกาส์เท่านั้น ซึ่งในการประมาณค่าสถานะของระบบจากข้อมูลโดยทั่วไปจะเป็นข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์หลายชนิด ซึ่งมีสาเหตุที่ทำให้ลักษณะและกระจายตัวของข้อมูลที่ได้ไม่สามารถคาดเดารูปแบบได้ เช่น การที่เซนเซอร์ของหุ่นยนต์ถูกบัง การลื่นไถลของล้อ และการถูกย้ายตำแหน่งโดยฉับพลัน การแก้ปัญหาที่เกิดจากลักษณะข้อมูลดังกล่าวสามารถทำได้ด้วยวิธีการ พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์



รูปที่ 1. ภาพจำลองแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจริง กับข้อมูลที่ได้จากการวัด

จากรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลที่ต้องการประมาณค่า (x) ข้อมูลที่วัดได้ (y) และสัญญาณรบกวน (w , v) ที่เกิดขึ้นในระบบ ที่เวลา (t) ต่างๆกัน โดยสามารถแสดงเป็นสมการดังนี้

กำหนดให้ x_t เป็นข้อมูลที่ต้องการทราบที่เวลา t เมื่อได้รับคำสั่งให้ปฏิบัติงานซึ่งแทนด้วย $f(x_{t-1})$ จะทำให้ตำแหน่งของหุ่นยนต์เปลี่ยนไปตามสมการที่ 1

$$x_t = f(x_{t-1}) + w_t \qquad (1)$$

เมื่อ w_t คือ สัญญาณรบกวนขาวแบบเกาส์ (Zero mean, white noise) สมการดังกล่าวแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำสั่งที่ป้อนให้ระบบ $f(x_t)$ กับสัญญาณรบกวน w_t ที่เกิดจากการทำคำสั่งดังกล่าวในเชิงความน่าจะเป็น

กำหนดให้ y_t แทนเวกเตอร์ของข้อมูลที่ได้จากการวัด(Measurement) ที่เวลา t จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่วัดได้กับข้อมูลจริงผ่านทางฟังก์ชัน $g(x_t)$ ตามสมการที่ (2) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในเชิงความน่าจะเป็นของข้อมูลที่วัดได้ เมื่อข้อมูลจริงอยู่ที่ตำแหน่ง x_t โดยมี v_t เป็นสัญญาณรบกวนที่เกิดกับข้อมูลที่ได้จากการวัด

$$y_t = g(x_{t-1}) + v_t \qquad (2)$$

เมื่อ v_t คือ สัญญาณรบกวนขาวแบบเกาส์(Zero mean, white noise)

ถ้าเรากำหนดให้ $X_t = \{x_0, x_1, x_2 ..., x_t\}$ และ $Y_t = \{y_0, y_1, y_2 ..., y_t\}$ สามารถใช้ กฎของเบย์อธิบายเงื่อนไขการกระจายตัวได้ดังนี้ [3]

$$\Pr(X_t \mid Y_t) = \frac{\Pr(Y_t \mid X_t) \times \Pr(X_t)}{\Pr(Y_t)} \quad (3)$$

โดยสามารถอธิบายการกระจายตัวแบบต่อเนื่องได้ดังนี้

$$\underbrace{\Pr(X_t \mid Y_t)}_{New} = \underbrace{W(t, t-1)}_{Weight} \times \underbrace{\Pr(X_{t-1} \mid Y_{t-1})}_{Old} \quad (4)$$

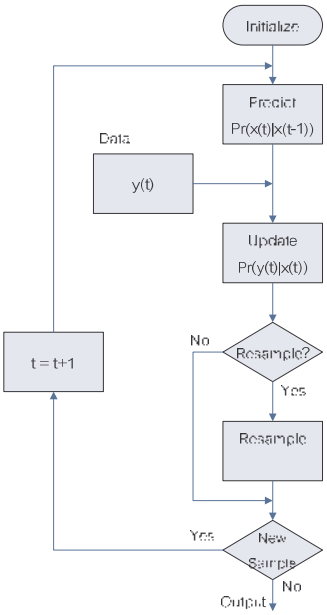
$$W(t, t-1) := \left[\frac{\Pr(y(t) \mid x(t)) \times \Pr(x(t) \mid x(t-1))}{\Pr(y(t) \mid Y_{t-1})} \right] \quad (5)$$

คำอธิบายข้างต้นเป็นการหาค่า *pdf* เพื่อใช้ในการประมาณของข้อมูลจากการวัด และแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งในการใช้งานจริงถ้ารูปแบบของข้อมูลมีลักษณะการกระจายแบบเกาส์ และเป็นเชิงเส้นก็จะสามารถใช้งานได้โดยตรง แต่กรณีที่ข้อมูลอยู่ในรูปแบบอื่นจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นในการประมาณค่า *pdf* โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้หลักการ พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ในการประมาณค่าดังกล่าว

2.2 พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ [4]

เพื่อสามารถที่จะประมาณค่าของระบบได้หลากหลาย ทำให้มีการออกแบบวิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็นของข้อมูล ด้วยกลุ่มอนุภาค (Particle) ที่มีการถ่วงน้ำหนักร่วมกับการปรับค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละอนุภาคด้วยข้อมูลที่ได้เพิ่มเข้ามาทางการวัด รวมถึงการกำจัดอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักน้อยเกินไป เมื่อผ่านการปรับแต่งตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ตามการใช้งาน พร้อมกับสุ่มสร้างอนุภาคใหม่จากกลุ่มอนุภาคที่เหลืออยู่เพื่อรักษาจำนวนของอนุภาคที่มีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า โดยหลักการดังกล่าวเรียกว่า พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์

การทำงานของ พาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ มี 3 ขั้นตอนหลักคือ 1.ประมาณค่า(Prediction) โดยจะทำการประมาณค่าจากตัวอย่างข้อมูลในเวลาก่อนหน้า 2.ปรับปรุงค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละอนุภาค (Update) โดยอาศัยข้อมูลจากการวัด y_t และจะได้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละตัวอย่างอีกด้วย และ 3.การสุ่มสร้างอนุภาคมาแทนอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักต่ำเกินไป (Resampling) เพื่อรักษาจำนวนของอนุภาคที่จะมีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า ดังรูปที่2 เป็นแผนภูมิการทำงานของพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าการกระจายตัวของตำแหน่งอนุภาค



รูปที่ 2. การทำงานของอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์

ผลลัพธ์ที่ได้จากอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์เป็นการกระจายตัวของตำแหน่งอนุภาค ข้อมูลที่ต้องการประมาณค่าจะสามารถหาได้จากการนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลจากกลุ่มอนุภาคได้ 3 รูปแบบ คือ 1.การประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Posterior mean estimate) 2.การประมาณค่าจากอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด (MAP estimate) 3.การหาค่าเฉลี่ยรอบอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากสุด (Robust Mean) ซึ่งแต่ละวิธีการ มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป โดยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักจะมีปัญหากับกลุ่มอนุภาคที่มีการกระจายตัวเป็นหลายๆกลุ่มแบบใช้ค่าสูงสุดจะมีปัญหาความไม่ต่อเนื่อง และวิธีหาค่าเฉลี่ยรอบอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดเป็นวิธีการที่ไม่มีปัญหาดังกล่าว แต่มีความยุ่งยากในการคำนวณ

3. ขั้นตอนการพัฒนา

การดำเนินงานเริ่มจากทำการศึกษาและวิเคราะห์อัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ โดยจำลองการทำงานบนโปรแกรม MATLAB บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆที่เหมาะสมในการนำอัลกอริทึมไปใช้งาน เช่น

จำนวนอนุภาค ที่ใช้คำนวณ จากนั้นทำการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาซีบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Ubuntu 8.04) [5] เมื่อทดสอบจนแน่ใจว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแล้ว ทำการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อที่จะสามารถนำไปทำงานบนระบบสมองกลฝังตัว โดยระบบที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีหน่วยประมวลผลเป็น อินเทล (Intel Core2Duo) ความเร็ว 2.2 GHz หน่วยความจำ 2 GB ทำงานบนระบบปฏิบัติการ ลินุกส์ และระบบสมองกลฝังตัวมีอาร์ม ความเร็ว 180 MHz หน่วยความจำ 64 MB ทำงานบนระบบปฏิบัติการ ลินุกส์ 2.4

4. การทดลอง

ในการทดลอง จะเป็นการทดสอบผลการทำงานของพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ที่โปรแกรมด้วยภาษาซี บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและระบบสมองกลฝังตัว เปรียบเทียบกับผลของการทำงานที่ได้จากโปรแกรม MATLAB

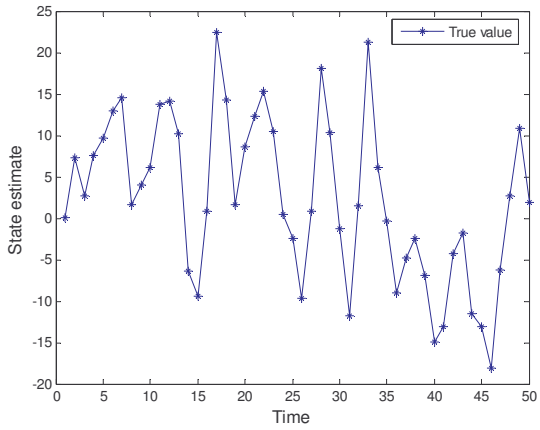
4.1 กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการทดลอง

กำหนดสมการของข้อมูลตัวอย่างดังสมการ (8) และสมการจากการวัดดังในสมการ (9) ซึ่งเป็นสมการที่ใช้จำลองการทำงานของอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์กันอย่างแพร่หลาย ดังนี้ [6]

$$x_t = 0.5x_{t-1} + (25x_{t-1}/(1+x_{t-1}^2)) + 8\cos(1.2(t-1)) + w_t \quad (8)$$

$$y_t = (x_t^2/20) + v_t \quad (9)$$

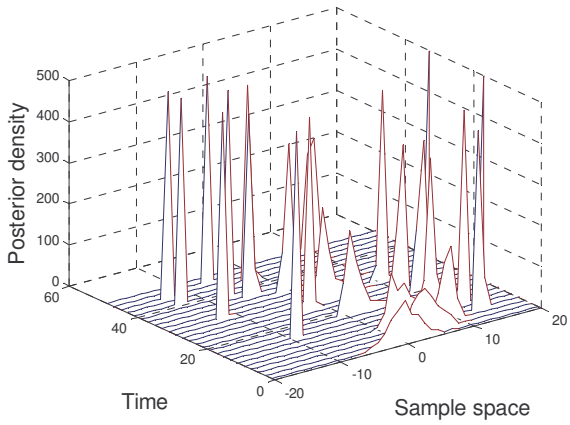
เมื่อ w_t และ v_t เป็นสัญญาณรบกวนขาวที่มีการกระจายตัวแบบเกาส์ และกำหนดให้มีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 10.0 และ 1.0 ตามลำดับ และ (t) คือจำนวนข้อมูลเท่ากับ 50 ข้อมูล ซึ่งข้อมูลตัวอย่าง (x) มีลักษณะตามกราฟในรูปที่ 3



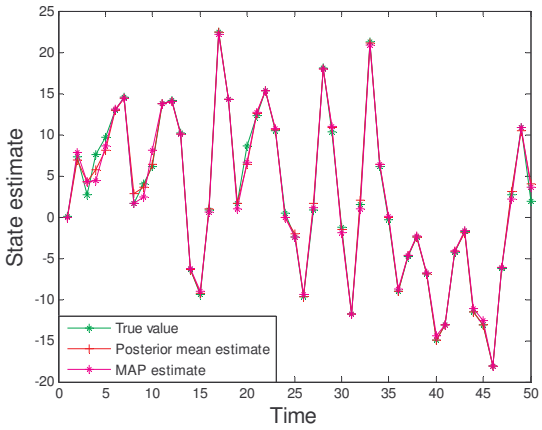
รูปที่ 3. ข้อมูลตัวอย่าง 50 ข้อมูลจากสมการ (8)

4.2 ผลการจำลองการทำงานของอัลกอริทึมด้วยโปรแกรม MATLAB

ในเบื้องต้นทำการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของอัลกอริทึมด้วยโปรแกรม MATLAB โดยกำหนดสมการตั้งต้น ตามหัวข้อที่ 4.1 กำหนดจำนวนอนุภาคเท่ากับ 500 อนุภาค ซึ่งหลังจากได้ผลการกระจายตัวของตำแหน่งอนุภาคแล้วทำการประมาณค่าข้อมูลจากกลุ่มอนุภาค ด้วยวิธี การประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และ การประมาณค่าจากอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุดมีผลการทดลองดังกราฟในรูปที่ 4 และรูปที่ 5



รูปที่ 4. การกระจายตัวของตำแหน่งอนุภาค



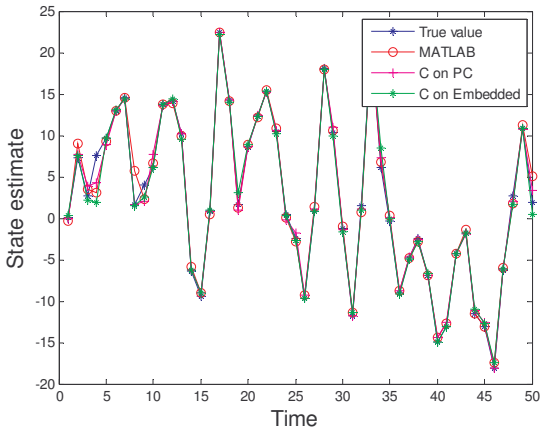
รูปที่ 5. ผลการประมาณค่าเปรียบเทียบกับค่าจริง

ในรูปที่ 4 เป็นกราฟแสดงผลความหนาแน่นของกลุ่มอนุภาค (Posterior density) ที่ได้จากอัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ซึ่งจากความหนาแน่นของข้อมูลจะเป็นตัวแปรที่บอกว่าข้อมูลที่ต้องการประมาณค่า ควรจะมีค่าเป็นเท่าใด ซึ่งก่อนที่จะได้คำตอบของการประมาณค่านั้นต้องนำค่าความหนาแน่นของข้อมูลที่ได้นี้ไปทำการประมวลผลด้วยวิธีการต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.2

รูปที่ 5 เป็นผลของการนำค่าความหนาแน่นของข้อมูลที่ได้มาทำการประมาณค่าด้วย การประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (MAP Estimate) และ การประมาณค่าจากอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด (Posterior Mean Estimate) เปรียบเทียบกับค่าจริง (True value) ซึ่งจะเห็นว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลที่มีความถูกต้องใกล้เคียงกัน แต่ การประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก มีการประมวลผลที่ไม่ซับซ้อนเหมาะแก่การนำไปใช้งานมากกว่า

4.3 เปรียบเทียบผลการทำงานของอัลกอริทึมในแต่ละระบบ

การทดลองในหัวข้อนี้ กำหนดค่าเริ่มต้นตามหัวข้อที่ 4.1 ใช้จำนวนอนุภาคเท่ากับ 500 อนุภาค เลือกใช้การประมาณค่าการกระจายตัวของอนุภาคด้วยวิธี ประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก แล้วทำการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่าง ค่าจริง กับผลจากโปรแกรม MATLAB ผลจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และ ระบบสมองกลฝังตัว



รูปที่ 6. ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการทำงานบนระบบต่างๆ ที่จำนวนอนุภาค 500

จากรูปที่ 6 เป็นผลการประมาณค่าจากระบบต่างๆ คำนวณที่ 500 อนุภาค ใช้การประมาณค่าจากอนุภาคที่มีค่าถ่วงน้ำหนักสูงสุด จะเห็นว่า อัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ที่ทำงานบนอุปกรณ์สมองกลฝังตัวสามารถประมาณค่าได้ดี

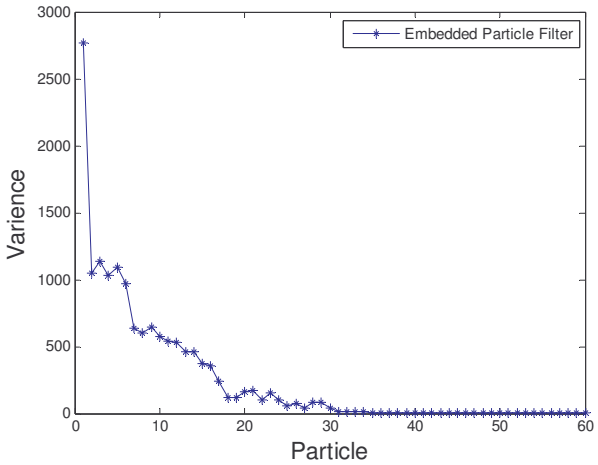
4.4 ทดลองหาตัวแปรที่เหมาะสมในการทำงานของอัลกอริทึม

จากหัวข้อ 4.3 จะเห็นได้ว่าผลของการประมาณค่าที่ทำงานบนระบบสมองกลฝังตัวให้ผลที่มีความถูกต้องเป็นที่น่าพอใจ แต่ยังใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่สูง ซึ่งจากการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการคำนวณโดยทดลองลดจำนวน อนุภาคลง ซึ่งได้ผลการทดลองตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ที่จำนวนอนุภาคต่างๆ

จำนวนอนุภาค	เวลาในการคำนวณ (วินาที)	
	คอมพิวเตอร์	ระบบสมองกลฝังตัว
500	2	2900
300	1	1000
200	<1	500
100	<1	123
50	<1	33
20	<1	7

ผลการทดลองพบว่าจำนวนอนุภาคมีผลต่อระยะเวลาในการประมวลผล ซึ่งเมื่อลดจำนวนอนุภาคลงมีผลทำให้ความเร็วในการประมวลผลสูงขึ้น แต่ก็ส่งผลให้ที่จำนวนอนุภาคต่ำกว่า 40 ระบบไม่สามารถประมาณค่าข้อมูลได้ในบางตัวอย่าง เมื่อหาความแปรปรวนในตำแหน่งดังกล่าวพบว่ามีค่าสูง ซึ่งตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพดีต้องมีค่าความแปรปรวนต่ำที่สุด [7] จึงทำการทดสอบวัดค่าความแปรปรวนเมื่อมีอนุภาคจำนวนระหว่าง 1 ถึง 60 อนุภาค ซึ่งได้ผลการทดลองดังในรูปที่ 7 เป็นการแสดงค่าความแปรปรวนที่จำนวน 1 ถึง 60 อนุภาค



รูปที่ 7. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับความแปรปรวน

จากรูปที่ 7 เห็นได้ว่าค่าความแปรปรวนจะมากขึ้นเมื่อจำนวนอนุภาคลดต่ำกว่า 30 อนุภาค แต่เนื่องจากเป็นการทดลองเชิงสถิติ พบว่าที่อนุภาคต่ำกว่า 40 อนุภาค ระบบจะไม่สามารถประมาณค่าข้อมูลได้ในบางครั้ง ดังนั้นเพื่อความมั่นใจในความถูกต้องของการประมาณค่าข้อมูล จึงเลือกใช้จำนวนอนุภาคเท่ากับ 50 อนุภาคในการนำไปใช้ทำงานบนระบบสมองกลฝังตัว

5. บทสรุป

อัลกอริทึมพาร์ทิเคิลฟิลเตอร์ ที่นำไปพัฒนาบนอุปกรณ์สมองกลฝังตัวนั้นสามารถประมาณค่าข้อมูลได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และเมื่อกำหนดจำนวนอนุภาคที่ใช้คำนวณในปริมาณที่เหมาะสมก็สามารถลดระยะเวลาในการประมวลผลลงได้ แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่าค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าก็เพิ่มขึ้นด้วย จากการทดลองพบว่าที่จำนวนอนุภาค 50 อนุภาคมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานเนื่องจากทำให้ระบบมีความเร็วสูงและมีความแปรปรวนต่ำ

5.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ในอนาคต จะมีการศึกษาถึงความเป็นได้ในการแบ่งการทำงานของระบบจากเดิมคำนวณด้วยซอฟท์แวร์ทั้งหมด เป็นการออกแบบทำงานร่วมกันระหว่างซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ (Hardware Software Co-Design) โดยแบ่งระบบ ส่วนที่มีการคำนวณที่ซับซ้อนให้ทำงานบนฮาร์ดแวร์ซึ่งจะมีความเร็วสูงกว่าทำงานบนซอฟท์แวร์ สำหรับส่วนที่ใช้การคำนวณบนซอฟท์แวร์ จะแทนการคำนวณด้วยจำนวนบิตคงที่ (Fixed point) คาดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษฎา แสงเพ็ชร์ส่อง, “แนวคิดพื้นฐานและหลักการทำงานของ Kalman Filter Algorithm” วรสารโรงเรียนนายเรือ ป.4 ฉ.4, หน้า 37-48, โรงเรียนนายเรือ ,2547

[2] Rudy Negenborn, “Robot Localization and Kalman Filter On Finding your position in a noisy world”, thesis of Master of Science, UTRECHT UNIVERSITY,2003

[3] Jose M. Bernardo and Adeian F. M. Smith, ”Bayesian theory”, Wiley Series in Probability and Statistics, July 2004

[4] Jame V. Candy, “Bootstrap Particle Filter” IEEE Signal Processing Magazine, July 2007

[5] Ubuntu 8.04 [Online]. Available: http://www.ubuntu.com/

[6] N.J. Gordon, D.J.Salmond, A.F.M.Smith, “ Novel approach to nonlinear/non-Gaussian Bayesian state estimation”, IEE Proceedings-F Vol.140, No2, pp-107-113, April, 1993

[7] พีระพล ยุวภูษิตานนท์, “การประมวลสัญญาณดิจิตอลขั้นสูง” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2551

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

จมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจวัดและเตือนภัยมลพิษทางอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

Electronic nose and Program Development for the Air Pollutions Monitoring and Alarming for Industrial Factory

สมชาย เปาะทองคำ
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
p.somchai@thaiunique.com

จักรี ศรีนนท์ฉัตร
ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
jakkree.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมจมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจวัดมลพิษและคุณภาพของอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแจ้งเตือนภัยอันอาจจะเกิดขึ้นจากการมีแก๊สพิษรั่วไหลหรือ มีปริมาณสารระเหยสูงเกินปกติ หรือมลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้นจนถึงขีดอันตราย เพื่อป้องกันความเสียหายอันจะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สิน ตัวโปรแกรมได้พัฒนาบนโปรแกรม Lab VIEW ทำงานร่วมกับตัวตรวจวัดแก๊สชนิดโลหะอ๊อกไซด์หลายชนิดร่วมกัน เพื่อเป็นตัวตรวจวัดปริมาณแก๊สพิษและสารระเหย เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณสารระเหยและแก๊สพิษแล้ว หากพบปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญก็ให้แจ้งเตือน หรือหากพบปริมาณแก๊สพิษเพิ่มขึ้นจนเกินค่ามาตรฐานก็ให้แจ้งเตือนภัยอันอาจจะเกิดขึ้นได้ โดยได้ทำการทดสอบกับแก๊สและสารระเหยชนิดต่างๆจากนั้นให้โปรแกรมประเมินอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นและแจ้งเตือนภัย พบว่าโปรแกรมจมูกอิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี

คำหลัก : จมูกอิเล็กทรอนิกส์, เซ็นเซอร์แก๊ส, แก๊สพิษ, สารระเหย,มลพิษทางอากาศ

Abstract

This paper presents the electronic nose for industrial factory air pollution detector system. The system is proposed for monitoring air pollution such as a toxic gases and VOCs. The safety system design for monitoring, warning and alarming when detected the toxic or VOCs over limit .The software develop on Lab VIEW base with USB multifunction I/O and metal oxide electronic gas sensor array. The experimental results show that system work very well. This System can be applied to the safety system for gases station and environmental monitoring.

Keywords: electronic nose, gas sensor, toxic gases, VOC, air pollution

1. บทนำ

อุบัติภัยที่เกิดขึ้นจากการมีสารพิษรั่วไหลหรือมลพิษทางอากาศที่เกิดกับโรงงานอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานเองและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง และก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในสิ่งมีชีวิตและในสิ่งแวดล้อมที่ยาวนานอีกด้วย การควบคุมและป้องกันจึงเป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องดูแลและป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าว การรั่วไหลของแก๊สที่เป็นพิษหรือไอของสารระเหย มีทั้งชนิดที่มีกลิ่นและไม่มีกลิ่นตรวจสอบได้ยาก จึงมีการประยุกต์ใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์[1],[2],[3] เป็นตัวตรวจวัดสารระเหยและกลิ่นต่างๆ ด้วยเหตุนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมจมูกอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเพื่อตรวจวัดปริมาณสารพิษที่บนเปื้อนในอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อตรวจวัดเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง โดยมีแนวคิดว่าสามารถใช้เซ็นเซอร์วัดแก๊สมาเป็นตัวตรวจวัดได้โดยเลือกใช้เซ็นเซอร์วัด

แก๊สที่ตอบสนองต่อแก๊สพิษและสารระเหยที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.หลักการทำงาน

2.1 มลพิษทางอากาศจากสารระเหยอินทรีย์

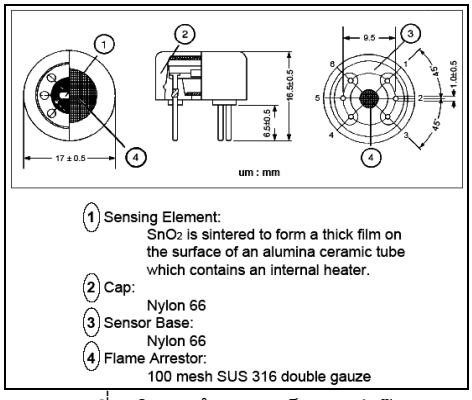
สารอินทรีย์ไอระเหย [4] (Volatile Organic Compounds, VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศ ได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง แบ่ง VOCs ออกตามลักษณะของโมเลกุล เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1.Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halognated hydrocarbonsได้แก่กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย aliphatic hydrocarbons (เช่น fuel oils, ก๊าซโซลีน (gasoline) ,hexane ,idustrial solvents,ในอุตสาหกรรม alcohols, aldehydes, hexane เป็นต้น) และกลุ่มสาร aromatic hydrocarbons (เช่นสารตัวทำละลาย toluene, benzene, ethylbenzene, xylenes, styrene, phenol) สารVOCsกลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อมการเผาไหม้กองขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ เป็นต้นทั้งหมดล้วนมีผลเสียต่อสุขภาพ

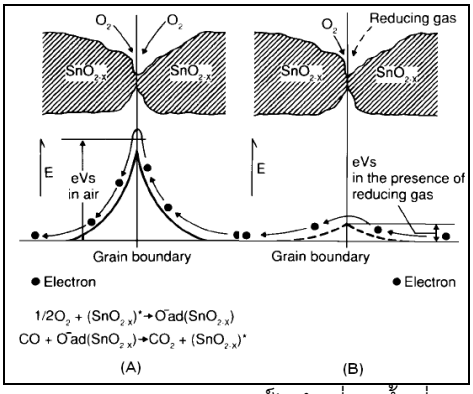
2. Chlorinated VOCs หรือ halognated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรมสาร chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน รบกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้

2.2 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แก๊ส

เซ็นเซอร์แก๊สที่ใช้เป็นตัวตรวจวัดมีโครงสร้างดังรูปที่ 1 ตัวตรวจวัดแก๊สสร้างจากอ๊อกไซด์ของโลหะเช่น อ๊อกไซด์ของโลหะดีบุก (SnO_2) เมื่อผลึกอ๊อกไซด์ถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง โมเลกุลของออกซิเจนจะไปเกาะตัวที่ผิวของผลึกอ๊อกไซด์โลหะด้วยประจุที่เป็นลบ (Negative change) ทำให้เกิดศักดิ์ไฟฟ้าขึ้นที่ผิวและประจุบวกอยู่ภายนอกดังแสดงแบบจำลองและสมการทางเคมีในรูปที่ 2(A) โมเลกุลของออกซิเจนสร้างศักดิ์ไฟฟ้าขึ้นระหว่างผลึกอ๊อกไซด์โลหะซึ่งกีดขวางการไหลของอิเล็กตรอน จึงทำให้ความต้านทานของเซ็นเซอร์เพิ่มขึ้น เมื่อมีตัวอย่างที่ต้องการวัดผ่านเข้ามาทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง หรือทำให้เกิดการ Deoxidizing ขึ้น ทำให้เกิดการดึงออกซิเจนออกจากผิวของผลึกอ๊อกไซด์โลหะทำให้ความหนาแน่นประจุลบที่ผิวผลึกอ๊อกไซด์โลหะลดลง และทำให้ศักดิ์ไฟฟ้าซึ่งขวางการไหลของอิเล็กตรอนลดลงด้วย เป็นผลให้ความต้านทานของเซ็นเซอร์ลดลงดังแสดงในรูปที่ 2(B)



รูปที่ 1 โครงสร้างของเซ็นเซอร์แก๊ส



รูปที่ 2 (A) แบบจำลองอธิบายศักดิ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวของอ๊อกไซด์โลหะ

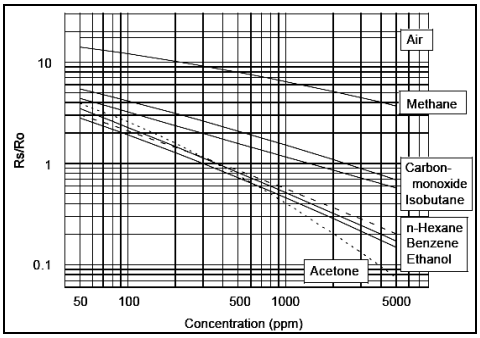
(B) แบบจำลองอธิบายศักดิ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวของอ๊อกไซด์โลหะขณะทำการวัดแก๊ส

ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเซ็นเซอร์และความเข้มข้นของ Deoxidizing gas แสดงดังสมการที่ 1

$$R_S = A[C]^{-\alpha} \qquad (1)$$

โดยที่ R_S คือค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ A คือค่าคงที่ [C] คือค่าความเข้มข้นของแก๊ส และ α คือความชันของกราฟความต้านทาน

ความไวต่อความเข้มข้นของแก๊สสามารถอธิบายด้วยอัตราส่วน ของความต้านทานของเซ็นเซอร์ขณะที่มีแก๊สเป้าหมาย (Rs) ต่อความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่อยู่ในอากาศ (Ro) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเซ็นเซอร์ต่อปริมาณของแก๊ส

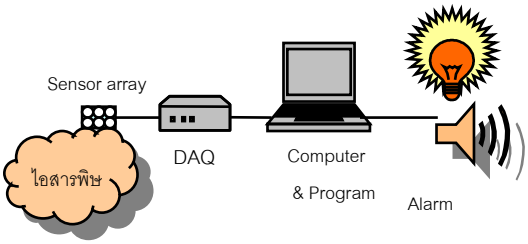
2.3วงจรและระบบ

ระบบของจมูกอิเล็กทรอนิกส์แสดงดังรูปที่4 ในวงจรใช้เซ็นเซอร์แก๊สทั้งหมด 8 ตัวดังรูปที่5 เพื่อให้คลอบคลุมชนิดของสารระเหยและแก๊สที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยเลือกใช้เซ็นเซอร์และสารเคมีที่ตอบสนองดังตารางที่1

ตารางที่1แสดงเซ็นเซอร์แก๊สที่ใช้

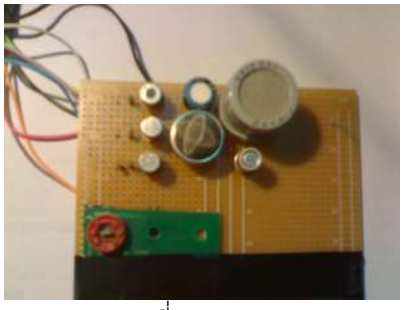
ตัวที่	เบอร์	ตอบสนองชนิดของสารเคมี
1	TGS822	Organic Solvent Vapor
2	TGS2620	Solvent Vapor
3	TGS2600	Air Contaminate
4	TGS2602	Air Contaminate
5	TGS2442	CO
6	TGS4160	CO2
7	TGS6810	Methane & LPG
8	TGS832	Halogen

โครงสร้างรวมของระบบดังแสดงในรูปที่4



รูปที่4 ระบบของจมูกอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนา

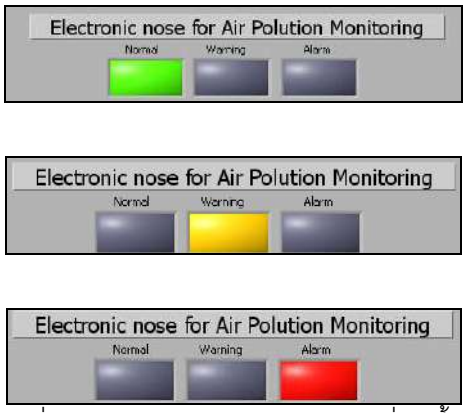
หลักการทำงานของระบบ เมื่อมีไอสารพิษหรือแก๊สพิษฟุ้งกระจายในบริเวณที่ทำการตรวจสอบ ชุดเซ็นเซอร์แก๊สจะตอบสนองต่อ ไอสารพิษหรือแก๊สพิษที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่วัดได้จะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิตอลเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของไอสารเคมีหรือแก๊สพิษและแจ้งเตือนในกรณีที่สูงผิดปกติ



รูปที่5 Sensor Array

2.4โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

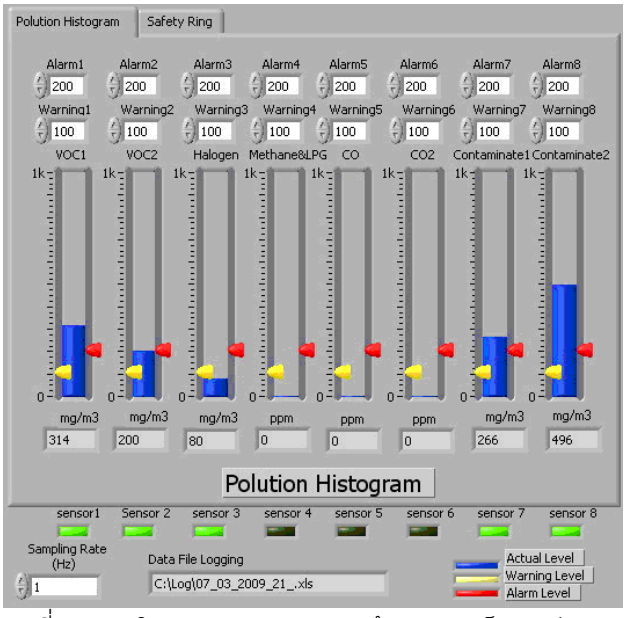
ส่วนของโปรแกรมพัฒนาบนโปรแกรม Lab VIEW V7.0 โดยทำงานร่วมกับ Multifunction I/O รุ่น NI U-6008 ของ National Instrument ทำหน้าที่เป็น Data Acquisition และ Alarm Output โปรแกรมในส่วนต่างๆประกอบด้วยในรูปที่6 แสดงโปรแกรมในส่วนสถานะ Normal, Warning และ Alarm



รูปที่ 6 แสดงโปรแกรมส่วนของสถานะที่เกิดขึ้น

รูปที่7 แสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบ Histogram ในส่วนนี้จะเป็นส่วนกำหนดระดับความเข้มขนของมลพิษที่อ่านได้ในระดับแจ้งให้ระวัง และแจ้งเตือนมีอยู่ในระดับอันตราย รูปที่8 แสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบหรือวงแหวน รูปที่ 9 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัว

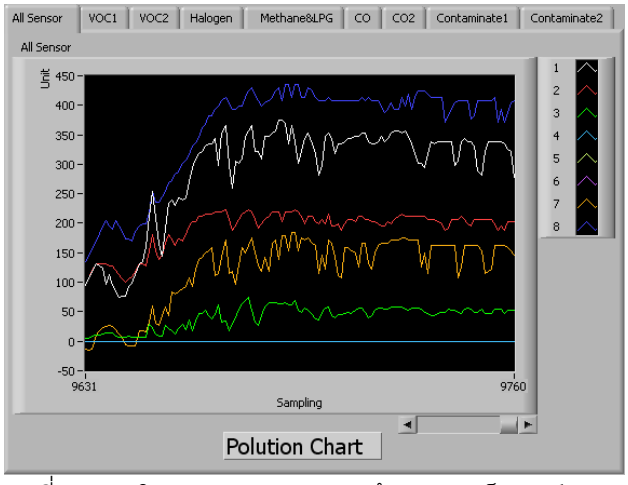
แบบ Historical Chart และใน รูปที่ 10 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัว



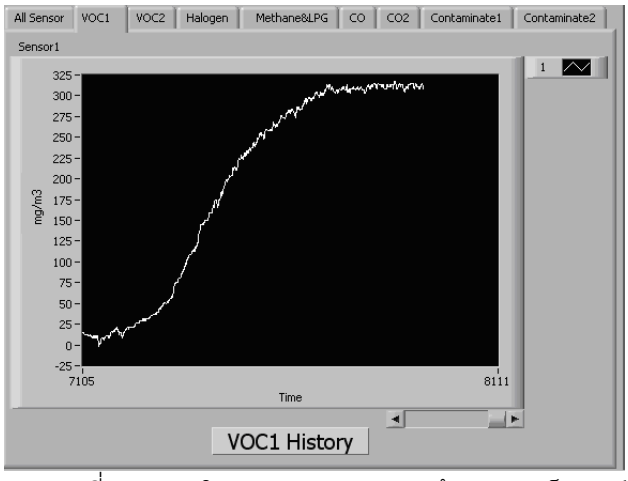
รูปที่ 7 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบ Histogram และการตั้งค่าระดับ Alarm

รูปที่ 8 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบเรดาร์หรือวงแหวน

ในรูปที่ 7 แสดงแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบ Histogram ในส่วนนี้จะเป็นส่วนกำหนดระดับความเข้มขนของมลพิษที่อ่านได้ในระดับแจ้งให้ระวัง และแจ้งเตือนเมื่ออยู่ในระดับอันตราย โดยวิธีการกำหนดค่า Warning สามารถป้อนค่าที่ต้องการลงในตำแหน่ง Warning ได้เลย จากนั้น ตัวชี้ระดับ Warning จะเลื่อนไปบนบาร์กราฟโดยอัตโนมัติ วิธีการกำหนดค่า Alarm ก็เช่นเดียวกัน ในรูปที่ 8 เส้นสีแดงจะเป็นเส้นแสดงค่าของแต่ละเซ็นเซอร์ที่อ่านได้ วงนอกสุดจะเป็นพื้นที่ส่วน Alarm วงภายในจะเป็นพื้นที่ส่วน Warning



รูปที่ 9 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบ Historical Chart



รูปที่ 10 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัว

3. การทดลอง

ประกอบชุดทดลองตามรูปที่11 โดยจำลองพื้นที่ในการตรวจวัดเป็นพื้นที่ในลูกบาศก์เมตรที่จัดทำขึ้นมาในการทดสอบ การทำงานของระบบจะใช้ เมทานอล (Methanol) เป็นสารระเหยในการทดสอบ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ในขั้นตอนแรกต้องทำการ Calibrate เซ็นเซอร์ก่อน โดยบันทึกแรงดันที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์แต่ละตัวในระดับอากาศปกติที่ไม่ปนเปื้อน ในที่นี้วัดแรงดันจากเซ็นเซอร์ที่ตอบสนองต่อสารระเหย VOC1,VOC2,Halogen,Air Contaminate1, Air Contaminate2, จากนั้นเตรียมตัวอย่าง Methanol ขนาด 1 mg ในน้ำ 20mL ต้มน้ำแล้วนำไอระเหยเข้าสู่กล่องลูกบาศก์เมตร วัดระดับแรงดันที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์แต่ละตัว จากนั้นทดลองกับระดับ เมทานอล ขนาด10mg 100mg และ 1000mg ตามลำดับผลที่ได้ดังตารางที่2

ตารางที่2ผลการอ่านค่าแรงดันที่ได้จากเซ็นเซอร์แต่ละตัวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เซ็นเซอร์	ปกติ (mV)	1mg/m^3 (mV)	10mg/m^3 (mV)	0.1g/m^3 (mV)	1g/m^3 (mV)
VOC1	303	385	732	1651	3509
VOC2	104	166	278	666	1646
Halogen	104	115	176	707	2087
Contaminate1	604	901	1297	2235	3499
Contaminate2	119	150	211	415	2069

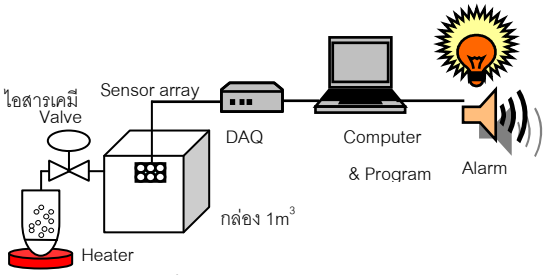
จากตารางที่2นำค่าที่ได้มาทำCalibrateเซ็นเซอร์โดยใช้ วิธีการถดถอยพหุนาม(Polynomial Regression)แสดงดังสมการที่2 และสมการที่3

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \qquad (2)$$

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \end{Bmatrix} \qquad (3)$$

เมื่อ y คือปริมาณของไอสารเคมีที่วัด และ x คือค่าแรงดันที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์

จากนั้นทำการทดสอบการทำงานโดยเตรียมเมทานอล 300mg ในน้ำ 20mL ต้มน้ำแล้วนำไอตัวอย่างที่ได้เข้าสู่ลูกบาศก์เมตร ทดลองตั้งค่า Warning ของเซ็นเซอร์ทุกตัวที่ความเข้มข้น 100mg/m^3 และ Alarm ที่ 200mg/m^3 ทำการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยทำงานจนเครื่องแจ้ง Warning และ Alarm



รูปที่11โครงสร้างชุดทดลอง

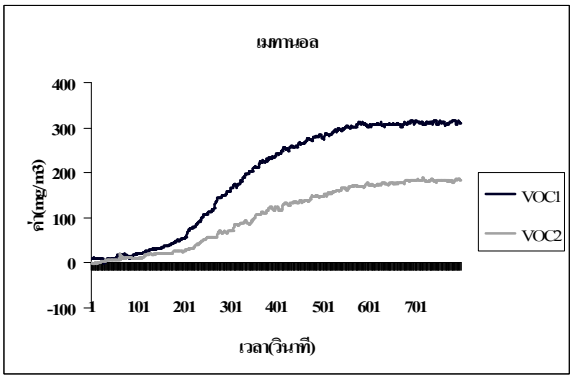
จากนั้นทำการทดสอบใหม่โดยเปลี่ยนมาทำ Calibrate กับไอระเหยของ โพรพานอล(n-Propanol), เฮ็กเซน (Hexane), และไดคลอโรมีเทน(Dichloromethane) ตามลำดับ

4. ผลการทดลอง

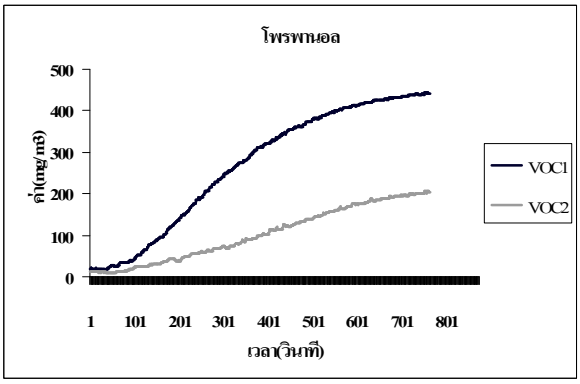
จากการทดลองการทำงานโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามตารางที่3 และกราฟในรูปที่12,13,14และ15 แสดงผลจากการวัดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่3ผลการทำงานของโปรแกรม

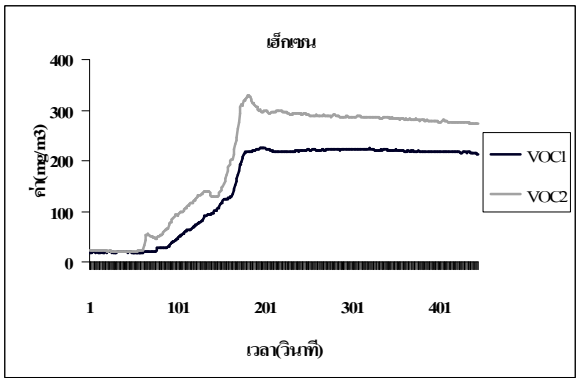
สารเคมี	Warning Time (sec)	Alarm Time (sec)	Warning Sensor	Alarm Sensor
Methanol	240	342	VOC1	VOC1
n-Propanol	167	257	VOC1	VOC1
Hexane	108	163	VOC2	VOC2
Dichloromethane	127	602	VOC2	VOC2



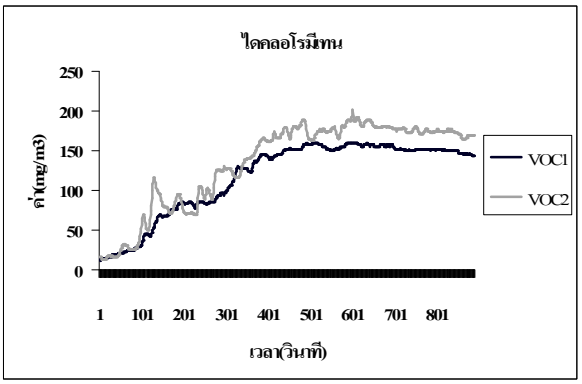
รูปที่12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารระเหยเมทานอลได้จากเซ็นเซอร์VOC1 และ VOC2



รูปที่13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารระเหยโพรพานอลได้จากเซ็นเซอร์VOC1 และ VOC2



รูปที่14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารระเหยเฮ็กเซนได้จากเซ็นเซอร์VOC1 และ VOC2



รูปที่15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารระเหยไดคลอโรมีเทนได้จากเซ็นเซอร์VOC1 และ VOC2

5. สรุปผลการทดลอง

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำงานของระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแจ้งเตือนให้ระวังอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการมีสารพิษรั่วไหลได้ ในกรณีที่สารเคมีเกิดการรั่วไหลออกมาอย่างรวดเร็วก็สามารถแจ้งเตือนภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้อยู่ใกล้เคียงได้ โดยจากการทดสอบระบบสามารถตรวจจับการรั่วไหลของ เมทานอล (Methanol), โพรพานอล(n-Propanol), เฮ็กเซน(Hexane), และไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ได้เป็นอย่างดี โดย เมทานอล แจ้ง Warning ที่เวลา 240 วินาทีโดยเซ็นเซอร์ VOC1 แจ้ง Alarm ที่เวลา 342 วินาทีโดย VOC1,โพรพานอล แจ้ง Warning ที่เวลา 167 วินาทีโดยเซ็นเซอร์ VOC1 แจ้ง Alarm ที่เวลา 257 วินาทีโดย VOC1,เฮ็กเซน แจ้ง Warning ที่เวลา 108 วินาทีโดยเซ็นเซอร์ VOC2 แจ้ง Alarm ที่เวลา 163 วินาทีโดย VOC2 และไดคลอโรมีเทนแจ้ง Warning ที่เวลา 127 วินาทีโดยเซ็นเซอร์ VOC2 แจ้ง Alarm ที่เวลา 602 วินาทีโดย VOC2

จากผลการทดลองเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับสาร VOCs และแก๊สพิษชนิดอื่นๆได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทไทยยูนีคจำกัดที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

[1] Fang Xiangsheng, Qi Guowei, Guo Miao, Pan Min and Chen Yuquan.2005. An Improved Integrated Electronic Nose for Online Measurement of VOCs in Indoor Air. Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Changhai, China, Sep 1-4, 2005: 2894-2897

[2] J.W. Gardner and J.E. Taylor. Novel Convolution Based Signal Processing Techniques for A Simplified artificial Factory Mucosa. The 14th International Conference On Solid-State Sensor

[3] Bancha Charumporn, Toru Fujinaka, Michifumi Yoshioka, and Sigeru Omatu. 2006. Compact Electronic Nose Systems Using Metal Oxide Gas Sensors for Fire Detection Systems. IJC on Neural Networks, Vancouver, BC, Canada July 16-21, 2006: 2214-2217

[4] ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช, และ ไมตรี สุทธจิตต์.2544. สารอินทรีย์ไอระเหยและสุขภาพ. พิษวิทยาสาร ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2544

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ระบบควบคุมประตูด้วย RFID ที่เชื่อมต่อผ่านแลนไร้สาย

สุธรรม จินดาอุดม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว, อนันต์ ผลเพิ่ม*

ห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

sutham9999@yahoo.com, {aphirak.j, chaiporn.j, anan.p}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การควบคุมการเข้าออกพื้นที่สำคัญต้องการระบบที่มีสามารถยืนยันผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ใช้เวลาในการตรวจสอบน้อย เหมาะกับการใช้งานเมื่อมีผู้ใช้ปริมาณมาก สามารถกำหนดสิทธิ และเปลี่ยนแปลงสิทธิโดยง่าย สามารถตรวจสอบระบบ เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติได้ บทความนี้ได้นำเสนองานวิจัยระบบควบคุมประตูด้วย RFID ที่เชื่อมต่อผ่านแลนไร้สาย ที่รองรับความต้องการดังกล่าวได้ ด้วยราคาที่ถูกเมื่อเทียบกับระบบโดยทั่วไป และมีจุดเด่นในการเชื่อมต่อ จัดการผ่านเครือข่านแลนไร้สายได้ จากการทดสอบการใช้งานระบบเป็นเวลากว่า 1 ปี พบว่าระบบมีเสถียรภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะจริง

Abstract

The access control system for restricted area requires an accurate authentication system with low response time. The system should scale well for large number of users. The administration should be able to grant the permission to each user individully, monitor the system status, and collect statistical information from the system. In this paper, the RAAS -- "RFID Access control with Air Support" with low system cost and ability to communicate via WLAN has been developed and presented. The system stability after deployed in real sites for about a year has been shown.

คำสำคัญ

RFID, WLAN Application, Access Control, RAAS

1. บทนำ

ผู้ใช้งานที่สามารถเข้าใช้งานพื้นที่ควบคุมในที่ทำงานได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่รับอนุญาตจากผู้ควบคุมหน่วยงานก่อน โดยทั่วไป จะใช้ลักษณะการแสดงตนแบบบัตรพนักงาน ที่มีรูปถ่ายพร้อมทั้งรายละเอียด และใช้การตรวจสอบสิทธิเพื่อการเข้าใช้งานโดยพนักงานรักษาความปลอดภัย ในส่วนของการเข้าใช้พื้นที่ที่เช่นห้องควบคุม ผู้ใช้งานแต่ละคนจะถือกุญแจห้อง ซึ่งทำให้ต้องมีการแจกกุญแจแก่ผู้ใช้ทุกคน ถ้ามีปริมาณผู้เข้าใช้งานมากขึ้นยิ่งเป็นการไม่สะดวกในการบริหารจัดการเรื่องกุญแจ ตลอดจนไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาการเข้าทำงานได้ และไม่สามารถยืนยันตัวบุคคลที่เข้าใช้พื้นที่ได้

ระบบการควบคุมการเข้าใช้ที่เริ่มมีการใช้งานแพร่หลายได้แก่ ระบบกุญแจชีวภาพ (Bioinformatic) และระบบ RFID โดยระบบกุญแจชีวภาพนั้นมีเทคนิคการใช้งานที่หลากหลาย เช่นการตรวจสอบม่านตา และการตรวจสอบลายนิ้วมือเป็นต้น ข้อดีของระบบนี้คือสามารถยืนยันตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ ซึ่งในบางกรณีอาจเป็นปัญหาได้เช่นผู้ที่มีลายนิ้วมือบาง ทำให้ระบบอ่านค่าได้โดยยาก และเนื่องจากเป็นระบบสัมผัสทำให้ส่วนของหน้าสัมผัสมีความสกปรก มีผลต่อการอ่านข้อมูลผิดพลาดได้ ตลอดจนมีค่าใช้จ่ายสูง ระบบต้องใช้เวลาในการประมวลผลนานโดยเฉพาะเมื่อมีปริมาณผู้ใช้เป็นจำนวนมาก

ในส่วนของ RFID ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการใช้งานแบบไม่สัมผัส (Contactless) ทำให้ไม่เกิดปัญหาการอ่านข้อมูลที่เกิดจากหน้าสัมผัสไม่สะอาด เป็นเทคโนโลยีที่มีระยะทำการที่หลากหลายตั้งแต่ระดับเซนติเมตร (เช่น การเข้าใช้งานห้องควบคุม) ไปจนถึงระดับเมตร (เช่น นำไปใช้งานกับที่จอดรถ) เหมาะสมกับการใช้งานที่มีผู้ใช้ปริมาณมาก ราคาของระบบที่เหมาะสม โดยเฉพาะกุญแจ (บัตร RFID) ที่มีราคาประมาณ 30-50 บาท การอ่านบัตรมีความถูกต้องสูง และมีความปลอดภัยในระดับที่ยอมรับได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การควบคุมการเข้าออกพื้นที่สำคัญ ถือเป็นระบบความปลอดภัยขั้นพื้นฐานขององค์กรทุกขนาด โดยปกติพนักงานในองค์กรมักต้องมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ มีการโยกย้ายหรือ

ลาออก มีการเปลี่ยนสิทธิการเข้าพื้นที่ควบคุมอยู่ตลอดเวลา องค์กรจึงมีความต้องการระบบควบคุมที่สามารถเพิ่มเติม และยกเลิกผู้ใช้งาน ปรับเปลี่ยนสิทธิการใช้งาน สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

ทีมผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมประตูด้วยRFID ที่เชื่อมต่อผ่านแลนไร้สาย (RAAS: RFID Access Control with Air Support) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเองสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมได้ตามต้องการ มีราคาถูกและมีคุณสมบัติเด่นในด้านการจัดการผ่านเครือข่ายไร้สาย

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระบบ RFID ที่มีใช้งานในปัจจุบัน

คุณสมบัติ	LX007 [5]	BF-870 [6]	TimeWORKS standalone A2 [7]
อ่านบัตรที่ย่านความถี่	125KHz	125KHz	125KHz
อ่านลายนิ้วมือ	ได้	ไม่ได้	ได้
การเชื่อมต่อ	RS232/RS485	RS232/RS485	RS232/RS485
การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบแลน	มี (ต้องติดตั้งเพิ่ม)	มี (ต้องติดตั้งเพิ่ม)	มี
การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ WLAN (802.11b/g)	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ปรับตั้งค่าอุปกรณ์ผ่านเว็บ	ไม่มี	มี	มี
ราคาโดยประมาณ (บาท)	-	30,000	34,000

3. งานที่เกี่ยวข้อง

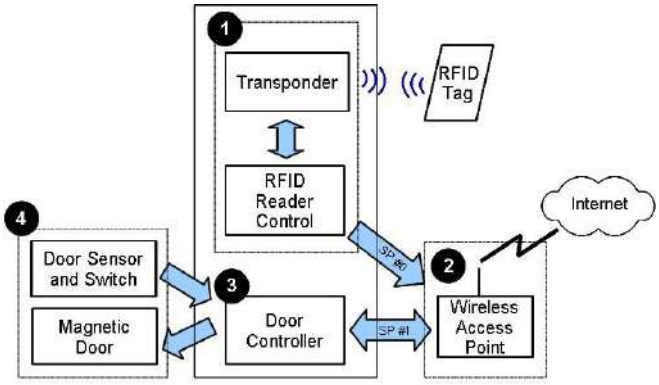
ในหัวข้อนี้ได้สรุปเปรียบเทียบคุณลักษณะของระบบตัวอย่าง (บางส่วน) ที่ใช้ควบคุมเปิดปิดประตูด้วยเทคโนโลยี RFID ดังตารางที่ 1 ทำงานได้โดยไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์ควบคุม ซึ่งถ้าต้องการเชื่อมโยงผ่านเครือข่ายแบบอีเทอร์เนต (Ethernet) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม และระบบยังไม่สนับสนุนการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายแบบไร้สาย

4. รายละเอียดการพัฒนา

การออกแบบระบบ RAAS จะคำนึงถึงความสามารถในการควบคุมการเข้าออกได้อย่างถูกต้อง โดยมีความสามารถในการควบคุมสั่งการ และตรวจสอบข้อมูลการเข้าออกประตูได้ผ่านทางเครือข่ายแลนไร้สาย (WLAN Mode) ซึ่งเป็นจุดเด่นที่แตกต่างจากระบบงานอื่นในปัจจุบัน ในขณะเดียวกันก็สามารถทำงานในแบบลำพัง (Standalone Mode) ซึ่งยังคงทำหน้าที่ในการควบคุมประตูได้อย่างถูกต้องแม้ไม่ได้ทำการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย เนื่องจากระบบได้ถูกออกแบบให้ส่วนประมวลผลและฐานข้อมูลที่จำเป็นติดตั้งที่ตัวอุปกรณ์ โดยข้อมูลนี้สามารถเชื่อมโยงและปรับปรุงผ่านระบบผ่านเครือข่ายไร้สายได้เมื่อมีการเชื่อมต่อเครือข่าย

4.1 ภาพรวมของระบบ

โครงสร้างของระบบ RAAS สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนดังนี้คือ 1) ส่วนการอ่านบัตร RFID 2) ส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล 3) ส่วนการควบคุมกลอนประตูไฟฟ้า และ 4) ส่วนกลอนและสวิทช์ประตู



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบ RAAS

เมื่อผู้ใช้งานนำบัตร RFID (RDIF Tag) เข้ามาใกล้กับส่วนการอ่านบัตร RFID (ส่วนที่ 1) ในระยะทำการห่างประมาณ 2 เซ็นติเมตร Transponder ซึ่งได้รับสัญญาณจากบัตร RFID จะ

ทำการส่งข้อมูลให้ RFID Reader Control เพื่อทำการอ่านค่ารหัสของบัตร โดยจะทำการส่งต่อข้อมูลไปยังส่วนที่ 2

ในส่วนที่ 2 คือส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล จะมีฐานข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงเวลาของผู้ที่มีสิทธิเข้าใช้งานเก็บอยู่ เมื่อได้รับข้อมูลก็จะทำการตรวจสอบรหัสดังกล่าว ถ้าเป็นผู้ใช้งานที่มีสิทธิเข้าห้องที่ต้องการควบคุมในวันและเวลาปัจจุบันขณะทำการตรวจสอบนี้ ก็จะทำการส่งข้อมูลต่อให้กับส่วนควบคุมประตู (ส่วนที่ 3) เพื่อสั่งกลอนประตูไฟฟ้าให้เปิดออก โดยมีการตรวจสอบการปิดประตูผ่านทางสวิทช์ที่มีการหน่วงเวลาการเปิดปิดไว้

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในหัวข้อนี้จะทำการอธิบายถึงรายละเอียดขององค์ประกอบหลักของระบบที่พัฒนาขึ้น ตามรูปที่ 1 ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันเป็นรุ่นที่ 2.1 โดยมีค่าใช้จ่ายเครื่องต้นแบบประมาณ 12,000 บาท

<u>ส่วนการอ่านบัตร RFID (ส่วนที่ 1)</u>

ย้อนไปประมาณ 2 ปีที่เริ่มทำการพัฒนาระบบ ส่วนการอ่านบัตรเป็นส่วนที่มีราคาแพง และถ้าต้องการพัฒนาเองก็จะเป็นส่วนที่มีความยุ่งยากในการพัฒนามากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของ Transponder ที่มีลักษณะเป็นสายอากาศ (antenna) ที่พันขึ้นจากขดลวดทองแดงซึ่งต้องมีจำนวนรอบ และขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่า L (หน่วยเป็นไมโครเฮนรี่) ตามต้องการ การหาผู้ผลิตเพื่อให้ได้ค่า L ตามที่ได้ออกแบบวงจรไว้เป็นเรื่องยาก แม้ว่าทางผู้วิจัยจะทำการปรับวงจรเพื่อให้รองรับกับค่า L ที่สามารถหาได้ก็ยังส่งผลต่อการอ่านข้อมูลบัตรที่ไม่แน่นอน

อย่างไรก็ตามในการพัฒนาระบบ RAAS ในรุ่นที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้เปลี่ยนมาใช้ชิป ID-12 [2] ที่เป็นชิปสำเร็จรูปที่รวมเอาส่วน Transponder และส่วนควบคุมเข้าด้วยกัน ซึ่งจะให้สัญญาณเอ้าท์พุทมาเป็นข้อมูลผ่านทางการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port) ส่งผลให้การออกแบบในส่วนนี้ง่ายขึ้นเป็นอย่างมาก โดยมีระยะทำการที่ 180 มิลิเมตร

เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เริ่มต้นเพื่อการใช้งานภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งนิสิตมีบัตรประจำตัวเป็นแบบ RFID ทำงานที่ความถี่ 125 KHz หน่วยความจำ 64 บิต ใช้ฟอร์แมต EM4001 เป็นชนิดอ่านอย่างเดียวไม่มีการเขียนกลับไปยังบัตร ซึ่งชิป ID-12 เป็นชิปที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

<u>ส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล (ส่วนที่ 2)</u>

ในการพัฒนาระบบรุ่นแรก ทีมผู้พัฒนาใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุม ซึ่งทำให้ระบบโดยรวมมีราคาแพง และมีขนาดใหญ่ติดตั้งยาก ต่อมาในรุ่นปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ไวเลสแอกเซสพอยต์ โดยอุปกรณ์ที่เลือกใช้คือ Linksys WRT54GL [4] ซึ่งมี Flash memory ขนาด 4 MByte และ RAM ขนาด 16 MByte โดยในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ทำการดัดแปลงวงจรให้มีความสามารถรองรับการสื่อสารแบบอนุกรมได้กับอุปกรณ์ที่ต้องการต่อเชื่อม รวมถึงการดึงระบบจ่ายไฟเลี้ยงกระแสตรงเพื่อป้อนให้กับส่วนควบคุมกลอนประตูไฟฟ้า

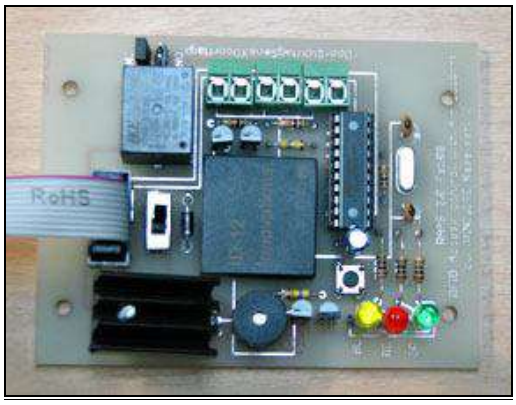
ผู้พัฒนาได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการใหม่แทนระบบที่มากับตัวแอกเซสพอยต์เดิม โดยได้เลือกติดตั้งชุดระบบปฏิบัติการลีนุกส์ (Linux Distribution) ที่มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับอุปกรณ์แบบฝังตัวที่มีชื่อว่า OpenWRT [1] รุ่น White Russian (RC5)

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นได้แก่ ส่วนการยืนยันตนและตรวจสอบสิทธิการใช้งาน (Authentication and Access verification), ระบบฐานข้อมูลผู้ใช้ (User dB), ระบบการบริหารจัดการวัน-เวลาการเข้าใช้ (Access management), ระบบเก็บข้อมูลสถิติการใช้งาน (Usage Logging), การเฝ้าตรวจสอบการทำงานของระบบโดยรวม (System monitoring), ระบบการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซอร์เวอร์ภายนอก (WLAN communication) เพื่อโอนถ่ายข้อมูลจากตัวแอกเซสพอยต์ผ่านเครือข่ายแลนไร้สายตามมาตราฐาน IEEE802.11b, ระบบควบคุมประตูผ่านเวป (Web Door Control ดังรูปที่ 2), พร้อมทั้งจัดทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) ผ่านเวปเซอร์เวอร์ที่อยู่ในตัวแอกเซสพอยต์

ข้อสังเกตุในส่วนของระบบการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซอร์เวอร์ภายนอก ระบบจะทำการตั้งค่าให้อุปกรณ์แอกเซสพอยต์ทำงานอยู่ในโหมดลูกข่าย (Clinet Mode) ที่ได้รับการจ่ายค่า IP Address แบบ DHCP จากระบบเครือข่ายแลนไร้สาย (สามารถตั้งค่า IP Address แบบถาวรได้) ดังนั้น

ระบบที่ติดตั้งจึงไม่รบกวนต่อการทำงานของระบบแลนไร้สายในบริเวณนั้น

รูปที่ 2 การควบคุมประตูผ่านเวป



รูปที่ 3 แผงวงจรรวม ที่รวมส่วนการอ่านบัตร (ส่วนที่ 2) และส่วนการควบคุมกลอนประตูไฟฟ้า (ส่วนที่ 3) เข้าด้วยกัน

<u>ส่วนการควบคุมกลอนประตูไฟฟ้า (ส่วนที่ 3)</u>

หน้าที่หลักในส่วนนี้คือการควบคุมกลไกการเปิดปิดประตูแบบแม่เหล็ก โดยใช้ไมโครโปรเซสต์เซอร์ MCS51 [3] ที่ส่งรับข้อมูลการเปิดปิดประตูจากส่วนที่ 2 ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม เมื่อได้รับคำสั่งให้เปิดประตู ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งให้ชุดรีเลย์เพื่อทำการเปิดประตู โดยรับคำสั่งควบคุมการเปิดปิดประตูจากซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนส่วนควบคุมผ่านทางพอร์ตอนุกรม และรับสภาวะการเปิดประตูแบบ manual จากการกดสวิทช์เปิดประตู รวมถึงการตรวจสอบสถานะการปิดหรือเปิดประตู การปิดเสียงเตือนเมื่อประตูปิดไม่สนิทหรือมีการเปิดนานเกินกว่าค่าหน่วงเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งแสดงสถานะการทำงานผ่าน LED

เพื่อให้ระบบมีขนาดเล็กติดตั้งได้โดยง่าย ผู้พัฒนาจึงทำการรวมส่วนที่ 1 และ 3 เข้าด้วยกันเป็นแผงวงจรรวม ดังแสดงในรูปที่ 3

<u>ส่วนกลอนและสวิทช์ประตู (ส่วนที่ 4)</u>

เป็นส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการเปิดปิดประตู โดยเลือกใช้กลอนประตูไฟฟ้าแบบแผ่นเรียบ ที่มีความแรงของการยึดอยู่ที่ 600 ปอนด์ (จากการทดลองใช้ความแรงของการยึดที่ 300 ปอนด์ไม่สามารถทนต่อแรงดึงของผู้ใช้งานได้) ติดตั้งอยู่ด้านบนของประตู ดังรูปที่ 4 (ถ้าทำการติดตั้งบริเวณตรงกลางประตู ต้องติดตั้งชุดกลอนแบบเขี้ยวล๊อค ซึ่งอาจมีปัญหาในกรณีที่ประตูตก หรือไม่ขบสนิท) รวมถึงระบบสวิทช์ในการเปิดประตูแบบอัตโนมัติที่ติดตั้งบริเวณกลางประตูด้านในของห้อง โดยระบบได้ตั้งค่าให้ใช้งานเป็นแบบปกติปิด (Normally Close) ซึ่งจะปิดประตูเมื่อมีการจ่ายไฟ และจะเปิดเมื่อมีคำสั่งให้เปิดเท่านั้น

รูปที่ 4 การติดตั้งชุดกลอนประตูไฟฟ้า

4.3 ข้อจำกัดและข้อควรระวังของระบบ

เนื่องจากระบบออกแบบให้มีชุดอ่านบัตรเพียงชุดเดียว ตามความต้องการในตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้ห้อง โดยเมื่อต้องการออกจากห้อง ผู้ใช้จะทำการกดสวิทช์ประตู ทำให้ไม่สามารถยืนยันผู้เปิดประตูได้ โดยฉพาะเมื่อมีการกดสวิทช์ประตูให้แก่ผู้อื่นที่ไม่มีบัตร RFID เข้ามาใช้ห้อง การแก้ปัญหาในส่วนนี้สามารถทำได้โดยการติดตั้งชุดอ่านบัตรในฝั่งขาออก แต่ก็จะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายของระบบขึ้น ทั้งนี้ควรพิจารณาจากความละเอียดในการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานของห้องที่ต้องการควบคุม

ข้อพึงระวังของระบบ RAAS ที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือชุดระบบกลอนประตูไฟฟ้าที่ใช้งาน เมื่อเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องประตูก็จะอยู่ในสภาวะเปิด

ในเรื่องความปลอมแปลงบัตร RFID มีผู้พยายามทำการปลอมบัตรโดยการลักลอบฟังสัญญาณ และนำไปสร้างบัตรใหม่ได้ ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ออกแบบระบบป้องกันการปลอมแปลง ความปลอดภัยโดยรวมอยู่ในขั้นที่ยอมรับได้ เหมาะกับการรักษาความปลอดภัยโดยทั่วไป แต่ถ้าต้องการความปลอดภัยในระดับสูงอาจต้องใช้กุญแจชีวภาพร่วมด้วย

5. การติดตั้งระบบและทดสอบการใช้งาน

การติดตั้งใช้งานระบบในส่วนของชุดกลอนไฟฟ้า และแผงวงจรรวมส่วนอ่านบัตร จะขึ้นกับลักษณะของประตูของห้องที่ต้องการควบคุม (ประตูไม้ หรือประตูกระจกกรอบอลูมิเนียม) ซึ่งต้องมีการปรับจุดติดตั้งตามหน้างานจริง โดยตัวอย่างการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 5

ส่วนตำแหน่งติดตั้งส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล (แอกเซสพอยต์) จะขึ้นกับค่าความแรงของสัญญาณแลนไร้สายที่ได้รับ และตำแหน่งของปลั๊กไฟ

รูปที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ RAAS ในส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล

5.1 สภาพการทำงานและจุดติดตั้ง

ผู้พัฒนาได้นำระบบ RASS ติดตั้งใช้งานจริงแล้วจำนวน 6 จุด ดังตารางที่ 2 โดยจุดติดตั้งดังกล่าวมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันทั้งปริมาณของผู้ใช้งาน ปริมาณการเข้าออกห้อง ช่วงเวลาในการใช้งาน

ตารางที่ 2 จุดติดตั้งระบบ RAAS

	จุดติดตั้ง	คณะ	ปริมาณผู้ใช้งาน (คน)
1	ห้องพักอาจารย์ 407	วิศวกรรมศาสตร์	2
2	ห้องปฏิบัติการวิจัยด้านอาหาร	อุตสาหกรรมเกษตร	20
3	ห้องโครงงานของนิสิตวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	วิศวกรรมศาสตร์	25
4	ห้องปฏิบัติการเครือข่ายไร้สาย	วิศวกรรมศาสตร์	30
5	ห้องโครงงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้นานาชาติ	วิศวกรรมศาสตร์	60
6	ห้องนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีสารสนเทศ	วิศวกรรมศาสตร์	150

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการติดตั้งและทดสอบระบบเป็นเวลาประมาณ 1 ปี ระบบโดยรวมอยู่ในสภาพใช้งานได้เป็นปกติ รูปที่ 6 แสดงข้อมูลที่ได้จากการเข้าใช้งาน

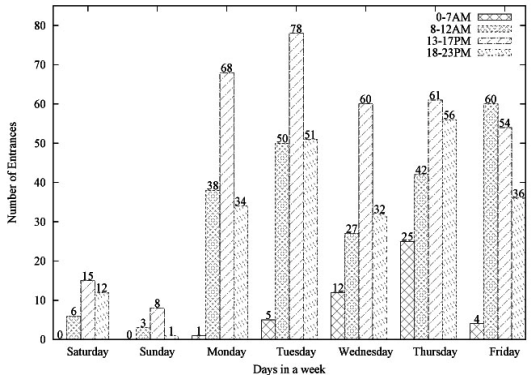
รูปที่ 6 หน้าจอบันทึกเหตุการณ์การใช้งาน

จากข้อมูลการใช้งานของแต่ละจุดติดตั้ง สามารถนำมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้งานของห้อง ช่วงเวลาที่มีการใช้งาน ความผิดปกติของการเข้าใช้งาน เป็นต้น

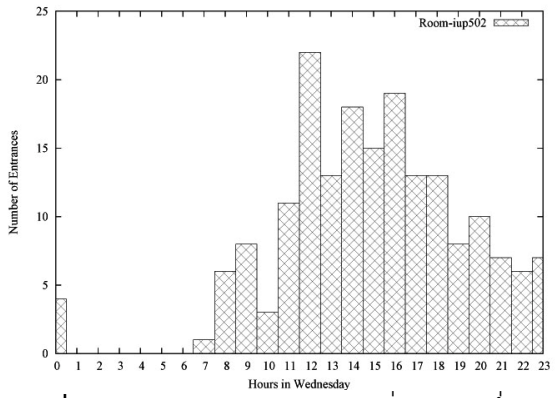
รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการเข้าใช้งานของห้องโครงงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้นานาชาติ ในระหว่างช่วงวันที่

10-16 มกราคม 2552 และรูปที่ 8 แสดงตัวอย่างข้อมูลเมื่อวิเคราะห์ละเอียดเป็นรายชั่วโมงของวันพุธ ณ ห้องเดียวกัน

แต่มีจุดติดตั้งบางจุดที่อุปกรณ์แอกเซสพอยต์เสียหาย เนื่องจากมีไฟฟ้าดับ และเกิดการกระชากของระบบไฟ ซึ่งมีเพียงห้องเดียวที่มีการติดตั้งระบบสำรองไฟ (UPS) ที่ช่วยในเรื่องของไฟฟ้าดับ และไฟกระชาก



รูปที่ 7 ตัวอย่างข้อมูลการใช้งานเป็นรายวันในหนึ่งสัปดาห์



รูปที่ 8 ตัวอย่างข้อมูลการใช้งานรายชั่วโมงในหนึ่งวัน

6. บทสรุป

RAAS เป็นระบบควบคุมการเข้าออกโดยใช้ RFID ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบแลนไร้สาย สามารถทำงานได้ทั้งแบบโดยลำพัง และแบบควบคุมผ่านเครือข่าย นอกจากจะมีวัตถุประสงค์หลักในการควบคุมการเข้าใช้พื้นที่แล้ว RAAS ยังมีความสามารถในการตรวจสอบ และเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติได้อีกด้วย ที่สำคัญระบบมีความเสถียรภาพ ติดตั้งง่าย และราคาประหยัด

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนประเภทของบัตร เช่นเปลี่ยนจากระบบความถี่ 125 KHz เป็น 13.56 MHz ตามมาตราฐานของ MIFARE [8] ก็สามารถทำได้โดยเปลี่ยนชิปของชุดอ่านบัตรเท่านั้น โดยส่วนอื่นยังคงทำงานได้เช่นเดิม

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Openwrt Project [Online]. Available: http://www.openwrt.org

[2] ID Innovations, Short Range Reader: ID12 [Online]. Available: http://www.id -innovations.com/Modules(non%20write).htm

[3] Atmel Corporation, 8051 Architecture [Online]. Available:http://www.atmel.com/products/8051/thirdparty.asp

[4] Linksys System, Wireless-G Linux Broadband Router: WRT54GL [online]. Available: http://www.linksysbycisco.com/US/en/products/WRT54GL

[5] IDTECK, RFID Reader and Proximity card reader: LX007 [Online]. Available: http://www.idteck.com/product/product_main.jsp

[6] CHAIYU, F-870 Web Based with Master/Slave Multi Door Controller [Online]. Available: http://www.chiyu-t.com.tw/e/e-pro/e-at_bf-870.htm

[7] IT WORKS, TimeWORKS standalone A2 [Online]. Available: http://www.itworksolutions.com/Standalone%20A2/

[8] MIFARE [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/MIFARE

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การพัฒนาระบบป้องกันการแทรกแซงการสื่อสารเพื่อใช้แทนเทคโนโลยีเอสเอสแอลแบบใบประกาศด้วยตนเอง

Development of Self-signed Secure Socket Layer (SSL) Substitute Solution for Man In The Middle (MITM) Attack

จตุภูมิ จวนชัยภูมิ และ สมนึก พ่วงพรพิทักษ์

เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

jatuphum_j@hotmail.com, somnuk.p@msu.ac.th

บทคัดย่อ

Secure Socket Layer (SSL) เป็นที่ยอมรับในการป้องกันการดักจับข้อมูลจากการใช้งานเว็บแอพพลิเคชัน แต่ในการใช้งาน SSL จะต้องลงทะเบียนใบประกาศอิเล็กทรอนิกส์ (SSL certificate) กับผู้ให้บริการออกใบประกาศอิเล็กทรอนิกส์ (Certificate Authority) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูง จึงทำให้เว็บไซต์จำนวนมากนำ self-signed SSL มาใช้งานแทน SSL แต่จากการศึกษาพบว่า self-signed SSL มีช่องโหว่ที่สามารถถูกดักจับข้อมูลได้ งานวิจัยนี้จึงเสนอ Anti-sniff API ในการป้องกันการดักจับข้อมูล โดย API ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานแทน SSL และ self-signed SSL อีกทั้งไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานเหมือนการใช้งาน SSL และมีประสิทธิภาพในการป้องกันข้อมูลได้ดีกว่า self-signed SS

Abstract

Secure Socket Layer (SSL) has been accepted as a key to protect against data sniffing from web applications. However, the SSL needs a valid certificate from a trusted Certificate Authority. This need can be too costly for some organization. So, a self-signed SSL is used by many web servers use as a substitute solution. Yet, as shown by several studies, the self-signed SSL is very vulnerable to sniffers. Therefore, we propose an "Anti-sniff" module as an API to protect against web sniffing. This API can be used as a substitute solution to SSL and self-signed SSL. It is also cheaper than SSL and more effective than self-signed SSL.

คำสำคัญ

Web Security, MITM, SSL, Self-signed SSL, Sniffing, Authentication

1. บทนำ

การขยายตัวอย่างรวดเร็วของอินเทอร์เน็ตส่งผลให้มีเว็บไซต์เกิดขึ้นจำนวนมากดังจะเห็นได้จากการที่ ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) ได้มีมติอนุมัติกฎการขอขึ้นทะเบียน gTLDs (generic Top Level Domains) ชุดใหม่ที่จะเปิดทางให้บริษัทต่างๆ สามารถสร้าง TLDs (Top Level Domains) ขึ้นมาใช้งานได้ด้วยตนเอง [11] ซึ่งจะส่งผลให้การขยายตัวของเว็บไซต์มีแนวโน้มที่สูงขึ้นกว่าปัจจุบันอย่างมากและในจำนวนนั้นเป็นเว็บไซต์ที่ทำธุรกรรมออนไลน์อย่างเว็บไซต์ธนาคาร เว็บไซต์ร้านค้าออนไลน์ หรือแม้กระทั่งเว็บไซต์ระบบทะเบียนของสถาบันการศึกษาต่างๆรวมอยู่ด้วย

สิ่งที่เว็บไซต์เหล่านี้ไม่สามารถละเลยได้คือการปกป้องข้อมูลของผู้ใช้บริการไม่ให้ถูกขโมยระหว่างการทำธุรกรรมกับเว็บไซต์ ข้อมูลเหล่านั้นได้แก่ บัญชีผู้ใช้ รหัสผ่าน หมายเลขบัญชีธนาคาร และ หมายเลขบัตรเครดิต เพราะหากข้อมูลเหล่านี้ตกอยู่ในมือของผู้ไม่ประสงค์ดีนำไปใช้งานหรือนำไปก่ออาชญากรรมก็จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผู้เป็นเจ้าของที่แท้จริงได้

ในการดักจับข้อมูลระหว่างการใช้งานเว็บไซต์สามารถทำได้โดยอาศัย MITM (Man In The Middle or Monkey In The Middle) [6] ในการโจมตีด้วยวิธีนี้มีเครื่องมือจำนวนมาก เช่น Cain & Able [2] และ Backtrack [1] ที่สามารถนำมาใช้

โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เชิงลึกในด้านเครือข่าย เพียงทำตามคู่มือก็สามารถโจมตีด้วย MITM ได้อีกทั้งมีแหล่งข้อมูลจำนวนมากที่สอนการใช้งานเครื่องมือเหล่านี้

Secure Socket Layer (SSL) Protocol [9] ถูกพัฒนาขึ้นโดย Netscape Communications เพื่อแก้ปัญหา MITM โดยจะเข้ารหัสข้อมูลในการสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทางทำให้ข้อมูลที่ถูกดักจับได้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ปัญหาของ SSL คือหากต้องการใช้ SSL ที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นจะต้องขอใบประกาศอิเล็กทรอนิกส์ (SSL certificate) จากผู้ให้บริการออกใบประกาศอิเล็กทรอนิกส์ (Certificate Authority : CA) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายและจากตาราง 1 จะเห็นว่า CA ที่ได้รับความเชื่อถืออย่าง verisign.com มีค่าลงทะเบียน SSL certificate ประมาณ $399 - $1,499 ต่อปี นับว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงสำหรับผู้ประกอบการระดับกลางและระดับย่อย ผู้วิจัยได้ทำจากการสำรวจเว็บไซต์ระบบทะเบียนของสถาบันการศึกษาต่างๆที่ใช้ระบบทะเบียนนักศึกษาของบริษัท Vision Net จำนวน 48 สถาบันพบว่ามี 4 สถาบันยังคงใช้โพรโทคอลแบบ HTTP และ 44 สถาบันใช้โพรโทคอลแบบ HTTPS ซึ่งเป็น self-signed SSL certificate และพบว่าไม่มีสถาบันใดใช้ SSL certificate ที่ออกโดย CA ที่ได้รับความเชื่อถือ แสดงให้เห็นว่าแม้ระบบที่ต้องการการรักษาความมั่นคงของข้อมูลอย่างเช่นระบบทะเบียนของสถาบันการ ศึกษาจำนวนมากยังหลีกเลี่ยงการใช้ SSL certificate ที่ถูกต้องเนื่องจากค่าใช้จ่ายที่มีราคาสูง

เพื่อแก้ปัญหาค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียน SSL certificates กับ CA เว็บไซต์จำนวนมากจึงใช้เอสเอสแอลแบบใบประกาศโดยตนเอง (self-signed SSL certificates) แทนการใช้ SSL certificate ที่ออกโดย CA แต่ปัญหาที่พบในการใช้งาน self-signed SSL คือจะมีการแจ้งเตือนจากบราวเซอร์ว่าเว็บไซต์ที่เข้าใช้งานมี certificate ที่ไม่ผ่านการรับรองและให้ผู้ใช้งานเลือกเข้าใช้งานหรือยกเลิกการทำงานดังในรูปที่ 1 ด้วยเหตุนี้เองจึงเป็นช่องโหว่ให้ผู้โจมตีสามารถโจมตีด้วย MITM ได้เพราะถ้ามีการปลอมแปลง certificate จะไม่สามารถแยกได้ว่ากำลังถูกโจมตีด้วย MITM ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ MITM ระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัยมหาสารคามด้วยเครื่องมือที่ใช้ทั่วไปอย่าง Cain & Able พบว่าสามารถดักจับข้อมูลบัญชีผู้ใช้และรหัสผ่านได้ดังในรูปที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [6, 12] แสดงให้เห็นว่าการใช้งาน self-signed SSL ไม่ปลอดภัยอีกต่อไป

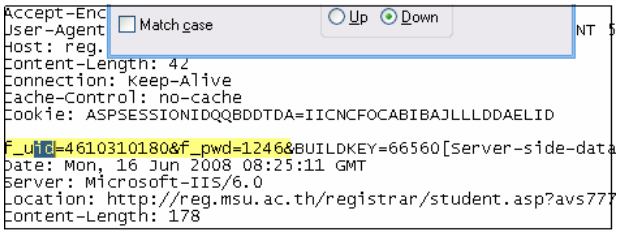
จากปัญหาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงเสนอ Anti-sniff API เพื่อป้องกันการถูกดักจับข้อมูลจากการโจมตีด้วย MITM ทดแทนการใช้งาน self-signed SSL ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ Application Layer โดยในการพัฒนาได้นำหลักการของ OpenPGP [3] ตามมาตรฐาน RFC 4880 [7] มาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล (Encrypt) และถอดรหัสข้อมูล (Decrypt) โดยพัฒนาระบบต้นแบบด้วยภาษา JavaScript และ ภาษา PHP และทดลองติดตั้งให้ทำงานร่วมกับโปรแกรม Moodle ซึ่งเป็นระบบ LMS ที่ได้รับความนิยม (ปัจจุบันมีการใช้งาน Moodle จำนวน 47,600 เว็บไซต์ใน 202 ประเทศ และถูกแปลเป็นภาษา ต่างๆ 78 ภาษา รวมทั้งภาษาไทย [4]) เพื่อช่วยให้การเข้าใช้งาน Moodle มีความปลอดภัยมากขึ้นโดยไม่ต้องใช้ SSL ที่มีค่าใช้จ่ายสูงและปลอดภัยกว่าการใช้งาน self-signed SSL

ผลการทดสอบการทำงานของ Anti-sniff API เปรียบเทียบกับ self-signed SSL ในการป้องกันการดักจับข้อมูลในการใช้งานเว็บไซต์จากการโจมตีด้วย MITM แสดงให้เห็นว่า Anti-sniff API สามารถป้องกัน MITM ได้ดีกว่า self-signed SSL จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้พัฒนาเว็บแอพพลิเคชันจะนำไปใช้ในการป้องกันการถูกดักจับข้อมูลจากการถูก MITM โดยที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

ตาราง 1 เปรียบเทียบค่าลงทะเบียน SSL certificates ของ verisign.com

	Secure Site Pro with EV	Secure Site with EV	Secure Site Pro	Secure Site
Trust level	★★★	★★★	★★☆	★★☆
Security level	★★★	★★☆	★★★	★★☆
Encryption strength	128 bit – 256 bit	40 bit – 256 bit	128bit – 256 bit	40bit – 256 bit
1-year validity	$1,499	$995	$995	$399

รูปที่ 1 IE6 แจ้งเตือนผู้ใช้ให้ทราบว่า certificate ไม่ผ่านการรับรอง



รูปที่ 2 ลักษณะข้อมูลที่ถูกดักจับได้ด้วยโปรแกรม Cain & Able

2. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Secure Socket Layer Protocol [9]

SSL เป็นโพรโทคอลที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความมั่นคงของข้อมูลในการสื่อสารระหว่างไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์บนอินเทอร์เน็ต โดยจะทำงานระหว่าง Application Protocol และ TCP/IP SSL อาศัยการทำงานร่วมกันของ public-key และ private-key cryptographic algorithm ในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลในการสื่อสาร และ ใช้ digital certificate (X.509) ในการพิสูจน์ตัวตนของไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์

Netscape Communications เริ่มพัฒนา SSL เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 2.0 และเวอร์ชันถัดมาเป็น 3.0 ซึ่งสนับสนุนความสามารถด้านความปลอดภัยมากขึ้น และเป็นเวอร์ชันสุดท้ายก่อนที่จะเป็นมาตรฐานกลางของโพรโทคอลบนอินเทอร์เน็ต โดยเปลี่ยนชื่อเป็น Transport Layer Security หรือ TLS ในเอกสาร RFC 2246 [9] ซึ่งดูแลมาตรฐานโดย Internet Engineering Task Force (IETF) ปัจจุบัน TLS พัฒนาถึงเวอร์ชัน 1.2 ในเอกสาร RFC 5246 [10]

2.2 self-signed SSL certificate

self-signed SSL certificate คือการที่สร้าง SSL certificate ขึ้นเอง [5] เพื่อทดแทนการลงทะเบียน SSL certificate กับ CA ที่ได้รับความเชื่อถือเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียน SSL certificate ที่มีค่าใช้จ่ายที่สูง โดยอาศัยเว็บเซิร์ฟเวอร์ อย่างเช่น Apache หรือ IIS ทำงานร่วมกับ OpenSSL [8] ในการสร้าง self-signed SSL certificate [5] ซึ่ง OpenSSL เป็นโครงการในการพัฒนาทูลคิดแบบโอเพนซอร์ส ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ โดยมีการอิมพลีเมนต์โพรโทคอล SSL v2/v3 และ TLS v1 รวมไปถึงไลบรารีระบบเข้ารหัสต่างๆ (cryptography) OpenSSL มีพื้นฐานมาจากไลบรารี SSLeay ที่พัฒนาโดย Eric Young และ Tim Hudson มีการจดลิขสิทธิ์ภายใต้สัญญานุญาต (GNU/GPL) สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในเชิงพาณิชย์และไม่ใช่

2.3 GNU Privacy Guard [3]

GNU Privacy Guard หรือที่เรียกว่า GnuPG เป็นโปรแกรมในการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อป้องกันข้อมูลให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานแทนที่โปรแกรม PGP หรือ Pretty Good Privacy เนื่องจาก PGP นั้นมีข้อจำกัดเรื่องสัญญาอนุญาตและสิทธิบัตรซอฟต์แวร์ โดย GnuPG ใช้มาตรฐาน RFC 4880 [7] ของ IETF ซึ่งเป็นมาตรฐานของ OpenPGP

GnuPG เป็นโปรแกรมเข้ารหัสแบบผสม (hybrid cryptosystem) โดยเป็นการทำงานร่วมกันของการเข้ารหัสแบบกุญแจสมมาตร (symmetric key) และการเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตร (asymmetric key) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการเข้ารหัสและยากต่อการถอดรหัส เหตุที่ต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างการเข้ารหัสแบบกุญแจสมมาตร และการเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตร เนื่องจากการเข้ารหัสแบบกุญแจสมมาตรมีปัญหาในการแจกจ่ายกุญแจลับ (secret key) เพราะไม่สามารถส่งกุญแจลับให้กับผู้รับที่อยู่ห่างไกลกันได้อย่างปลอดภัย แต่ข้อดีคือการเข้ารหัสข้อมูลมีความเร็วกว่าการเข้ารหัสแบบการเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตร จึงใช้การ

เข้ารหัสแบบกุญแจสมมาตรเข้ารหัสข้อความที่ต้องการส่งและเพื่อแก้ปัญหาการส่งกุญแจลับที่ไม่ปลอดภัยจึงต้องทำการเข้ารหัสกุญแจลับด้วยกุญแจสาธารณะ (public-key) เพราะเหตุที่ขนาดของกุญแจลับมีขนาดไม่ใหญ่นัก (มีขนาด 128/192/256 บิต) จึงนิยมใช้การเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตรเข้ารหัสกุญแจลับแทนที่จะเข้ารหัสข้อความ การทำงานแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานของ OpenPGP และเป็นส่วนหนึ่งของ PGP ตั้งแต่เวอร์ชันแรก

3. รายละเอียดการพัฒนา

การพัฒนา Anti-sniff API เพื่อป้องกันการถูกดักจับข้อมูลจากการโจมตีด้วย MITM มีหลักในการออกแบบดังนี้

1. ไม่มีค่าใช้จ่ายในการนำไปใช้งาน

2. สามารถป้องกันการถูกดักจับข้อมูลได้ดีกว่า self-signed SSL

3. ง่ายต่อการนำไปใช้งาน

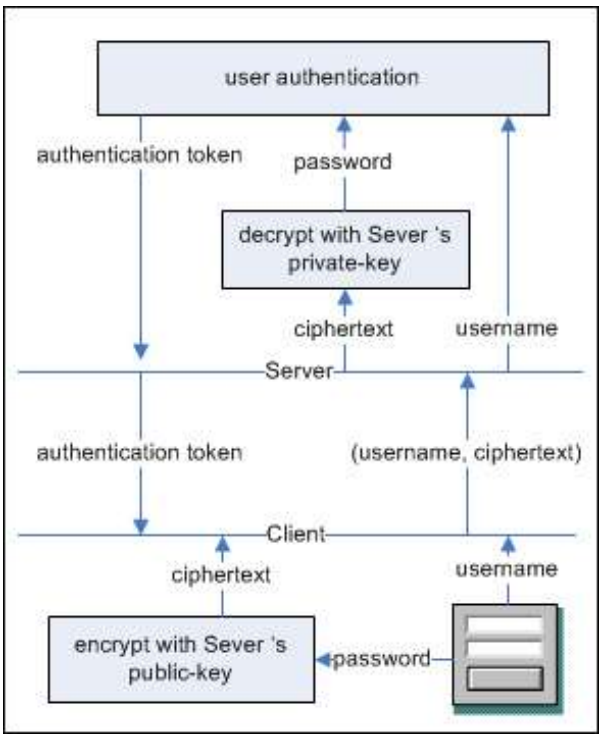
4. ใช้หลักของ asymmetric encryption ในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลซึ่งในการพัฒนาผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม GnuPG ในการถอดรหัสที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากโปรแกรม GnuPG เป็นโปรแกรมที่พัฒนาหลักการของ OpenPGP และเป็นโปรแกรมเสรีภายใต้สัญญานุญาต (GNU/GPL) จึงสามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายอีกทั้งรองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการที่หลากหลายเช่น Windows, FreeBSD, OpenBSD, NetBSD, MacOS X, Pocket Console และ Debian

3.1 ภาพรวมของระบบ

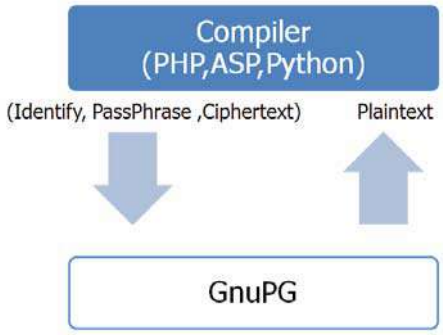
การทำงานของ Anti-sniff API จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังรูปที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

1. ส่วนไคลเอนต์ ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ พัฒนาด้วยภาษา JavaScript และเว็บบราวเซอร์จะต้องรองรับการทำงานของ JavaScript

2. ส่วนเซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่ในการถอดรหัสข้อมูลที่ส่งมาจากไคลเอนต์ โดยในตัวต้นแบบพัฒนาด้วยภาษา PHP และทำงานร่วมกับโปรแกรม GnuPG ดังในรูปที่ 4 ซึ่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะต้องมีการติดตั้งโปรแกรม GnuPG ไว้จึงจะสามารถใช้งาน Anti-sniff API ได้



รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของระบบ Anti-sniff API



รูปที่ 4 การทำงานร่วมกันของ PHP และ GnuPG

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบต้นแบบให้ใช้งานร่วมกับระบบ User Authentication บนโปรแกรม Moodle version 1.9.2 โดยมีองค์ประกอบในการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนการเข้ารหัสที่ไคลเอนต์จะเรียกใช้งาน AntiSniffAPI.js ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา JavaScript และส่วนการถอดรหัสที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะเรียกใช้งาน AntiSniffAPI.php ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา PHP โดยมีรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

AntiSniffAPI.js

AntiSniffAPI(key, text)

Parameters

key กุญแจสาธารณะ (public key)

text ข้อมูลที่ต้องการเข้ารหัส

Return

encrypt ข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัส (ciphertext)

error ข้อความแจ้งข้อผิดพลาด

ในการใช้งานร่วมกับ Moodle จะต้องแก้ไขไฟล์ login/index_form.html ดังในรูปที่ 5

```
29  <script language=Javascript src="api/AntiSniffAPI.js" ty
30  <script language=Javascript type=text/javascript>
31  function encrypt(f){
32     if(f.password2.value !=" && f.username.value !=") {
33        f.btsubmit.disabled = true ;
34        f.btsubmit.value = ' please wait....' ;
35        var data = new AntiSniffAPI(f.pubkey.value ,f.pass
36        if(data)      {
37           f.password.value = data.encrypt  ;
38           f.password2.value = " ;
39        } else{
40           alert(data.error) ;
41        }
42     } else{
43        alert("input user and pass") ;
44        return false ;
45     }
46  }
47  </script>
48  <form action="index.php" method="post" id="login" onS
```

รูปที่ 5 ไฟล์ index_form.html ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว

AntiSniffAPI.php

AntiSniffAPI($gpg_path, $home_directory)

Parameters

$gpg_path path โปรแกรม GnuPG

$home_directory directory ที่เก็บ Keystore

Function

Decrypt($Identify, $passphrase, $cipher)

$Identify Identify ของ Private key

$passphrase PassPhrase ของ Private key

$cipher ข้อมูลที่เข้ารหัส

Return

ข้อมูลที่ถูกถอดรหัสแล้ว (ในกรณีที่มีข้อผิดพลาดจะ return *false*)

ในการใช้งานร่วมกับ Moodle จะต้องแก้ไขไฟล์ login/index.php ดังในรูปที่ 6-7

```
1  <?php // $Id: index.php,v 1.129.2.3 2008/05/18 21:26:5
2     require_once("../config.php");
3     include('api/config.php') ; // include Anti Sniff API Confi
4     include('api/AntiSniffAPI.php') ; // include Anti Sniff API
```

รูปที่ 6 include AntiSniffAPI.php เข้าในไฟล์ index.php

```
126        } else {
127           if (empty($errormsg)) {
128           //========= Anti Sniff API decrypt
129              $gpg = new AntiSniffAPI() ;
130              $frm->password = $gpg->Decrypt($Identify
131           //========= Anti Sniff API decrypt
132              $user = authenticate_user_login($frm->user
133           }
134        }
135        update_login_count();
```

รูปที่ 7 แทรกฟังก์ชันในการถอดรหัสในไฟล์ index.php

4. การทดสอบการใช้งาน

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบการทำงานของ User Authentication บนโปรแกรม Moodle ที่ต่างกัน 3 แบบได้แก่ โปรแกรม Moodle ที่ทำงานบน HTTP โปรแกรม Moodle ที่ทำงานบน self-signed SSL และ โปรแกรม Moodle ที่ติดตั้ง Anti-sniff API โดยใช้โปรแกรม Cain & Able ในการโจมตีด้วย MITM เพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานทั้ง 3 แบบ

4.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบพบว่าโปรแกรม Cain & Able ไม่สามารถถอดรหัสข้อมูลของ Anti-sniff API โดยข้อมูลที่ถูกดักจับได้จะอยู่ในรูปของ ciphertext ดังในรูปที่ 8 ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลของ HTTP และ self-signed SSL ที่โปรแกรม Cain & Able สามารถถอดรหัสและแสดงข้อมูลในรูปของ plaintext ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทันที ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ดังแสดงในตาราง 2

admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	-----BEGIN+PGP+MESSAGE-----Version:+...	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	passwrod	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	passwrod	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	passwrod	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	passwrod	http://www.isan.msu.ac.th/ex
admin	passwrod	http://www.isan.msu.ac.th/ex

รูปที่ 8 เปรียบเทียบผลระหว่าง HTTP กับ Anti-sniff API

ตาราง 2 ผลการทดสอบการป้องกัน MITM

solutions	cost	protection
1. HTTP	free	×
2. self-signed SSL	free	×
3. Anti-sniff API	free	√

5. บทสรุป

Anti-sniff API มีประสิทธิภาพในการป้องกันการดักจับข้อมูลในการใช้งานเว็บไซต์ได้ดีกว่าการใช้งานเว็บไซต์บน self-signed SSL อีกทั้งไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานจึงเหมาะกับผู้ประกอบการระดับกลางและระดับย่อยที่จะนำไปใช้งาน

ถึงแม้ว่า Anti-sniff API จะไม่สามารถทดแทนการทำงานของ self-signed SSL ในทุกๆด้าน แต่หากเป็นการป้องกันการดักจับข้อมูลบนเว็บแอพพลิเคชัน Anti-sniff API สามารถทำงานได้ดีกว่า self-signed SSL หรือแม้แต่ SSL เองก็ตาม ด้วยเหตุที่ผู้ใช้งานจำนวนไม่น้อยขาดความเข้าใจในการทำงานของ certificate เมื่อมีการแจ้งเตือนจากบราวเซอร์ผู้ใช้จะยังคงเข้าใช้งานเว็บไซต์นั้น ซึ่งเป็นเหตุให้สามารถถูก MITM ได้โดยง่าย อีกทั้งมีเครื่องมือจำนวนมากที่สามารถทำการโจมตีด้วย MITM โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เชิงลึกและมีแหล่งข้อมูลจำนวนมากที่สอนการใช้งานเครื่องมือเหล่านี้รวมทั้งหนังสือที่เป็นภาษาไทย [13]

สิ่งที่งานวิจัยนี้จำเป็นจะต้องพัฒนาต่อคือความสามารถในพิสูจน์ตัวตน (Authentication) ของเซิร์ฟเวอร์โดยอาศัยการทำงานของ web of trust และการป้องกัน Session Hijacking ด้วยการเพิ่มกลไกในการป้องกันการดักจับ Cookie ซึ่งจะทำให้ Anti-sniff API สามารถทำหน้าที่ในการป้องกันการดักจับข้อมูลในการใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะวิทยาการสารสนเทศ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ สำนักคอมพิวเตอร์ และ สำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครือข่ายในการดำเนินงานวิจัยจนประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] "Backtrack," http://www.remote-exploit.org/backtrack.html, Last accessed: December 2008.

[2] "Cain & Able," http://www.oxid.it/cain.html, Last accessed: December 2008.

[3] "The GNU Privacy Guard," http://www.gnupg.org, Last accessed: July 2008.

[4] "Moodle," http://www.moodle.org, Last accessed: December 2008.

[5] "Creating Certificate Authorities and self-signed SSL certificates," http://www.tc.umn.edu/~brams006/selfsign.html, Last accessed: July 5, 2008.

[6] "SSL Man-in-the-Middle Attacks," http://www.sans.org/reading_room/whitepapers/threats/480.php, Last accessed: July 15, 2008.

[7] J. Callas, "OpenPGP Message Format," IETF, RFC 4880, November 2007.

[8] "OpenSSL: The Open Source toolkit for SSL/TLS," http://www.openssl.org/, Last accessed: September 25, 2008.

[9] T. Dierks and C. Allen, "The TLS Protocol," IETF, RFC 2246, December 1999.

[10] T. Dierks and E. Rescorla, "The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2," IETF, RFC 5246, August 2008.

[11] "Biggest Expansion in gTLDs Approved for Implementation," http://icann.com/en/announcements/announcement-4-26jun08-en.htm, Last accessed: July 15, 2008.

[12] "Performing a Man in the Middle Attack Using a Spoofed Certificate for Purposes of Decrypting SSL Traffic," http://202.28.94.51/users/somnuk/itsec/sslattack.pdf, Last accessed: July 15, 2008.

[13] ธวัชชัย ชมศิริ, "เจาะระบบ - ถอดรหัส รู้ทัน - ป้องกัน Hacker". กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2551.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Key Frame Extraction from Video Sequence Using a Face Quality Index Applied to Surveillance System

Sofina Yakhu and Nikom Suvonvorn*
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University,
Hat Yai, Songkhla 90112
E-mail: s4810167@psu.ac.th, kom@coe.psu.ac.th*

Abstract

We propose in this paper a method for measuring the quality of face images, detected from video sequence, which is used for key frame extraction. The method is aim for applying to the domain of video surveillance application. The inspection of covariance matrix values of face images within periods of time is the fundamental concept of our face quality index measurement. The system performance evaluation is done on testing dataset with discussion.

Keywords: Key Frame Extraction, Face Detection, Face Tracking, Face Quality Index, Video Surveillance

1. Introduction

In the domain of video surveillance system, the key frame extraction is very important issues. Many works have been published [1] [2]. Our goal on this research is inspired by the real problem. It's quite very often that the video obtained from CCTV system cannot indentify the person because of the low resolution or low image quality degraded by the compression. Although the current IP-camera using in the market is really advance with very high resolution (1-2M pixels) but in the real world application with a lot of cameras it is limited to the network bandwidth that cannot stream the full quality to the video network recorder. The usual resolution in general is VGA or CIE with MPEG4 or H.264 encoding.

The idea of our research is firstly try to identify the key frame from the low resolution and low quality video sequence streaming from the IP-camera. If there is an interesting event indicating by the key frame, the video network server will ask the camera to send the highest resolution of the current image frame. With this solution, we will obtain the best quality of image at a specific event while reducing network bandwidth. In this paper, we focalize only on the video analysis technique for key frame selection but not the overall system implementation. Our proposed method is emphasized on the face quality index measurement based on the covariance matrix values of detected face images.

The paper is organized as follows: section 2 reviews the face detection and tracking method, section 3 is devoted to our proposed method, section 4 presents the experimentation results with discussion, and the last sections summarized by conclusion.

2. Reviewed Techniques

In this section two algorithms for object detection and tracking are presented: the Harr-Like and Camshift algorithm respectively. We apply these methods as the initialization step of our method in the section 3.

2.1 Haar-Like Object Detection

The object detection techniques based on Harr-like features are proposed by several authors. In this paper we emphasize on the method of Viola and all [3][5]. The detection framework can be resumed into two important steps. Firstly, with a given over-complete set of Haar-like feature (180,000 rectangle features associated with each images sub-window) and a training set of positive and negative images, the weak AdaBoost learning algorithm is used both for selecting a small set of features and training the classifier. The algorithm is designed to select a single feature which best separates the positive from the negative examples. The classification function $h_j(x)$ consists of a feature $f_j(x)$, a threshold θ_j and p_j indicating the direction of the inequality sign. Here, x is a 24x24 pixel of an image.

$$h_j(x) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Secondly, the classifiers (stages) are constructed into a cascade which is again trained using AdaBoost algorithm by adjusting the threshold to minimize false negatives. With the design, a positive result from the first stage triggers the better evaluation of second one while a negative result will be rejected immediately from the decision. This kind of decision tree increases the detection rate and inversely reduces the computation time.

2.2 Camshift Object Tracking

Camshift [4] is an object tracking algorithm derived from mean shift algorithm which is a non-parametric technique. The colored object represented in a probability distribution is tracked in the video sequence by climbing the gradient values in order to find the nearest dominant peak. Camshift tracks the object by updating its probability distribution dynamically which allows better tracking the moving

object having size changing. The algorithm can resume by the following. For each video frame, the raw image is converted to a color probability distribution image via a color histogram model such as HSV space. The center and size of the tracking object are computed from the color probability image as its centroid and area. The current size and location of the tracked object are reported and used to set the size and location of the search window in the next video frame. The process is then repeated for continuous tracking.

3. Proposed Method

In this section we describe our proposed method in details how to select the key frame from video sequence using a face quality index. Our technique consist of two steps: face detection and tracking, and face quality index measurement.

3.1 Face Detection and Tracking

The aim of this step is to find the face area in each frame of video sequence that will be used further in the face quality measurement step. We combine two methods based on the work of Viola [3] for face detection and Bradski [4] for face tracking respectively. The face detection technique using Harr-like method achieves high detection accuracy while minimizing the computation time, tested with MIT+CMU frontal face test set. However, in the real situation for the video sequence from CCTV system where the resolution of images are large (normally VGA or CIF) and degraded by the compression, the detection rate decrease and false positive increase. Concerning the Camshift algorithm, the concept of tracking method operates by climbing the gradient of color probability distribution. In real situation, it is often that the background color or its texture is quite similar to the tracking region. As Camshift updates dynamically its probability distribution, this let to miss the tracking area with less accuracy in term of face localization.

We then join these methods in order to combine their main advantages that will increase relatively the detection rate and the robustness. The overall process (figure 1) is performed by the following: for each video frame, face detection by Haar-Like algorithm is applied. If a face is detected, its histogram in HSV model is computed and used as color probability distribution for Camshift initialization or correction. If no faces are detected in a frame, the tracked area obtained from Camshift is automatically assumed to be the missing face. In the correcting phase where the face is detected and the tracked face is found, the correction is done simply by a low-pass filter (average) on its size and position.

Figure 2 show some results from our detection and tracking approach. At the end of this step we obtained a sequence of face images extracted from every frame in the video sequence.

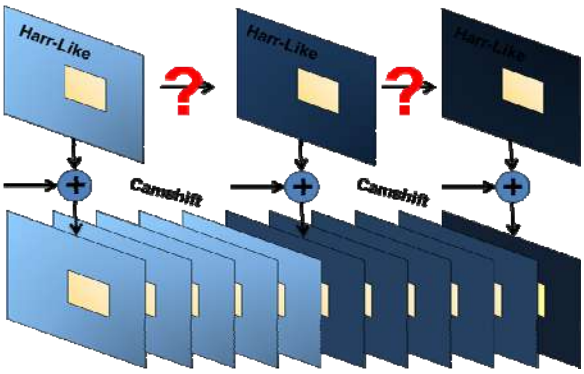


Figure 1 : Harr-Like and Camshift Mixture .

Figure 2. Results of Harr-like and Camshift Mixture

3.2 Face Quality Index for Key Frame Extraction

The face quality measurement is aim for determining the key frame from the video sequence which relate to the best appearance feature of face characteristics. The procedure can be divided into two stages: post-processing and face quality measurement. Figure 3 illustrate the overall process.

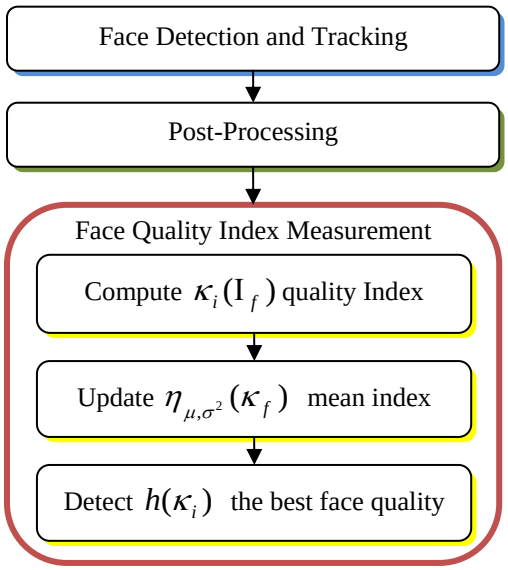


Figure 3. Face Quality Index Measurement Process

In the post-processing, the detected face images from every frame are transformed into the same size (150x150) with bilinear interpolation, and then the basic histogram equalization is applied. This aim to reduce the two noise factors, the number of pixels and the intensity variation effected from light changing in the environment, which will interfere to our face quality measurement method.

After the post-processing, the measurement of face quality can then be computed. Let $\kappa_i(\mathbf{I}_f)$ is the quality index of face image at frame$_i$. It is defined by the following equation:

$$\kappa_i(\mathbf{I}_f) = \mathrm{Trace}\left(\Sigma(\mathbf{I}_f)\right) + \mathrm{Trace}\left(\Sigma(\mathbf{I}_f^T)\right)$$

Here Σ is the covariance matrix of face image $\mathbf{I}_f$. This function gives a big value when the image is burred and a small one for very noisy image. However, the function indicates us only the tendency of values with respect to the noisy, good, and burred images. There is no the exact value that could be used to evaluate a best quality face. Actually, this value depend on the physical appearance at that time, such as the characteristics of moving object, the contrast changing in the environment, and etc. Intuitively, our method will takes the consideration on these parameters by looking globally the best face image in a short period of time. The procedure of our method is the following: we first compute a reference value and then determine the best quality face to those which have $\kappa_i(\mathbf{I}_f)$ value around that reference. We introduce the Gaussian model as low-pass filter η for determining the reference value μ which needs to be updated continuously.

$$\eta_{\mu,\sigma^2}(\kappa_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\kappa_i-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Then, the best quality face image can be detected by the following index function:

$$h(\kappa_i) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad \mu_{\kappa_i} + nm\sigma_{\kappa_i} < \kappa_i < \mu_{\kappa_i} + (n+1)m\sigma_{\kappa_i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

So, the n and m are our model parameter representing the sub-window location referred to the mean value and the sub-window size respectively. These parameters are determined experimentally. We will discuss in the next section. Figure 4 shows the best face quality index $h(\kappa_i)$.

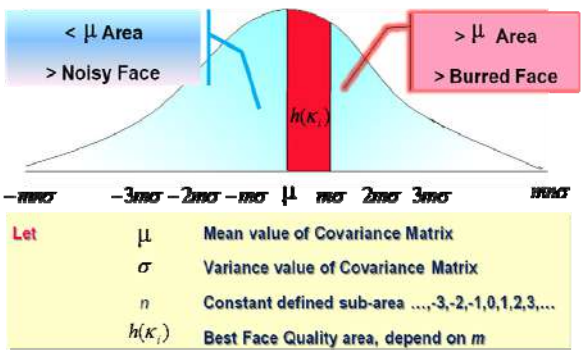


Figure 4. Best Face Quality Index

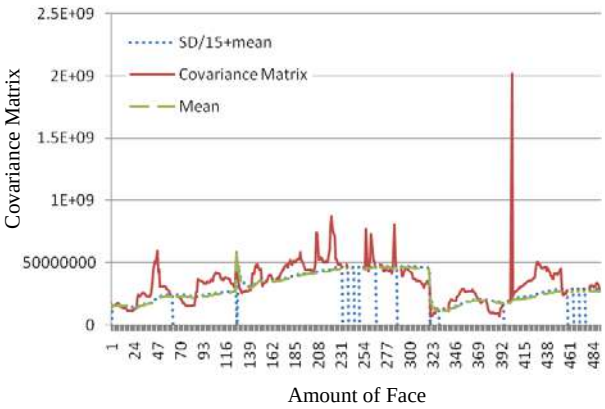
4. Experimentation and Discussion

Our system was evaluated experimentally by the following: finding m and n parameters, and testing the performance of system in the real situation. The parameters m and n play an important role to the accuracy of our best face detection method. We determine these two parameters by: firstly a learning dataset of 10 faces (male and female) with its variation (very noisy, noisy, clear, burred and very burred) are created (figure 5), and then it is used for system training in order to determine m and n parameters. We found that the optimal parameter n for the clear face image is 0 and m corresponds to 1/15. This corresponds to the first sub-window next to the mean value with the larger size equal to $1/15\sigma$, meaning that all face images having σ_i greater than μ_{κ_i} and less than $\mu_{\kappa_i} + \sigma_{\kappa_i}/15$ will be considered as a face having the best quality.

Figure 5. Learning dataset

For testing the performance of our method, we created a testing dataset of four video sequences with one minute each at 30 fps. Each sequence corresponds to a moving person in an indoor environment which

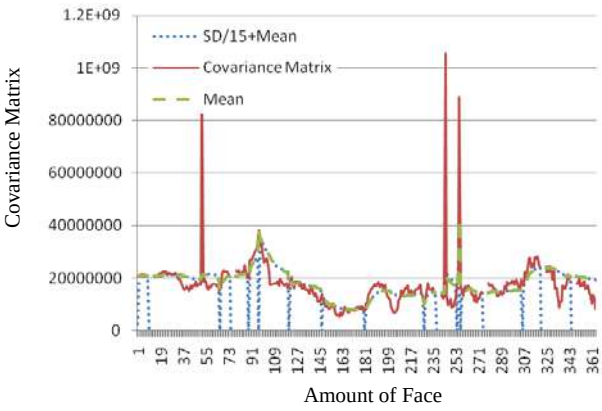
contains the testing characteristics: (1) burred face images from fast moving, or far distance from camera, (2) noisy images with poor light condition, and (3) clear face images when no motion with a good light condition and close to the camera. Figures 6, 7, 8 and 9 illustrate graphs of the face quality index $\kappa_i(\mathbf{I}_f)$, its mean $\eta_{\mu,\sigma^2}(\kappa_i)$, and the best quality image detected by function $h(\kappa_i)$. Visually, we can notice that the quantity of $\kappa_i(\mathbf{I}_f)$ value for each sequence is difference which relatively depends on the face skin texture and environment. So, the best quality face determined by our method doesn't mean the most clear face image of that person, but it represents the best one at that period of time. We observed experimentally that our method give quite good results of selected face. So, the much burred and very noisy images are rejected completely.



(a)

(b) (c) (d)

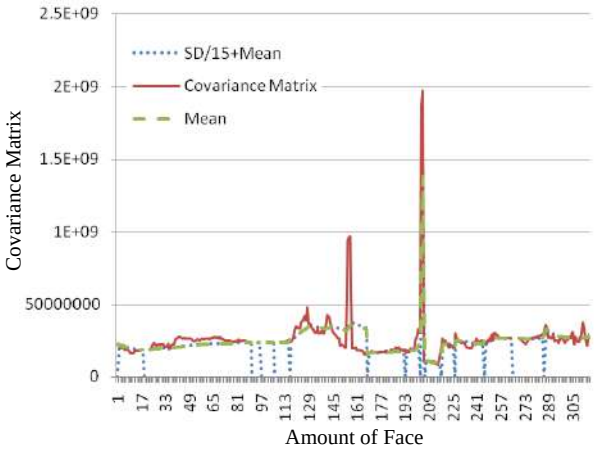
Figure 6. Sequence#1 (a) graph of $\kappa_i(\mathbf{I}_f)$, $\eta_{\mu,\sigma^2}(\kappa_i)$ and $h(\kappa_i)$; (b,c) simple frames from sequence; and (d) an example of selected face.



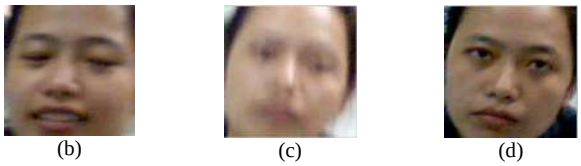
(a)

(b) (c) (d)

Figure 7. Sequence#2 (a) graph (b,c) simple frames from sequence; and (d) an example of selected face.

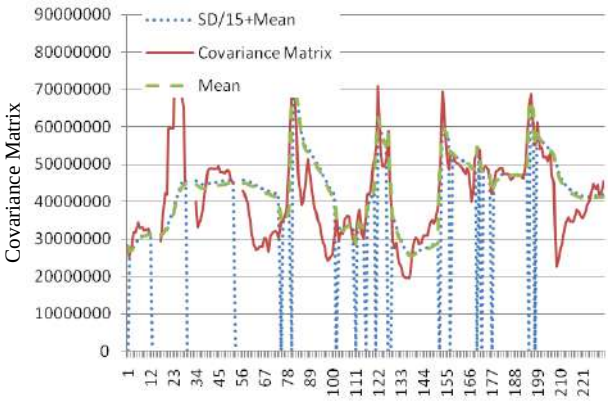


(a)



(b) (c) (d)

Figure 8. Sequence#3 (a) graph (b,c) simple frames from sequence; and (d) an example of selected face.



(a)

(b) (c) (d)

Figure 9. Sequence#4 (a) graph (b,c) simple frames from sequence; and (d) an example of selected face.

5. System Integration

Our algorithm is integrated with a video analysis framework proposed in [6][7]. This framework allows our algorithm to analysis image sequences from IP-cameras which is executed on the multi-cores and multi-processors architecture. The framework architecture is divided into five important components: video acquisition, video analysis, video encoding, event alert, and playback. These components lay on three layer architectures: Application Layer (AL), Communication Layer (CL) and Processing Layer (PL), shown in figure 10. Note that Processing Component (PC) means alls component located on PL, and respectively for Communication Component (CC). The CL facilitates the communication between components, and also with external sources such as cameras, alert system and database server. It emphasizes how images would be transferred from one to another component. All PC components are developed separately from the framework and acts as plug-ins. We implement our algorithm as a PC component of this framework.

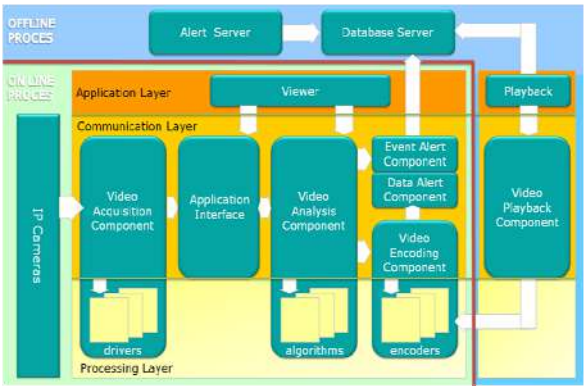


Figure 10. Video Analysis Framework using for our algorithm

The software architecture of framework is entirely implemented under the .NET framework version 2.0. It consists four layers (figure 11): application layer, application core layer, system core layer, and external module layer. The *VsCore* in the system core layer is the most important library that implements how to synchronize between communication components for supporting the three possible types of analysis: local (*VsCamera*), cooperative (*VsChannel*) and global analysis (*VsPage*). The system core also defines how external processing modules can be interfaced and executed during the runtime service. Four types of interfaces are predefined: *VsProvider* for image acquisition, *VsAnalyzer* for any kind of image filters, *VsEncoder* for image encoding into files, and *VsData* for database connection.

For the application core, its role is to define the functionality of a specific application that implements under the system core. The application layer interfaces the application core in different ways to the users which allows, the same function can be called from either standalone or web application. Figure 12 shows the standalone *VsMonitor* app interface that allows viewing analysing (using our algorithm) and encoding the image sequence from IP-cameras.

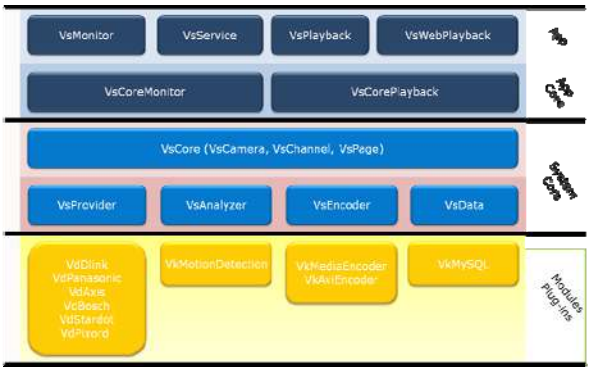


Figure 11. Software architecture

Figure 12. VsMonitor with our algorithm implemented as a PC module

6. Conclusion

We presented in this paper a method for face quality index measurement based on the covariance matrix applied for the key frame extraction. The face quality index is determined depending on face skin characteristics and its environment. The encouraging results show some advantages of our method that also could be run in real-time for the real world application.

References

[1] Ntalianis, K.S. and Kollias, S.D., An Optimized Key-Frames Extraction Scheme Based on SVD and Correlation Minimization, ICME 2005, 6-6 July 2005 Page(s):792 - 795

[2] Method of selecting key-frames from a video sequence, patent United States Patent 7184100

[3] Viola, P. and Jones, M, Rapid object detection using a boosted cascade of simple features, CVPR2001, I-511- I-518 vol.1

[4] Gary R Bradski, Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface, Intel Technology Journal, No.Q2. 98

[5] N. Suvonvorn and Anant Chocksuriwong, Real-Time Face Detection/Identification for Surveillance System, IEEE International Conference on Electronic Design, Malaysia, 1-3 December 2008

[6] N. Suvonvorn, 2008, A Video Analysis Framework for Surveillance System, IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, Cairns, Queensland, Australia, 8-10 October 2008.

[7] N. Suvonvorn, 2008, "A Generic Surveillance System", The Sixth PSU-Engineering Conference, Songkhla, Thailand, 8-9 May 2008

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการผ่านเข้าออกด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

Design and Development of Access Control System using RFID Technology

วีระศักดิ์ ชื่นตา

หน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี กลุ่มโปรแกรมวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โทรศัพท์ : ต่อ 758, E-mail: weerasak@mail2.npru.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออกด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยส่วนประมวลผลระบบสมองกลฝังตัวตระกูล X86 ที่มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพสูง ทำให้สามารถออกแบบระบบได้ครอบคลุมทุกลักษณะงานของการผ่านเข้าออก ตั้งแต่ระบบประตูเดี่ยว ระบบประตูคู่ที่ตรวจสอบสถานการณ์เข้าประตูก่อนหน้าหรือแอนตี้พาสแบค การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้เป็นบัตรในการผ่านเข้าออก ทำให้สามารถเก็บข้อมูลสถานการณ์ผ่านเข้าออก วัน เวลา และข้อมูลอื่นในบัตรได้ ผลจากการรวมตัวของเทคโนโลยีทั้งสอง ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายตลอดเวลา สามารถรองรับพนักงานได้จำนวนมาก จากการนำระบบไปติดตั้งและทดสอบใช้งาน พบว่า สามารถทำงานได้ทั้งแบบประตูเดี่ยวและแอนตี้พาสแบค การผ่านเข้าออก 1 คน ใช้ระยะเวลา 2-3 วินาที รองรับพนักงานมากกว่า 50,000 คน สามารถเก็บข้อมูลการผ่านเข้าออกได้มากกว่า 800,000 ครั้ง ซึ่งถือว่ามากที่สุดของระบบควบคุมการผ่านเข้าออกในปัจจุบัน

คำสำคัญ

ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ, อาร์เอฟไอดี, ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก

Abstract

The access control system was designed and developed using RFID. The embedded, x86 was implemented as processor. Because of small size and high efficiency of x86, this system can be controlled both single door and anti-passback. The advantage of RFID accessed control is the entrance history, date and time, and data can be collected in the card. Moreover, the embedded RFID access control can operate without computer network. Therefore, it takes less time for accessing. From this research, it can be seen that this system provided for both single door and anti-passback. The access time is 2-3 sec. each. Additionally, it can be applied for 50,000 persons and collected data more than 800,000 times. Finally, it can be concluded that this access control gives highest efficiency than that of access control nowadays.

Keyword

Auto-Identification, Radio Frequency Identification, Access control

1. บทนำ

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก(Access Control System) ในปัจจุบันมีการนำใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) ร่วมกับเครื่องอ่านระบบบ่งชี้อัตโนมัติ(Auto-Identification: Auto ID) ในรูปแบบต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ระบบบาร์โค้ด (Bar Code System) ระบบแม่เหล็ก(Magnetic System) และระบบอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification System : RFID) เป็นต้น

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก แบ่งตามลักษณะการทำงานของประตูได้ดังนี้ 1)แบบประตูเดี่ยว(Single Door) ระบบนี้จะติดตั้งหัวอ่านไว้ด้านนอก เมื่อต้องการเข้าก็เพียงแต่กดรหัสหรือแสดงบัตร ระบบก็จะทำการสั่งตัดไฟฟ้าที่มาเลี้ยงกลอนไฟฟ้าเพื่อเป็นการปลดล๊อค เมื่อต้องการออกข้างนอกก็ทำได้โดยการกดปุ่ม เพื่อสั่งให้ระบบตัดไฟเลี้ยง

กลอนไฟฟ้า 2)ระบบอินเตอร์ล๊อค (Interlock)ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อใช้กับห้องที่ต้องควบคุมแรงดันอากาศ การทำงานประตูบานที่ 1 จะล๊อค และประตูที่ 2 จะไม่ล๊อค ต่อเมื่อมีประตูใดประตูหนึ่งถูกเปิดออก ประตูอีกบานหนึ่งก็จะไม่สามารถเปิดได้ จนกว่าประตูบานที่ถูกเปิดออกจะถูกปิดสนิท 3)ระบบแมนแทรป (Man Trap) คล้ายกับระบบ Interlock ต่างกันอยู่ที่ในสถานะปกติกลอนไฟฟ้าของประตูทั้งสองบานจะล๊อค เมื่อกลอนประตูบานแรกเปิด และจะต้องรอให้ประตูที่ถูกเปิดนั้นปิดสนิทก่อน ระบบหัวอ่านของประตูบานถัดไปจึงจะรับคำสั่งให้เปิดประตูบานถัดไป 4)ระบบแอนตี้พาสแบค (Anti-passback) ระบบนี้การผ่านเข้าออกจะต้องแสดงบัตรทุกครั้ง หากไม่มีการแสดงบัตรก่อนเข้าประตู เวลาขาออกจากประตูระบบก็จะไม่เปิดให้ บังคับให้มีการแสดงตัวเองทุกครั้งทั้งขาเข้าและขาออก และไม่สามารถเดินตามบุคคลอื่นๆ เข้ามาได้

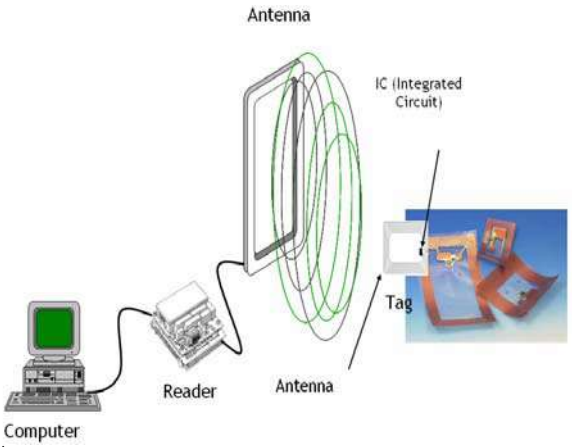
ระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่ดี จะช่วยให้สามารถลดและป้องการสูญหายของสิ่งของมีค่าได้ สามารถกำหนดสิทธิในการอนุญาตให้ผ่านเข้าออกอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตรวจประวัติการเข้าออกย้อนหลังได้ เป็นต้น[2]

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่มีจำหน่ายและใช้งานส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ[4] ทำให้เงื่อนไขการทำงานจำกัดไม่ครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งาน บางระบบที่ทำงานแบบไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายตลอดเวลานั้น[3] มักพบข้อจำกัดเรื่องเก็บข้อมูลพนักงานและข้อมูลการผ่านเข้าออกได้น้อย ระบบผ่านเข้าออกประตูสองบานที่ต้องทำงานสัมพันธ์กันยิ่งกระทำได้ยาก เนื่องจากต้องมีการตรวจสอบสภาวะการผ่านเข้าออกประตูร่วมกัน ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการเลือกระบบบ่งชี้อัตโนมัติที่เหมาะสม จะช่วยให้การทำงานของระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่ทำงานแบบไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายตลอดเวลานั้น สามารถทำงานในโหมดอินเตอร์ล๊อค (Interlock) แมนแทรป (Man Trap) และแอนตี้พาสแบค (Anti-passback)ได้ อีกทั้งการเลือกหน่วยประมวลผลที่ดี จะทำให้สามารถทำงานได้ครอบคลุมทุกลักษณะงานของการควบคุมการผ่านเข้าออก สามารถเก็บข้อมูลพนักงานและข้อมูลการผ่านเข้าได้จำนวนมาก

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

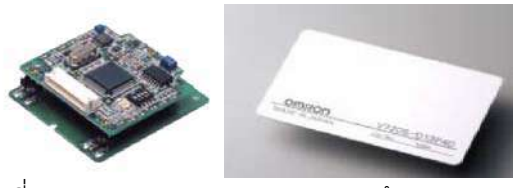
จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้ระบบบ่งชี้อาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification :RFID) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่หัวอ่าน (Reader) หรือเครื่องอ่านข้อมูล RFID กับบัตรข้อมูล (Tag) หรือเครื่องลูกข่าย(Transponder) ดังรูปที่ 1



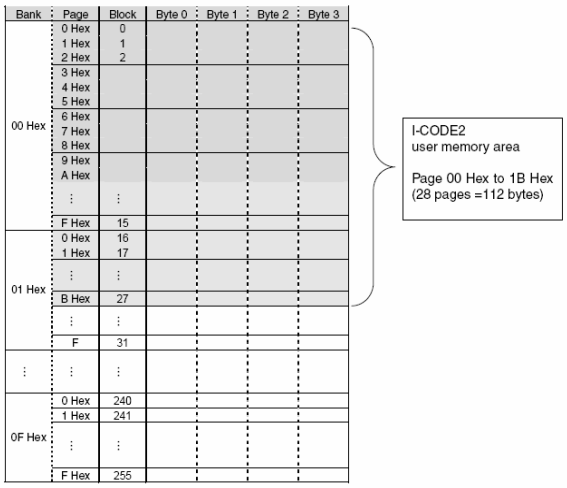
รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบอาร์เอฟไอดี[1]

จากรูปที่ 1 หัวอ่าน(Reader) จะสื่อสารกับบัตรข้อมูล (Tag) อาร์เอฟไอดี เพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลโดยไม่ต้องสัมผัสผ่านทางสายอากาศ ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งกับไปยังหน่วยประมวลผล ระบบอาร์เอฟไอดีมีหลายมาตรฐานและหลายย่านความถี่ ในงานพัฒนาระบบครั้งนี้เลือกใช้ย่านความถี่สูง 13.56 MHz มาตรฐาน ISO 15693 ของบริษัทโอมรอน กำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลที่ 9,600 บิตต่อวินาที จำนวนบิตข้อมูล 8 บิต พารีตี้บิตเลขคู่ บิตสิ้นสุดจำนวน 1 บิต

บัตรข้อมูล(Tag) ภายในประกอบด้วยสายอากาศและส่วนประมวลผลขนาดเล็ก บัตรมีหลายประเภทหากแบ่งตามแหล่งพลังงาน มีทั้งแบบที่มีแบตเตอรี่ในตัวและแบบไม่มีแบตเตอรี่ในตัว แบบที่ไม่มีแบตเตอรี่ในตัวจะอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากสัญญาณที่รับทางสายอากาศ ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้บัตรข้อมูลแบบบัตร(ID-1) ที่ไม่มีแบตเตอรี่ในตัว ระยะในการสื่อสารกับหัวอ่าน (Reader) ประมาณ 5-10 เซนติเมตร ภายในมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจำนวน 112 Byte ดังแสดงในรูปที่ 3 สามารถเขียนซ้ำได้ประมาณ 100,000 ครั้ง เก็บข้อมูลได้ยาวนานถึง 10 ปี



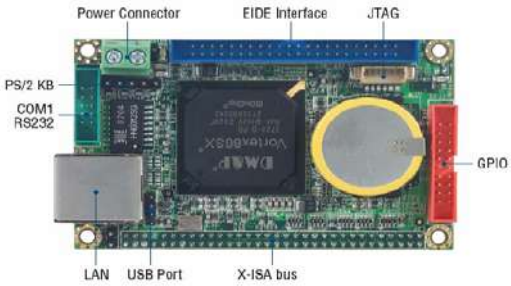
รูปที่ 2 แสดงหัวอ่าน (Reader) และบัตรข้อมูล (Tag) ที่ใช้ในงานระบบ Access Control[5]



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างและการแบ่งหน่วยในบัตรข้อมูล (Tag) ที่ใช้ในงานระบบ Access Control[5]

หน่วยประมวลผล ที่ใช้ในการควบคุมการผ่านเข้าออกซึ่งเป็นหัวใจของระบบ เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับหัวอ่าน (reader) เพื่ออ่านข้อมูลจากบัตรมาประมวลผลและตัดสินใจ ทำหน้าที่เปิดปิดประตูกลอนแม่เหล็ก ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการผ่านเข้าออก และทำหน้าที่สื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

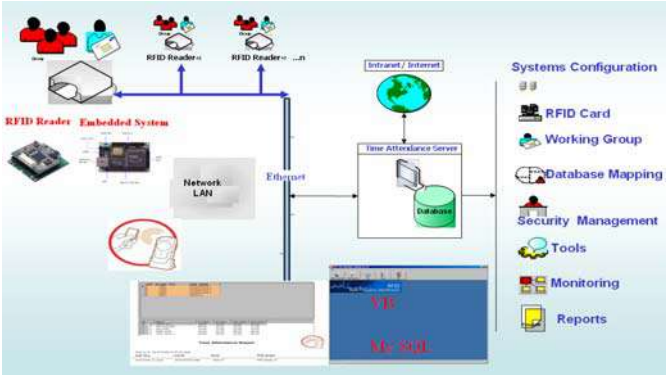
ผู้วิจัยเลือกหน่วยประมวลผลระบบฝังตัว (Embedded System) X86 ภายในประกอบด้วยซีพียู Vortex86SX, GPIO Port 16 Bit, RS232 1Port, Ethernet และ IDE Port สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการขนาดเล็กได้ เช่น MS-DOS Dr-Dos X-Dos Linux เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน่วยประมวลผลระบบฝังตัวที่นำมาใช้ในงานระบบ Access Control[6]

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 6 แสดงภาพรวมของระบบ Access Control

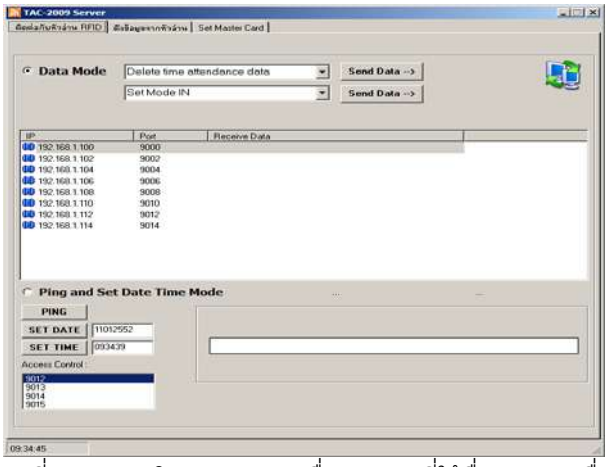
ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ส่วนควบคุมการผ่านเข้าออก และส่วนประมวลผลกลาง ส่วนควบคุมการผ่านเข้าออกประกอบด้วย หน่วยประมวลผลระบบฝังตัว Vortex86SX ติดตั้งโปรแกรม MS-DOS เวอร์ชัน 6.22 ใช้ภาษาซีเวอร์ชัน 3.00 ในการพัฒนาโปรแกรมใช้ Dsockเวอร์ชัน 6.1 เป็นตัวเชื่อมการสื่อสารบนระบบเครือข่าย พอร์ตอนุกรม RS232 ใช้เชื่อมต่อกับหัวอ่านอาร์เอฟไอดี GPIO Port 0..5 ใช้เชื่อมต่อกับส่วนแสดงผลแอลซีดีแบบ 2 บรรทัด 20 ตัวอักษร GPIO Port 6 ใช้ควบคุมการเปิดปิดประตู GPIO Port 7 ใช้ควบคุม Buzzer GPIO Port 9..10 เชื่อมต่อกับสวิตช์เพื่อตรวจสอบสภาวะของประตู GPIO Port 11..12 เชื่อมต่อกับปุ่มกดเพื่อเปิดประตูและปุ่มกดกรณีฉุกเฉิน GPIO Port 8,13..15 ใช้กำหนดโหมดการทำงาน

ส่วนของหน่วยประมวลผลกลางหรือเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพนักงาน กำหนดสิทธิ์การผ่านเข้าออก กำหนดเงื่อนไขให้กับเครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก ทำหน้าที่เรียกข้อมูลการผ่านเข้าออกที่เก็บไว้จากเครื่องควบคุม มาเพื่อจัดทำรายงาน ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิกเวอร์ชัน 6 ร่วมกับฐานข้อมูล My-SQL ในการพัฒนา

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

สิ่งที่คำนึงถึงในการออกแบบระบบครั้งนี้ คือความสามารถในการทำงานของเครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายตลอดเวลา สามารถ

รองรับพนักงานได้จำนวนมาก ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้มีการจัดทำข้อมูล ได้แก่ เลขพนักงาน กลุ่มพนักงาน สิทธิ์การเข้าออก ตลอดจนการปรับแก้เพิ่มข้อมูล ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ข้อมูลดังกล่าวพร้อมชื่อไฟล์ที่ต้องการให้จัดเก็บ จะถูกส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยี UDP มาที่เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก และจัดเก็บในรูปแบบของเท็กไฟล์ เช่น U001.DAT ชื่อไฟล์นี้จะตรงกับที่เขียนในบัตรอาร์เอฟไอดีของพนักงานแต่ละคน ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายที่ใช้สื่อสารกับเครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก

เลขพนักงาน หมายถึง เลขประจำบัตรอาร์เอฟไอดีแต่ละใบจำนวน 16 หลัก ข้อดีคือจะไม่ซ้ำกันและไม่สามารถแก้ไขหรือปลอมแปลงได้ เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออกนอกจากจะอ่านหมายเลขประจำบัตรอาร์เอฟไอดีแล้ว ยังอ่านข้อมูลจากบัตรในส่วนอื่นเพื่อใช้ประมวลผล ดังนี้ อ่าน Index เพื่อใช้ในการค้นหาไฟล์ที่หมายเลขประจำบัตรอาร์ไอดีนั้นๆ อ่านชั่วโมง นาที วัน เดือน ปี ที่ผ่านเข้าออกล่าสุด อ่านสถานะและประตูที่ผ่านล่าสุดเพื่อใช้ในการทำงานในโหมดแอนตี้พาสแบคและอ่านชื่อของพนักงานเพื่อแสดงผลที่จอแอลซีดี

ที่เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก การจัดเก็บและค้นหาข้อมูลในเท็กไฟล์ของพนักงานจำนวนมากกว่า 10,000 คนขึ้นไป จะพบปัญหาว่า การประมวลผลแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาในการค้นหาหมายเลขพนักงานนาน แม้จะใช้เทคนิคการค้นหาข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เข้ามาช่วย ปัญหาดังกล่าวแก้ไขได้โดยการแบ่งข้อมูลพนักงานออกเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 50 คน เก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์เช่น U001 M023 เป็นต้น พบว่าสามารถลดระยะการประมวลผลของพนักงานแต่ละคนเหลือน้อยมาก ผลกระทบที่ตามมาคือการเก็บข้อมูลพนักงานไว้แต่ละไฟล์นั้น โปรแกรมจะรู้ได้อย่างไรว่าต้องไปค้นหาที่ไฟล์ไหน ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการเขียนตัวชี้ (Index) ไว้ที่บัตรอาร์เอฟไอดีของพนักงานจำนวน 4 หลัก ตามชื่อไฟล์ที่เก็บข้อมูล นอกจากนี้ตัวชี้ตัวแรก (U M) ยังใช้ประโยชน์ในการสิทธิ์ว่าเป็นพนักงานหรือเป็นระดับหัวหน้างาน หากเป็นหัวหน้างาน ก็จะมีสิทธิ์และความสามารถในการผ่านเข้าออกเพิ่มขึ้นจากที่กล่าวมา

การกำหนดประเภทของพนักงาน โดยมากทั้งบริษัทและโรงงาน แบ่งเป็นกลุ่มงานสนับสนุนหรือสำนักงาน กับกลุ่มที่ทำหน้าที่ในการผลิต สองกลุ่มนี้มีช่วงเวลาการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น ฝ่ายสนับสนุนอาจทำงานวันจันทร์ถึงวันเสาร์ตั้งแต่ 08.00 น ถึง 17.00น หยุดวันอาทิตย์และแต่ละวันอาจมีการทำล่วงเวลา กลุ่มฝ่ายผลิตส่วนใหญ่มักทำงานเป็นกะมากที่สุด 3 กะ เช้า กลาง ดึก แต่ละกะสามารถทำล่วงเวลาหรือสามารถทำงานควบสองกะได้ ไม่มีวันหยุดที่แน่นอน ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้แบ่งพนักงานออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามการทำงานไว้ 12 กลุ่ม โค้ดดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ร่วมกับหมายเลขประจำบัตร 16 หลัก เช่น “T1234567890123456I” จากตัวอย่างอธิบายได้ว่าหมายเลขบัตร คือ 1234567890123456 เป็นพนักงานฝ่ายผลิต อนุญาตให้ผ่านเข้าออกเฉพาะช่วงกะเช้า จากตัวอย่างจะเห็นว่า มีตัวอักษรต่อท้ายเพิ่มมาหนึ่งตัว เนื่องจากแห่งอนุญาตให้เข้าประตูที่ 1 แต่ออกให้ออกประตูที่ 2 หรือสามารถทั้งเข้าและออกได้ ดังนั้นตัวอักษรตัวสุดท้ายได้แก่ I หรือ O หรือ L จะช่วยในการกำหนดสิทธิ์ดังกล่าว

นอกจากการผ่านเข้าออกโดยปกติแล้ว ผู้วิจัยยังคำนึงถึงเหตุที่ไม่ปกติเพื่อออกแบบระบบให้ครอบคลุมมากขึ้น เช่น กรณีที่ลืมบัตร หรือกรณีที่ทำงานในโหมดระบบแอนตี้พาสแบค (Anti-passback) เมื่อแสดงบัตรเพื่อเข้าหรือออกแล้วแต่ไม่ผ่านเข้าออกตามเวลาที่กำหนด ระบบจะไม่ยอมให้ดำเนินการอีก ในกรณีที่ลืมบัตรพนักงานสามารถติดต่อที่ฝ่ายบุคคล โดยฝ่ายบุคคลก็จะสร้างรหัสเฉพาะจำนวน 4 หลัก จากนั้นพนักงานมากดรหัสเฉพาะ 4 หลักที่เครื่องควบคุม ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งเข้าเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่อง

ประมวลผลแม่ข่าย เครื่องประมวลแม่ข่ายจะตรวจสอบรหัสเฉพาะว่าตรงกับพนักงานชื่ออะไร พร้อมส่งสถานกับไปเพื่อควบคุมการเปิดประตู กรณีที่ระบบไม่ยอมให้ดำเนินการอีกเนื่องจากการไม่เข้าหรือออกในเวลาที่กำหนด สามารถทำได้โดยกดแป้นพิมพ์เพื่อเข้าสู่โหมดการผ่านเข้าออกพิเศษ จากนั้นการนำบัตรของหัวหน้างานที่ตัวชี้ (index) ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร "M" มาอ่านที่เครื่องควบคุมก่อน ตามด้วยบัตรที่ต้องการผ่านเข้าออก เป็นต้น

การผ่านเข้าออกแต่ละครั้ง ส่วนหนึ่งจะเขียนข้อมูลวันและเวลาและหมายเลขประตูลงลงในบัตรอาร์เอฟไอดีของพนักงานเพื่อใช้ตรวจสอบในโหมดแอนตี้พาสแบค และส่วนหนึ่งจะถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลไว้ที่เครื่องควบคุม โดยจะเก็บเลขรหัส 16 หลักของบัตรพนักงานพร้อมกับเวลาที่ทำรายการ ในกรณีที่ผ่านเข้าออกแบบพิเศษ นอกจากข้อมูลดังกล่าวแล้วจะได้เก็บส่วนของเลขรหัสบัตรหัวหน้างานที่อนุญาตไว้เพื่อตรวจสอบภายหลังด้วย ดังแสดงในรูปที่ 8

S|U|1B3A3302000104E0|15:00:21|
S|M|F950D912000104E0|5678|15:02:25|
R|U|03703302000104E0|15:11:51|
S|M|F950D912000104E0|1B3A3302000104E0|15:13:13|

รูปที่ 8 แสดงข้อมูลการทำรายการที่เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก

รูปที่ 9 แสดงเครื่องผ่านเข้าออกที่พัฒนาขึ้น

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบ Access Control ที่ออกแบบและพัฒนาในครั้งนี้สามารถทำงานในโหมด แบบประตูเดี่ยว(Single Door) ระบบแอนตี้พาสแบค (Anti-passback) แต่ยังไม่สามารถทำงานในโหมด ระบบอินเตอร์ล๊อค (Interlock) ระบบแมนแทรป (Man Trap) อีกทั้งการแสดงผลในจำกัดเพียงตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษเท่านั้น ยังไม่สามารถแสดงผลเป็นภาษาไทยได้

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ผลจากการนำระบบควบคุมการผ่านเข้าออกไปทดสอบ ทั้งในห้องปฏิบัติการและสถานที่จริง เพื่อหาความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลการผ่านเข้าออก ระหว่างเครื่องควบคุมการผ่านเข้าออกกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวนและเวลาที่เหมาะสมของจำนวนผู้ใช้งานต่อจำนวนหัวอ่าน เสถียรภาพของระบบ ปัญหาในการใช้งานและการติดตั้ง และประเด็นที่เกี่ยวข้องอื่น โดยได้นำไปติดตั้งที่โรงพาณิชย์ของเอกชนแห่งหนึ่ง การติดตั้งระบบประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง ทำหน้าที่จัดเก็บฐานข้อมูลผู้ใช้งานทั้งหมด และกำหนดกลุ่มและสิทธิผู้ใช้งาน เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออกติดตั้งรวม 2 หัว หัวที่ 1 ติดตั้งที่หน้าห้องธุรการ กำหนดให้ผ่านเข้าออกได้ทั้งผู้บริหารอาจารย์และเจ้าหน้า หัวที่ 2 ติดตั้งที่หน้าห้องผู้บริหาร กำหนดให้ผ่านเข้าออกได้เฉพาะผู้บริหารและอาจารย์เท่านั้น โดยอาจารย์สามารถผ่านเข้าออกได้ตั้งแต่เวลา 08.30–16.30น วันจันทร์ถึงวันเสาร์เท่านั้น ส่วนผู้บริหารสามารถผ่านเข้าออกได้ตลอดเวลา

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบความถูกต้องของการรับส่งข้อมูลในห้องปฏิบัติการ กรณีที่เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออก ส่งข้อมูลการผ่านเข้าออก ดังแสดงในรูปที่ 8 ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย พบว่า ข้อมูลที่เครื่องแม่ข่ายรับได้ถูกต้องและครบถ้วน แต่จะพบข้อผิดพลาดเมื่อเครื่องควบคุมการผ่านเข้า

ออกจำนวนหลายเครื่อง ส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในเวลาพร้อม ๆ กัน จะพบว่าข้อมูลที่รับได้นั้นมีการสอดแทรกและไม่ครบถ้วน ปัญหาดังกล่าว เกิดจากการที่ผู้วิจัยกำหนดหมายเลขเครื่อง (IP) ของควบคุมการผ่านเข้าออกแตกต่างกันแต่ใช้พอร์ต(Port) เดียวกัน ผู้วิจัยจึงปรับแก้ให้ทั้งหมายเลขเครื่องและพอร์ตของเครื่องควบคุมการผ่านเข้าออกแต่ละเครื่องให้แตกต่างกันแล้วทำการทดสอบอีกครั้ง พบว่า ข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายรับได้ มีความถูกต้องตรงกับที่เครื่องควบคุมการผ่านเข้าออกส่งมา ไม่พบปัญหาการสอดแทรกของข้อมูล

และจากการทดสอบและติดตั้งทดลองในสถานที่จริง พบว่า การผ่านเข้าออกเมื่อนำบัตรค้างที่หัวอ่านอย่างต่อเนื่องใน 1 วินาที สามารถทำรายการได้ถึง 3 ครั้ง ต่อเมื่อนำมาใช้งานจริงโดยมีผู้ทำรายการอย่างต่อเนื่อง พบว่า 1 นาที สามารถผ่านเข้าออกเฉลี่ย 20-25 คน หรือเฉลี่ย 1 คนใช้เวลาเฉลี่ย 2-3 วินาที การกำหนดสิทธิช่วงเวลาและวัน ไม่พบปัญหาในการใช้งาน

5.3 บทสรุป

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น เป็นระบบที่มีความโดดเด่นในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายตลอดเวลา มีความไวและความถูกต้องสูงการรับส่งข้อมูลการผ่านเข้าออก ระบบมีเงื่อนไขครอบคลุมการทำงานของการผ่านเข้าออก สามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียดได้ตามลักษณะงาน นำไปใช้งานได้จริงทั้งในงานอุตสาหกรรมและงานควบคุมการผ่านเข้าออกทุกประเภทงาน

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออกที่พัฒนาขึ้น เป็นการยืนยันตัวตนจากเลขรหัสในบัตร ต่างจากระบบที่มีการยืนยันตัวตนด้วยคุณลักษณะทางกายภาพเช่น ลายนิ้วมือ ม่านตา เป็นต้น ดังนั้น ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและควรหาแนวทางแก้ไขต่อไปคือปัญหาผู้อื่นนำบัตรไปใช้

6. แนวทางการพัฒนาต่อ

พัฒนาให้ครอบคุลมระบบระบบอินเตอร์ล๊อค (Interlock) ระบบแมนแทรป (Man Trap) ร่วมถึงการแสดงผลในโหมดภาษาไทย อีกทั้งการเพิ่มศักยภาพให้สามารถทำงานเพื่อลงเวลารวมกันในเครื่องเดียวด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ระบบดังกล่าวสำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณทวี จำปาอ่อน วิศวกรอาวุโสบริษัทซันซิสเต็ม และหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โปรแกรมวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

8. เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ และไพโรจน์ ไววานิชกิจ. เทคโนโลยี RFID. สำนักพิมพ์ ดอกหญ้ากรุ๊ป, กรุงเทพ, 192 น, 2549.

[2] http://sabsrum1group7.blogspot.com/

[3] http://www.kbmeng.com/

[4] http://www.acentech.net

[5] http://www.omron-ap.co.th/product_info/V720/index.asp

[6] http://www.synes.co.th/

[7] http://www.dmp.com.tw/tech/dmp-lib/dsock/

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การควบคุมการเข้าออกอาคารด้วยการชี้เฉพาะบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

Access Control with Radio Frequency Identification (RFID)

นันท์นภัส โตอดิเทพย์[1] ธีศิษฏ์ เอื้อมงคล[2] และ อัญชลี จั่นไร่ขิง[3]

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

email: [1]nisachol@cp.su.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมการเข้าออกอาคารสำนักงานด้วย RFID เพื่อป้องกันการบุกรุกจากบุคคลภายนอกที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ผ่านประตู โดยได้พัฒนาระบบความปลอดภัยในการเข้าออกอาคาร โดยใช้ RFID ควบคุมการเปิดปิดประตูอาคาร และมีการบันทึกการเข้าออกของบุคคล วัน และเวลาการเข้างานของพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ในสำนักงาน ระบบงานนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ หนึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการเปิดปิดประตูด้วย RFID สอง โปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบผู้ใช้ บันทึกเวลาการเข้าออกของบุคคลและประมวลผลทางสถิติต่างๆ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือสามารถควบคุมการเข้าออกอาคารและสามารถป้องกันการบุกรุกของบุคคลภายนอกได้

คำสำคัญ: การควบคุมการเข้าออก อาร์เอฟไอดี การบุกรุก ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This research is to study and develop the Access Control System of office building with Radio Frequency Identification (RFID) for preventing of invasion from the not allowed persons. The system identify the personal data of card owner and then send that data signal to the embedded program in microcontroller to control the openning and closing the entering door by the preset mechanics in the door. And having record the entering and exiting of date, time and start time to work of the employees or the officers. The system comprise of 2 part. The first, microcontroller that control the system of door openning and closing. The second, the program use to identify the user, record date and time of person entering and exiting, and statistic process for making information of the organization. The developed system succeed in Access Control and can prevent the intruders by the objective of the research.

Keywords: Access Control, RFID, invasion, microcontroller

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันการเข้าออกอาคารสำนักงานหลายๆ แห่งยังขาดความปลอดภัย ในเรื่องของการระบุตัวบุคคลที่เข้าออกอาคารสำนักงาน โดยไม่สามารถทราบได้ว่ามีบุคคลใดเข้าออกอาคารเวลาใดบ้าง เนื่องจากระบบเปิดปิดประตูเป็นแบบกุญแจล็อก จึงไม่มีการบันทึกข้อมูลการผ่านเข้าออกของบุคคลได้ อีกทั้งการนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามาใช้ในระบบความปลอดภัยซึ่งจะมีราคาแพง

ปัจจุบันเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification : RFID) เข้ามามีบทบาทในการบริหารจัดการธุรกิจ และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก มีการนำ RFID มาใช้งานกันในงานหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตรเอทีเอ็ม บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรโดยสารของสายการบิน บัตรจอดรถ ฉลากสินค้า หรือแม้แต่ใช้ฝังลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ การนำ RFID มาใช้งานเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ เป็นต้น ระบบอาร์เอฟไอดี ประกอบด้วย

อุปกรณ์ 2 ส่วน คือ ส่วนเครื่องอ่าน (reader) และส่วนป้ายชื่อ (tag) โดยการทำงานนั้นเครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังงานในรูปคลื่นความถี่วิทยุให้กับตัวบัตรทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในสามารถส่งข้อมูลจำเพาะที่แสดงถึง Identity กลับมาประมวลผลที่เครื่องอ่านได้ จุดเด่นของ RFID คือความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้ โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง

โครงงานนี้จึงได้ถูกกำหนดขึ้นมา อันมีแนวคิดหลักที่จะพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมการเข้าออกอาคารด้วย RFID เพื่อเป็นระบบความปลอดภัยในการเข้าออกอาคาร โดยใช้ RFID มาควบคุมการเปิดปิดประตูอาคาร และมีการบันทึกการเข้าออกของบุคคล วัน เวลา การเข้างาน ของพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ ในสำนักงาน และทดแทนการนำเข้าเครื่องอ่าน RFID จากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางให้คนไทยนำระบบ RFID ไปพัฒนาเพื่อใช้งานในด้านอื่นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันต่อไป

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ให้ความปลอดภัยแก่บุคคลภายในอาคารหรือที่พักอาศัย ด้วยเทคโนโลยีคลื่นความถีวิทยุ

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานประยุกต์ของอาร์เอฟไอดี

งานประยุกต์ของอาร์เอฟไอดีจัดแบ่งได้เป็น 9 แขนงดังนี้[7]

- Supply chain automation ทำให้เกิดระบบอัตโนมัติในห่วงโซ่การผลิต
- Asset tracking – ติดตามทรัพย์สินที่มีค่าในสถานที่ต่าง ๆ เช่น สินค้าในห้าง หนังสือในห้องสมุด เป็นต้น
- Medical applications – เชื่อมโยงคนไข้กับยา การรักษา และการวัดความแตกต่างทางชีวิต
- People tracking – จัดการความปลอดภัยการเข้าออก การระบุทารกในโรงพยาบาล เป็นต้น
- Manufacturing – ติดตามสิ้นส่วนสินค้าในระหว่างการผลิต
- Retail – ติดตามสิ้นค้าบนชั้นขาย ในการค้าปลีก
- Warehouses – ทำให้ระบบสินค้าคงคลังเป็นไปอย่างอัตโนมัติในเวลาจริง เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลัง
- Livestock – ติดตามสัตว์เลี้ยงและเชื่อมโยงกับการให้อาหารด้วยการติดแท็กในสัตว์เลี้ยง
- Timing – บันทึกเวลาเริ่มและสิ้นสุดของนักกีฬา ในการแข่งขันที่มีนักกีฬาจำนวนมาก

3.2 การควบคุมการเข้าออกอาคาร

การติดตามการเข้าออกของบุคคล(Access Control) เป็นส่วนหนึ่งของ People Tracking ซึ่งองค์ประกอบของระบบ access control แบ่งเป็น 2 ระบบคือระบบที่มีแต่เครื่องอ่านและอุปกรณ์การเปิด/ปิดประตู และระบบที่ออนไลน์กับเซริฟเวอร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบงานที่พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบที่สองคือเป็นระบบที่เชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ที่รับรหัสผ่านจากเครื่องอ่านเพื่อตรวจสอบรหัสผ่าน และบันทึกข้อมูลที่จำเป็นที่ใช้ประมวลข่าวสารต่อไปมี 3 องค์ประกอบคือ

1. การอ่านของ RFID และการใส่รหัส จะใช้ Proxread GP8 ซึ่งเป็น IC Reader ที่ทำงานในช่วงความถี่ต่ำคือ ช่วงความถี่ 125 KHz ทำการต่อวงจรควบคุม การเปิด ปิดประตู เมื่อมี tag ตัดผ่านสนามแม่เหล็กที่ความถี่ 125 KHz จะทำให้ IC ใน tag ทำการส่งข้อมูลกลับไปที่ reader เพื่อตรวจสอบตัวบุคคลที่จะเข้าออกว่าอนุญาตให้เข้าออกหรือไม่ โดยจะมีการใส่รหัสอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าเป็นบุคคลนั้นจริง เพื่อความปลอดภัยจากการที่มีบุคคลอื่นนำบัตรมาใช้

2. การควบคุมการเปิดปิดประตู เมื่อ reader ทำการอ่าน tag และมีการกรอกรหัสเรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งข้อมูลที่ได้มายังโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้ตรงกับฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าข้อมูลตรงกับฐานข้อมูลที่บันทึกไว้ก็จะส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ตัดไฟเพื่อปลดล็อกประตู

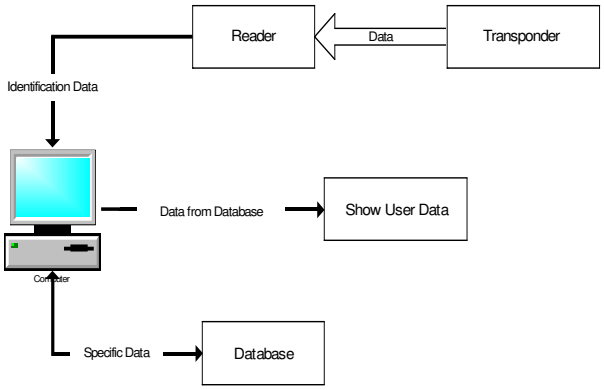
3. ฐานข้อมูล จัดการเก็บข้อมูลของพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ ที่ทำงานในสำนักงาน โดยสามารถ

- แสดงข้อมูลประวัติส่วนตัวของพนักงานหรือเจ้าหน้าที่
- เพิ่มข้อมูลพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ใหม่
- ลบข้อมูลพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ที่ลาออก
- แก้ไขข้อมูลพนักงานหรือเจ้าหน้าที่

•การแสดงสถิติต่างๆของการเข้าออกอาคารและการสืบค้นข้อมูลการเข้าออกเป็นรายบุคคล

4. รายละเอียดของการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบ

4.2 การออกแบบและการพัฒนาระบบ

4.2.1 ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

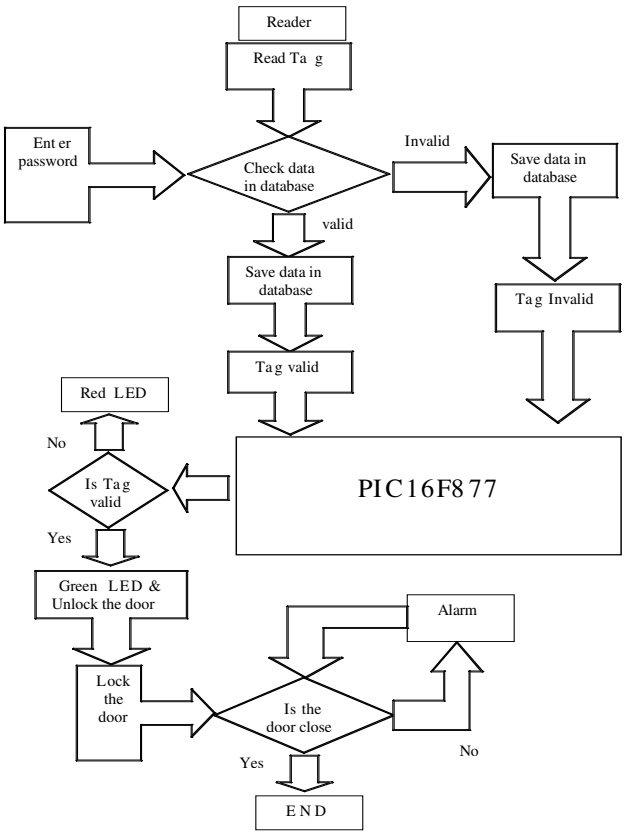
1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ใช้ควบคุมการเปิดปิดประตู
2. RFID Reader : ProxID micro reader GP8
3. RFID tag
4. LED เป็นไฟแสดงสถานะการทำงาน
5. LCD Display เป็นจอแสดงผลการทำงาน จะทำการต่อพอร์ต D ของตัว PIC16F877 โดยใช้พอร์ต RD0-RD7 (ยกเว้นขาพอร์ต RD3 ไม่นำมาใช้งาน) ในการควบคุมโมดูล LCD
6. Key Pad ซึ่งเป็นตัวรับค่าสแกนคีย์บอร์ดแบบเมตริกซ์ (4x3) จะทำการต่อเข้ากับพอร์ต B ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตั้งแต่ RB1-RB7 ในการควบคุม key board
7. โซลินอยด์ เป็นตัวล็อกประตู

4.2.2 ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

1. PIC C Compiler เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนโค้ดเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ทำงานตามที่ต้องการ

2. WINPIC800 เป็นโปรแกรมที่ใช้ download โค้ดที่โปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่ฝังตัวลงไป

3. Visual Basic 2005 เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างอินเตอร์เฟส เพื่อรับข้อมูลที่ได้จากการอ่านของ reader มาตรวจสอบกับฐานข้อมูลและแสดงประวัติพนักงานและประวัติการเข้าออกอาคาร



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

4.2.3 การทำงานของระบบงาน

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้

1. reader จะทำการส่งคลื่นความถี่วิทยุออกมาตลอดเวลาเพื่อคอยตรวจสอบว่าในบริเวณคลื่นวิทยุนั้นส่งไปถึงได้มีตัว tags เข้ามาหรือไม่

2. เมื่อมี tag เข้ามาในขอบเขตการรับข้อมูลของ reader คลื่นความถี่วิทยุที่ reader ปล่อยออกมา จะกระตุ้นให้ tag ส่งข้อมูลที่เก็บอยู่ภายในหน่วยความจำของชิปไปให้ reader และจะมีการรักษาความปลอดภัย โดยให้มีการใส่รหัสอีกครั้ง

3. เมื่อ reader ได้รับข้อมูลจากตัว tag แล้ว ก็จะส่งข้อมูลต่อไปยังคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่อง server พร้อมกับรหัสที่ใส่เข้ามาด้วย

4. Server นำหมายเลขที่ได้จากบัตรไปค้นข้อมูลออกมาและทำการตรวจสอบกับข้อมูลที่อ่านได้จาก reader และรหัสผ่านที่

ใส่เข้ามาว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถอนุญาตให้ผ่านประตูได้หรือไม่ โดยจะตรวจสอบข้อมูลจาก tag และรหัสผ่านว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่ ถ้าถูกต้องตรงกันก็จะอนุญาตให้ผ่านประตูได้ โดยจะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำการควบคุมการเปิดปิดประตู ทำการปลดล็อกประตู สามารถเปิดประตูได้ แต่ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้องจะไม่ปลดล็อกประตูและให้มีสัญญาณเตือนดังขึ้น

5. เก็บข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ ลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นสถิติ เช่น เวลาการเข้าออกประตู

6. กรณีเป็นบุคคลภายนอก ให้แลกบัตรผ่านเพื่อใช่ในการเข้าออกโดยจะไม่มีการใส่รหัส ระบบฐานข้อมูลจะทำการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นเพื่อเก็บเป็นสถิติเหมือนเดิม

4.2.4 การรับส่งข้อมูลระหว่างตัว tag และตัว reader

tag เป็นส่วนของบัตรพนักงาน เพื่อส่งข้อมูลของพนักงานให้กับ reader สำหรับที่ใช้ในระบบนี้มีคุณลักษณะดังนี้

- ทำงานที่ความถี่ 125 KHz
- เป็น tag ชนิด Passive
- มีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ EM-Manchester Encoding

reader เป็นส่วนที่รับข้อมูลจาก tag เมื่อ tag เข้ามาภายในขอบเขตการรับสัญญาณของ reader สำหรับที่ใช้ในระบบนี้มีคุณลักษณะดังนี้

- ทำงานที่ความถี่ 125 KHz
- มีระยะการอ่านข้อมูล 5-10 cm
- มีการเข้ารหัสสัญญาณแบบ EM-Manchester Encoding
- มีรูปแบบข้อมูลเป็น 10 Digit Hex ASCII Code
- Baud Rate 9600, 8 Data Bit, 1 Stop Bit, No Parity
- ข้อมูลที่ส่งออกมามีขนาดแรงดัน 5 โวลต์

4.2.5 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลใช้เก็บข้อมูลการเข้าออกอาคารของพนักงานในองค์กรเองและบุคคลภายนอก ซึ่งพนักงานขององค์กรสามารถเข้าออกอาคารได้หลายครั้ง เนื่องจากให้วันที่และเวลาของการเข้าออกอาคารเป็นคีย์ร่วมกับรหัสพนักงานด้วย ฐานข้อมูลประกอบด้วย 3 ตารางดังนี้

1. ตาราง Employee

เก็บข้อมูลประวัติพนักงานมี EmpID เป็น Primary key รายละเอียดของโครงสร้างของตารางแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างของตาราง Employee

ชื่อฟิลด์	ประเภท	ขนาด	ความหมาย
EmpID	TEXT	10	รหัสพนักงาน
EmpFname	TEXT	50	ชื่อ ของพนักงาน
EmpLname	TEXT	50	นามสกุลของพนักงาน
CardID	NUMBER	long integer	รหัสบัตรพนักงาน
Password	TEXT	6	รหัสผ่าน
CitizenID	TEXT	13	รหัสบัตรประชาชนของพนักงาน
Position	TEXT	50	ตำแหน่ง
Birthday	DATE/TIME	long date	วันเดือนปีเกิด
Address	TEXT	100	ที่อยู่
Tel	TEXT	10	เบอร์โทรศัพท์

ตารางที่ 2 โครงสร้างของตาราง Emp_in_out

ชื่อฟิลด์	ประเภท	ขนาด	ความหมาย
Date_In	DATE/TIME	long date	วันที่เข้า
Time_In	DATE/TIME	long time	เวลาที่เข้าอาคาร
EmpID	TEXT	10	รหัสพนักงานที่เข้าออก
Time_Out	DATE/TIME	long time	เวลาที่ออกจากอาคาร

2. ตาราง Emp_in_out

เก็บเวลาเข้าออกของพนักงานมี Date_In, Time_in, และ EmpID เป็น Primary key และ EmpID เป็น Foreign Key รายละเอียดของโครงสร้างของตารางแสดงในตารางที่ 2

3. ตาราง Other_in_out

เก็บวันเวลาเข้าออกของบุคคลภายนอกมี Date_In, Time_in, และ CitizenID เป็น Primary key รายละเอียดของโครงสร้างของตารางแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โครงสร้างของตาราง Other_in_out

ชื่อฟิลด์	ประเภท	ขนาด	ความหมาย
Date_In	DATE/TIME	long date	วันที่เข้า
Time_In	DATE/TIME	long time	เวลาที่เข้าอาคาร
CitizenID	TEXT	13	รหัสบัตรประชาชนของผู้ขออนุญาตเข้าอาคาร
OthName	TEXT	100	ชื่อ-นามสกุลของผู้ขออนุญาตเข้าอาคาร
Time_Out	DATE/TIME	long time	เวลาที่ออกจากอาคาร

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

ข้อจำกัดของระบบที่มีผลต่อการใช้งานจริงในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

1. ระยะทางที่ใช้ในการอ่านของตัวถอดรหัส จะเป็นตัวกำหนดขีดความสามารถของอุปกรณ์ ซึ่งควรจะต้องอ่านได้ในระยะที่ไกลกว่ามือเอื้อมถึงหรือไปสัมผัสได้ เพราะไม่เช่นนั้นก็คงช่วยอะไรได้ไม่มากนักถ้ายิ่งอ่านได้ไกลก็น่าจะยิ่งดี

2. ความจำเพาะจำจงของทิศทางที่ใช้อ่าน ถ้าแคบมากหรือต้องชี้ตรงๆ ตัวเท่านั้น ก็จะกลายเป็นข้อจำกัดที่จะทำให้คลำหาเป้าได้ยาก แต่ถ้ารัศมีการอ่านกว้างมากไป ทำให้บอกทิศทางได้ไม่แน่ชัด เช่นถ้ารหัสอยู่ทางด้านหน้าก็จะอ่านได้ทันที แต่จะบอกไม่ได้ว่ามันอยู่สูงหรือต่ำ อยู่เฉียงไปทางขวาหรือซ้าย หรือถ้ายิ่งเป็นรหัสที่ส่งกระแสได้แรง เพียงแต่มันอยู่รอบตัวหรือใกล้ตัว แม้จะอยู่ทางด้านหลัง ตัวอ่านรหัสก็สามารถรับรู้หรืออ่านได้ จะยิ่งเป็นข้อจำกัดให้เกิดความสับสนในทิศทางมากยิ่งขึ้น

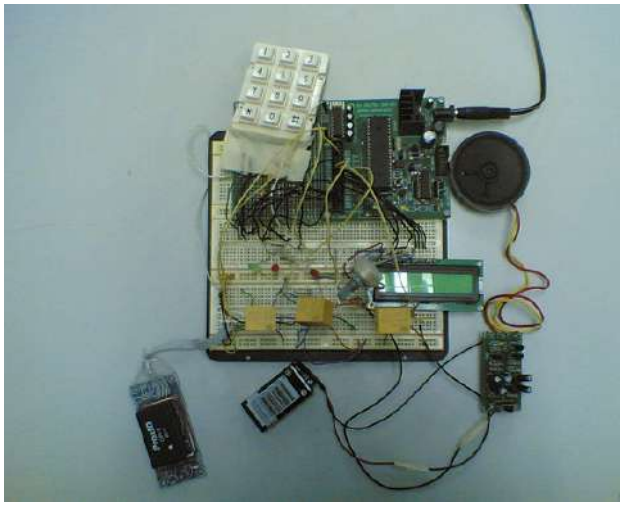
3. ความสามารถในการทะลุทะลวงของการส่งสัญญาณ หรือการอ่านสัญญาณ ถ้าดีหรือมีมากเกินไป ก็กลายเป็นข้อจำกัดอีกเช่นกัน เพราะเช่นรหัสที่อยู่อีกห้องหนึ่ง ห่างจากตัวอ่านรหัสโดยมีผนังกั้นอยู่ระหว่างกลาง เมื่อมันสามารถอ่านผลได้ ก็ทำให้ไม่สามารถรับรู้ถึงสิ่งกีดขวาง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ด้วยซ้ำไป

4. ความสามารถในการแยกแยะรหัสหลายตัวที่อยู่หน้าหรือหลังต่อกัน หรืออยู่ห่างกันไม่มาก ก็เป็นตัวกำหนดประสิทธิผลของการใช้งาน ที่จะทำให้เกิดความสับสนได้ง่ายเกินไปหรือไม่

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

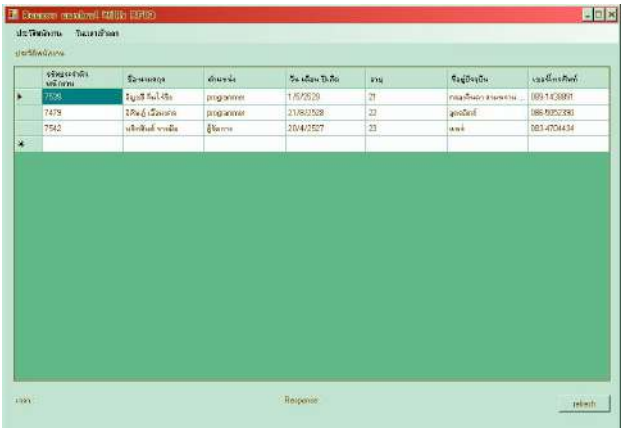
การต่อเชื่อมทางอิเล็กทรอนิกส์ดังแสดงในรูปที่ 3 และทดสอบการเปิดปิดประตูด้วยโซลินอยด์



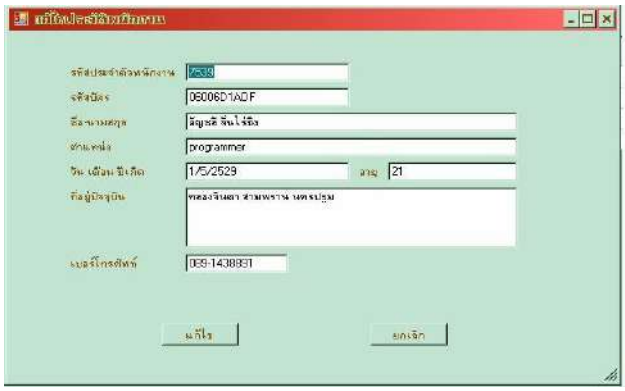
รูปที่ 3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เป็นระบบงาน

5.2 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

การวิจัยนี้มี 2 ส่วนคือ หนึ่งเป็นส่วนฮาร์ดแวร์ที่มีเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี โซลินอยด์บังคับการเปิดปิดประตู และโปรแกรมที่ฝังตัวในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับรหัสผ่านของผู้ใช้ และส่งไปตรวจ



รูปที่ 4 ข้อมูลจากการบันทึกการเข้าออกอาคาร



รูปที่ 5 หน้าจอการแก้ไขข้อมูลพนักงาน

สอบกับข้อมูลของผู้ใช้จากฐานข้อมูลของระบบงาน สองเป็นส่วนโปรแกรมจัดการกับข้อมูลการเข้า/ออก เพื่อให้ได้ข่าวสารสำหรับองค์กร รูปที่ 4 เป็นส่วนต่อประสานแสดงข้อมูลที่ประมวลได้ในการเข้าออกอาคาร และรูปที่ 5 แสดงหน้าจอการแก้ไขข้อมูลของพนักงาน

การดำเนินงานสำเร็จลงได้อย่างที่ตั้งเป้าหมายไว้ ระบบสามารถควบคุมการเข้าออกประตูอาคารได้ ช่วยป้องกันและรักษาความปลอดภัยได้ ถึงแม้ว่าจะเกิดปัญหาระหว่างการจัดทำโครงงาน เนื่องจากเป็นการทำงานด้านฮาร์ดแวร์ที่ต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าในระบบ แต่ผู้จัดทำก็ร่วมมือกันแก้ปัญหานั้นได้

6. บทสรุป

การทดลองการใช้ระบบงานประสบความสำเร็จเป็นที่พอใจของผู้ทดลอง ทำให้ผู้ทำงานวิจัยได้เข้าใจการทำงานของระบบ RFID เป็นอย่างดี และสามารถสร้างระบบงานการควบคุมการเข้าออกอาคารที่ฝังโปรแกรมการสั่งงานในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เมื่อทดสอบความคงทนของระบบงานได้ดีแล้ว พร้อมเสริมระบบด้วยกล้องจับภาพด้วย จะเป็นระบบที่สร้างความมั่นใจแก่ผู้อาศัยในอาคารในด้านความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรที่มีอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการทดลองในงานวิจัยนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] “RFID เทคโนโลยีที่น่าจับตามอง”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ :http:// www.nectec.or.th/achives/downloaddoc

[2] “RFID เทคโนโลยีที่ต้องตามให้ทัน”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ : http://www.dss.go.th/dssweb/starticles/file/pep_11_2548_rfid.pdf

[3] “เทคโนโลยี RFID”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ : http://angsila.compsci.buu.ac.th/~sc440061/TECHNOLOGY_RFID1.doc

[4] “Radio Frequency Identification Box with WLAN capability กล่องแผ่นป้าย RFID ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย ”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ : http://iwing.cpe.ku.ac.th/en/index.php?option=com_conteint&task=view&id=91

[5] “ระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้ RFID”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ : http://cc.cpe.ku.ac.th/~b4405413/A1.doc

[6] “Electronics&Microcontroller”,[ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://:www.electoday.com

[7] “RFID applications”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www.rfidexchange.com

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Two Dimension Punch-Die Error Checking System

ขจรศักดิ์ พงศ์ธนา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
pkajornsak@yahoo.com

รศ.สุชาติ เย็นวิเศษ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
Suchart_yen@hotmail.com

วิชาญ เพชรมณี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
Wichan.rmutsv@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน (Punch-Die) ของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้สามารถตรวจสอบหาความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นบนวัตถุรูปทรงแบบ 2 มิติ จึงได้นำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบ โดยใช้กล้องเว็ปแคมในการถ่ายภาพ และมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผล ซึ่งระบบจะแสดงให้เห็นถึงส่วนที่เกิดความผิดเพี้ยนและแสดงค่าความผิดเพี้ยนที่ได้จากการตรวจสอบออกมาเป็นสัดส่วนร้อยละ ซึ่งยังทำให้การตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุได้ผลออกมาแม่นยำ และมีความรวดเร็วอีกด้วย

Abstract

This research proposes to design of Two Dimensions Punch-Die Error Checking System. The objective of the project were to design for checking the distortions of shape in 2 dimensions of material. By applying the method of image processing on the checking. The webcam would take the needed images of material. These different shaped would be executed by the image processing on the computer. In system would be shown distortions area of image and calculate distortions is percent. The result of system is accurate and expeditiously.

คำสำคัญ

การกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน, การประมวลผลภาพ

1. บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบันระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์ภาพได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมาก โดยการนำภาพนิ่งเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ระบบของการประมวลผลภาพนั้นเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการตรวจสอบและการวิเคราะห์ภาพ ในกระบวนการประมวลผลภาพนั้นจะมีการสร้างโปรแกรมขึ้นมาเพื่อใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยมีคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลการใช้โปรแกรมเข้ามาประมวลผลภาพนั้น ทำให้การตรวจสอบและวิเคราะห์ภาพสามารถทำได้รวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง ดังนั้น ระบบของการประมวลผลภาพจึงเป็นที่สนใจของผู้ใช้งานที่ต้องการความแม่นยำ รวดเร็ว ในการวิเคราะห์และการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุเป็นอย่างมาก

สำหรับโครงงานชิ้นนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุแบบ 2 มิติขึ้นมา เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบความผิดเพี้ยนทางรูปทรงของวัตถุต่าง ๆ ที่เป็นแบบ 2 มิติ ซึ่งระบบที่ได้สร้างขึ้น มานั้นมีความสามารถในการตรวจสอบและการวิเคราะห์ความผิดเพี้ยนทางรูปทรงของวัตถุแบบ 2 มิติได้ ในการทำงานเริ่มแรกจะมีการถ่ายภาพวัตถุขึ้นมาเพื่อเก็บเป็นภาพต้นแบบ จากนั้นจึงถ่ายภาพวัตถุขึ้นมาใหม่ และนำภาพวัตถุที่ถ่ายขึ้นมาใหม่ไปเปรียบเทียบกับภาพวัตถุที่ถ่ายเก็บไว้เป็นภาพต้นแบบ ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความผิดเพี้ยนของวัตถุที่ตรวจพบจะถูกแสดงค่าออกมาเป็นสัดส่วนร้อยละ นอกจากนี้ระบบของการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุแบบ 2 มิติที่ถูกสร้างขึ้นมา ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ได้อีกมากมาย ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำไปใช้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

โครงงานวิจัยนี้เริ่มจากการที่ได้มีบริษัทมาขอคำปรึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดใดที่สามารถตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน (Punch-Die) ได้ จึงได้นำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์พิจารณา พบว่าในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพมาใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม เช่น การนำกระบวนการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบขนาด การวิเคราะห์

รูปทรง หรือการนำไปใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือ แม้กระทั่งตรวจสอบกันขโมย จึงเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวมีความสามารถที่จะนำมาใช้งานได้อย่างหลากหลาย ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพมาพัฒนาให้มีความสามารถในการนำมาใช้ในการตรวจสอบความผิดเพี้ยนทางรูปทรงของวัตถุแบบ 2 มิติ เพราะในการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลภาพ หากใช้สายตาตรวจสอบ อาจมีความละเอียดไม่เพียงพอ และก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นมาได้ จึงได้ทำการออกแบบระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงานของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ (Two Dimension Punch-Die Error Checking System) เพื่อให้ได้เครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริง และใช้ในการเรียนการสอนได้ และเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูก สามารถผลิตขึ้นใช้งานได้ เป็นการประหยัดในการสั่งซื้อเครื่องมือราคาแพงจากต่างประเทศ

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงานของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ เป็นการนำเอาความรู้เรื่อง Machine vision มาประยุกต์ใช้งาน โดยที่ Machine vision เป็นวิธีการที่ทำให้อุปกรณ์ประมวลผลต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital signal processor, DSP) มีความสามารถในการรับรู้ภาพ ซึ่งรวมทั้งการทำให้อุปกรณ์ประมวลผลสามารถตัดสินใจและสั่งงานส่วนต่างๆ ได้จากข้อมูลที่ได้จากภาพ หรือกลุ่มของภาพนั้นๆ จุดมุ่งหมายสูงสุดคือ ทำให้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประมวลผลต่างๆ มีความสามารถให้ได้เทียบเท่ากับระบบการมองเห็นของมนุษย์

ในการทำงานอาศัยกระบวนการแปลงภาพให้เป็นภาพในเชิงดิจิตอล (Image digitization) มีกระบวนการอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การดึงข้อมูลภาพ (Image acquisition) การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง (Image sampling) และการประมาณค่าความเข้มของแสง (Image quantization)

ในกระบวนการประมวลผลภาพมีด้วยกันหลากหลายกระบวนการ กระบวนการเหล่านี้เป็นความรู้ที่สามารถศึกษาได้ในเรื่อง การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital image processing) เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพมาประยุกต์มาประยุกต์ใช้งานกับระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงานของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ โดยมีหลักการตรวจจับขอบของวัตถุที่อยู่ในภาพ (Edge detector), การแยกบริเวณด้านขอบของวัตถุที่อยู่ในภาพ (Edge based segmentation) และการคำนวณหาคุณสมบัติของวัตถุที่อยู่ในภาพ (Feature extraction) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความผิดเพี้ยนของภาพวัตถุชิ้นงานต้นแบบกับภาพวัตถุชิ้นงานที่นำมาทดสอบหาความผิดเพี้ยน

4. รายละเอียดการพัฒนา

แนวทางในการพัฒนา โดยในการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุชิ้นงานในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน (Punch-Die) ของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ หมายถึง ฐานวางวัตถุ กล้องเว็ปแคม และหลอดไฟที่ใช้เพื่อส่องสว่างให้แก่วัตถุ โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนของอินพุตทำหน้าที่ถ่ายภาพเพื่อนำไปสู่กระบวนการประมวลผล และส่วนที่เป็นซอฟแวร์ หมายถึงโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในกระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และการตรวจสอบความผิดเพี้ยนทางรูปทรงของวัตถุในแบบ 2 มิติโดยอัตโนมัติ

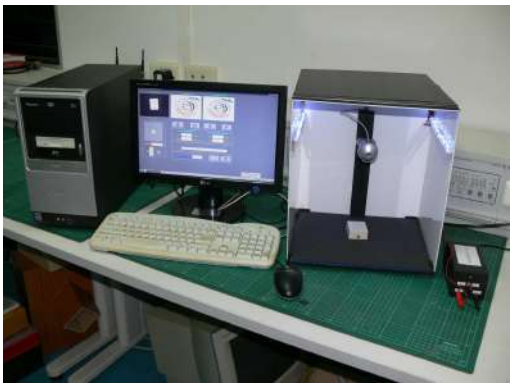
4.1 ภาพรวมของระบบ

รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของระบบ

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

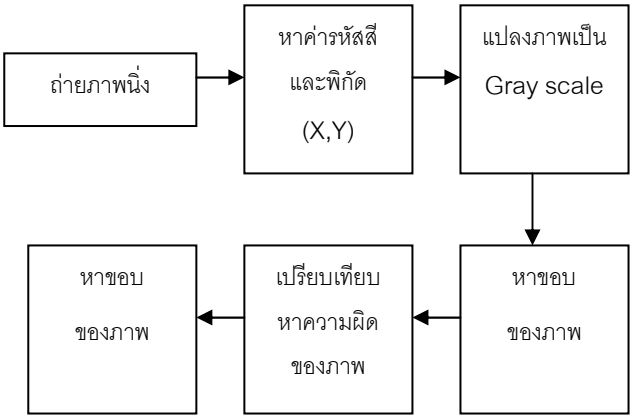
4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ หมายถึง กล้องเว็ปแคม (สำหรับถ่ายภาพวัตถุชิ้นงานต้นแบบ และถ่ายภาพวัตถุชิ้นงานที่จะนำมาเปรียบเทียบ เพื่อหาข้อผิดพลาดของชิ้นงานในระหว่างกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน) , ฐานวางวัตถุ, แขนสำหรับจับกล้องเว็ปแคม และระบบไฟส่องสว่างวัตถุเพื่อถ่ายภาพ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องมือต้นแบบในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์

4.2.2 ส่วนที่เป็นซอฟแวร์ ถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุชิ้นงานต้นแบบ 2 มิติ เนื่องจากซอฟแวร์เป็นส่วนทีทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยทำหน้าที่ถ่ายภาพ วิเคราะห์ภาพ และประมวลผล โดยใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโปรแกรม สามารถแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของส่วนซอฟแวร์ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงหลักการทำงานในส่วนของซอร์ฟแวร์

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

4.3.1 ในการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของชิ้นงาน มีความจำเป็นที่จะต้องนำวัตถุชิ้นงานที่ต้องการทดสอบมาทดสอบกับเครื่องทดสอบต้นแบบ ไม่สามารถทดสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุชิ้นงานได้โดยอัตโนมัติในระหว่างการขึ้นรูปของชิ้นงาน

4.3.2 โดยขึ้นอยู่กับวัตถุชิ้นงานที่นำมาทดสอบ เพราะพื้นผิวของวัตถุชิ้นงานแต่ละประเภทมีความมันวาวไม่เท่ากัน ทำให้มีผลต่อการสะท้อนแสง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการถ่ายภาพวัตถุชิ้นงานต้นแบบ และวัตถุชิ้นงานที่จะนำมาเปรียบเทียบ เพื่อที่จะนำภาพที่ได้ไปทำการประมวลผลและวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาด

5. การทดสอบการใช้งาน

จากการทดสอบ ได้นำวัตถุชิ้นงานต้นแบบทั้งที่เป็นโลหะ และพลาสติก มาทำการทดสอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบ และเพื่อหาเปอร์เซนต์ความผิดเพี้ยนของวัตถุชิ้นงานที่นำมาเปรียบเทียบกับวัตถุชิ้นงานต้นแบบ

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบได้นำวัตถุชิ้นงานต้นแบบที่มีความแตกต่างทางด้านรูปทรง และวัตถุชิ้นงานต้นแบบที่เป็นโลหะและพลาสติกดังรูปที่ 4

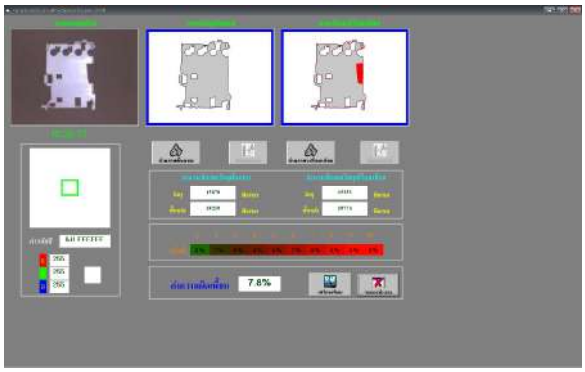
รูปที่ 4 วัตถุชิ้นงานต้นแบบที่นำมาใช้ในการทดสอบ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

5.2.1 โดยการใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบที่เป็นโลหะ ผลจากการทดสอบครั้งที่ 1 ทำการตรวจสอบโดยใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบเดียวกัน เพื่อหาข้อผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 พบว่าค่าผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบอยู่ที่ 2 % และผลการทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบโดยการ

เปรียบเทียบระหว่างวัตถุชิ้นงานต้นแบบที่เป็นโลหะกับวัตถุชิ้นงานที่นำมาเปรียบเทียบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6 พบว่าจะมีค่าผิดเพี้ยนไปจากวัตถุชิ้นงานต้นแบบอยู่ที่ 7.8 %

รูปที่ 5 การเปรียบเทียบครั้งที่ 1 โดยใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบเดียวกัน



รูปที่ 6 เปรียบเทียบครั้งที่ 2 โดยใช้วัตถุชิ้นงานที่ต้องการทดสอบเปรียบเทียบกับชิ้นงานต้นแบบ

5.2.2 โดยการใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบที่เป็นพลาสติก ผลจากการทดสอบครั้งที่ 1 ทำการตรวจสอบโดยใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบเดียวกัน เพื่อหาข้อผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7 พบว่าค่าผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบอยู่ที่ 2 % และผลการทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบโดยการเปรียบเทียบระหว่างวัตถุชิ้นงานต้นแบบที่เป็นโลหะกับวัตถุชิ้นงานที่นำมาเปรียบเทียบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7 พบว่าจะมีค่าผิดเพี้ยนไปจากวัตถุชิ้นงานต้นแบบอยู่ที่ 11.2 %

รูปที่ 7 การเปรียบเทียบครั้งที่ 1 โดยใช้วัตถุชิ้นงานต้นแบบเดียวกัน

รูปที่ 8 เปรียบเทียบครั้งที่ 2 โดยใช้วัตถุชิ้นงานที่ต้องการทดสอบเปรียบเทียบกับชิ้นงานต้นแบบ

6. บทสรุป

ได้เครื่องมือต้นแบบที่ใช้ในการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของวัตถุในกระบวนการกดตัดขึ้นรูปชิ้นงาน (Punch-Die) ของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ ควบคุมการทำงานทั้งระบบและวิเคราะห์ความผิดพลาดผ่านทางเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีการเชื่อมต่อผ่านทาง USB พอร์ต สามารถวิเคราะห์รูปทรงและตรวจสอบความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นทางรูปทรงของวัตถุต้นแบบ 2 มิติ โดยไม่จำกัดรูปแบบ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งวัตถุชิ้นงานประเภทพลาสติก และโลหะ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบไม่เกิน 2 % ในการเปรียบเทียบแต่ละครั้งจะทำการประมวลผลภาพและวิเคราะห์จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดระหว่างวัตถุชิ้นงานต้นแบบ และวัตถุชิ้นงานที่นำมาหาค่าความผิดเพี้ยนในระหว่างกระบวนการกดตัดขึ้นรูปของชิ้นงาน โดยขึ้นอยู่กับวัตถุที่นำมาทดสอบ เพราะพื้นผิวของวัสดุแต่ละประเภทมีความมันวาวไม่

เท่ากัน ทำให้มีผลต่อการสะท้อนแสง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการถ่ายภาพวัตถุชิ้นงานต้นแบบ และวัตถุชิ้นงานที่จะนำมาเปรียบเทียบ เพื่อที่จะนำภาพที่ได้ไปทำการประมวลผลและวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาด

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

จากปัญหาที่เกิดจากการสะท้อนแสงจากพื้นผิวของวัสดุแต่ละประเภทไม่เท่ากัน ทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือต้นแบบไม่เกิน 2 % สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ทางซอฟแวร์ โดยจะต้องทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำการจัดสภาพแวดล้อม (Scene constraint) ให้ดี โดยให้โปรแกรมมีความสามารถในการปรับค่าความมืด-ความสว่าง ค่าฮีสโตแกรมของภาพ เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้จะประสบผลสำเร็จมิได้ หากไม่ได้รับความสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และกำลังใจเป็นอย่างดี

และที่สำคัญที่สุด ข้าพเจ้าขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่ให้การส่งเสริม และสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ด้วยดีตลอดมา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] เกริกพงษ์ เกียรติพานิชกิจ. **เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์**. ฉบับที่ 294 : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) : 2550.

[2] ฉัททวุฒิ พืชผล พิชิต สันติกุลานนท์ และพร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. **คู่มือเรียน** Visual Basic 6. กรุงเทพฯ : บริษัท โปรวิชั่นจำกัด: 2547

[3] ชัยวัฒน์ ทวีจันทร์. Advanced Visual Basic **ควบคุมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด: 2551

[4] วิทูรย์ คงผล. **เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์**. ฉบับที่ 297 : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : 2550

[5] สิทธิโชค ยอดระยับ. Hobby electronics. ฉบับที่ 164 : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : 2551

[6] Image processing. http://www.Thaidev.com

[7] การเขียนโปรแกรมติดต่อกล้องวีดิโอ webcam ด้วย VB.Net. http://www.thaiio.com

[8] เปรียบเทียบรูปภาพโดยการเปรียบเทียบจุดสี, http://www.thaiio.com

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

Digital Signature Extension to Authenticate Mail Receivers

Somnuk Puangpronpitag and Wilailak Kaprasit

Faculty of Informatics, Mahasarakham University

E-mail: {somnuk.p, ka.wilailak}@msu.ac.th

Abstract - Digital signature is a very useful technique to authenticate sender and content of an e-mail. We have pointed out (in our previous work) that receiver authentication cannot be supported by the traditional digital signature software. Yet, in some cases, the receiver authentication is very crucial for a non-repudiation purpose. This paper proposes an extended module for digital signature by adding Receiver Authenticity Tag (RAT) for receivers, who are sent to, cc and bcc. In addition, this work has modified Gnu Privacy Guard (GPG) software as a prototyped program to demonstrate an effectiveness of the extended design.

Keywords: Digital Signature Extension, Receiver Authentication, Mail Security, Non-repudiation

I. INTRODUCTION

Digital signature is a technique to authenticate e-mails. It is very useful to ensure the authenticity of sender and content of an e-mail. Quite a few programs (such as Gnu Privacy Guard (GnuPG) [4], Pretty Good Privacy (PGP) [6]) can help sign and verify e-mails using digital signature. Several people believe that using digital signature can also enforce "non-repudiation". So, senders cannot reject the responsibilities to the e-mails that they have sent with their digital signature.

However, our previous work in [5] have pointed out several situations that the digital signature may not be helpful for non-repudiation. The key problem is that the traditional digital signature can not authenticate receivers. The digital signature can only confirm sender and content authenticity. As a result, in this paper, we propose a new design of Receiver Authenticity Tag (RAT) as an extension to the traditional digital signature. This design covers all receivers from three fields (To, Cc and Bcc). We have also implemented a prototyped program according to our design. Moreover, several experiments have done to test and compare our program with the traditional digital signature programs (such as PGP, GPG). The results show that our design and program outperform the old design of digital signature. They can solve the problem of fake receivers. By integrating our extension into digital signature software, it would enhance mail authentication efficiently.

The remainder of this paper is organized as follows. We begin in Section II by discussion of background and related work. In Section III, we describe the rationale of our new design. The framework and algorithms of the new design are proposed in Section IV. Section V shows the experimental results in testing our new design. In Section VI, we conclude and discuss the future work.

II. BACKGROUND AND RELATED WORK

A. *Digital Signature and Mail Authentication*

Digital signature is a well-known technique to authenticate mail. It is firstly proposed in [1]. To create a digital signature, a variable-length message is first hashed using a message digesting algorithm to be a fixed-size output. The output is then encrypted using the sender's private key to generate the digital signature tag. After that, the signature tag is appended to the message. This digital signature can only be created by the owner of the private key, but can be verified by anyone. To verify the signature, it is decrypted using the sender's public key and compared with the hash of the received message. If they match, then the message and the sender are authentic. A lot of people understand that sender and content authentication of mail would be enough to non-repudiation purpose. However, we point out a case (in section III) that may need an extension of digital signature to authenticate also receivers.

B. *OpenPGP and GPG*

OpenPGP [2] is an IETF specification (in RFC 2440) for a standard, completely open PGP. It uses a combination of strong asymmetric and symmetric cryptographies for electronic communications and data storage. It provides authentication and confidentiality services for e-mail and file storage applications.

GnuPG or GPG [4] is open-source software according to OpenPGP format. It is used to sign and verify digital signature. In this work, we modify GPG in order to support our extension module of the standard OpenPGP digital signature.

C. *Receiver Authentication Problems*

In [5], we have pointed out that receiver authenticity is a crucial thing that missing from the digital signature design. Without the receiver

authenticity, non-repudiation may not be able to be enforced. The detailed experiment can be found in [5]. We have also proposed an initial design to fix the digital signature system using Receiver Authenticity Tag (RAT). However, the design covered only receivers in fields "To" and "Cc" (not bcc). In this paper, we propose a new design with better details. The new design also covers an authentication mechanism for receivers who are "Bcc".

III. Rationales of the New Design

An e-mail can be forged even with a digital signature.

Jack has received an e-mail with a digital signature from Wilailak. Due to the digital signature attached at the end of mail, he can verify that the e-mail is sent from Wilailak, and the content is exactly what Wilailak sent. Several people think that Wilailak would not be able to non-repudiate the responsibilities to this e-mail.

However, we argue that the non-repudiation by such as a digital signature may not be claimed in some cases. For example, Jack can forge an e-mail with exactly the same content and then send to Somnuk.

As shown in Figure 2, steps to forge the e-mail are as follows:

1. Open a command shell.
   Start | Run cmd
2. Telnet to the mail server on port 25.
   C:> telnet mail.msu.ac.th 25
3. We have to identify by saying HELO.
   HELO
4. Enter the spoofed sender and the recipient of the e-mail.
   MAIL FROM: ka.wilailak@msu.ac.th
   RCPT TO: somnuk.p@msu.ac.th
5. Use the DATA command to send the message.
   Subject: Credit Card

After that, copy and paste the message and digital signature tag from Wilailak into the content.

6. Enter a period on a separate line to send the email and "QUIT" to terminate telnet.
   QUIT

The above is only an example of forging mail. Whether or not we can forge e-mail in any mail system, it is actually up to how secure mail server has been setup.

After that, Somnuk tries to check an e-mail, as shown in Figure 1. He finds that an e-mail in Figure 1 has been sent by Wilailak. Especially, after verifiying the digital signature using PGPfreeware 8.0.3, the e-mail is verified as a good mail (as shown in Figure 3). So, he misunderstand that Wilailak has sent him the forged e-mail.

This case has shown that the digital signature can only authenticate the sender and the contents of an e-mail but not the receiver. In several cases as discussed in [5], the contents may not need to be modified and mail forgery can still be effective to trick Somnuk (the victim in this case). The digital signature would not be able to protect this problem. Moreover, due to the lack of receiver authentication, Wilailak (the sender) would be able to repudiate of sending any e-mail to any receivers (even having signed her digital signature on the e-mail). So, the digital signature would not be a valid proof of receiving any mail from any one. Hence, in this paper, we design an extension of the digital signature in order to authenticate receiver.

Figure 1. A forged e-mail

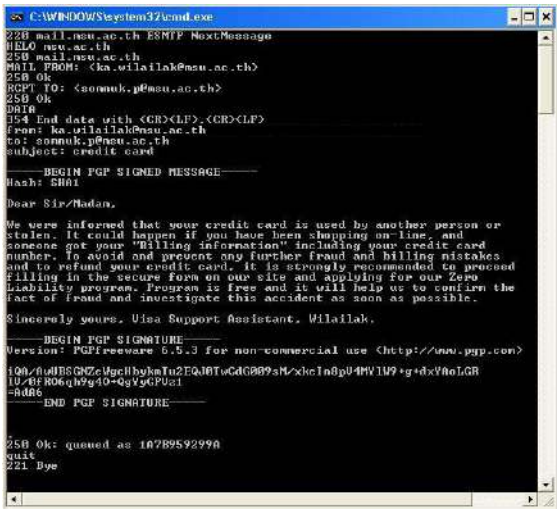


Figure 2. Forge an e-mail

Figure 3. Verify e-mail by PGPfreeware 8.0.3

IV. Framework and Algorithms

The solution is adding "Receiver Authenticity Tag (RAT)" into traditional digital signature concept. In this work, we extend our initial design, proposed in

[5] by separate RAT into two parts. One is for receivers, who are "To" or "Cc". The other one is for receivers who are "Bcc".

To and Cc: As shown in Figure 4, the "To" or "Cc" RAT is created by converting an e-mail address into all capital characters, then hashing it using the MD5 algorithm [7], finally converting it into 20 decimal RAT.

Bcc: The "Bcc" RAT must be created with a more complex technique. As "blind" carbon copy, it is needed to ensure that the "Bcc" receivers are not revealed due to our RAT. Yet, the design would allow receivers to authenticate themselves as validated receivers.

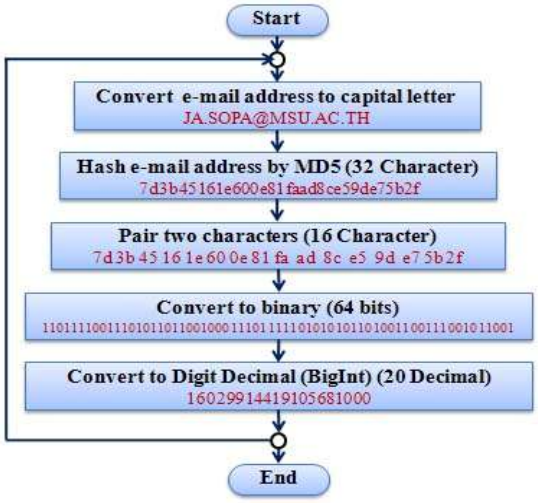


Figure 4. To and Cc RAT

As shown in Figure 5, the steps to create Bcc RAT are as follows: (1) converting an Bcc e-mail into all capital characters (2) hashing it by MD5 (3) converting the results into 20 decimals (4) encrypting it by Advanced Encryption Standard (AES) [3] using a random session key (5) converting session key to decimals and encrypting the session key by public key of the Bcc receiver (6) concatenating the results of the 4th and the 5th steps to be a RAT.

An Extension of Digital Signature: After getting RAT from the previous steps, the steps of generating digital signature are modified as shown in Figure 6. The key extension step is adding RAT into the message before processing other digital signature steps.

The verifying steps of digital signature are modified by adding RAT verification process before the old first step. For verifying RAT in cases of "To" and "Cc", the receiver e-mail address is hashed and converted into 10 decimals; then searched out from the RAT to ensure receiver authenticity. In case of "Bcc", the Bcc RAT must be decrypted using private key of the receiver before verifying RAT. The other steps of digital signature verification after that are kept the same one.

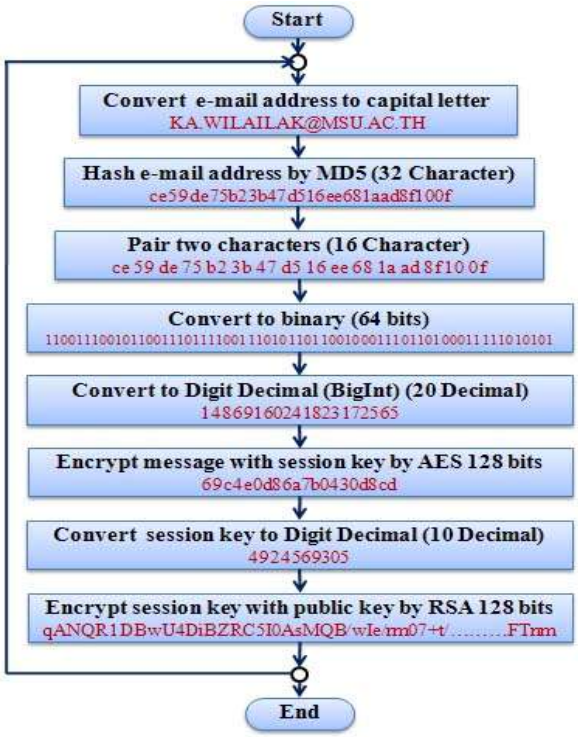


Figure 5. Bcc RAT

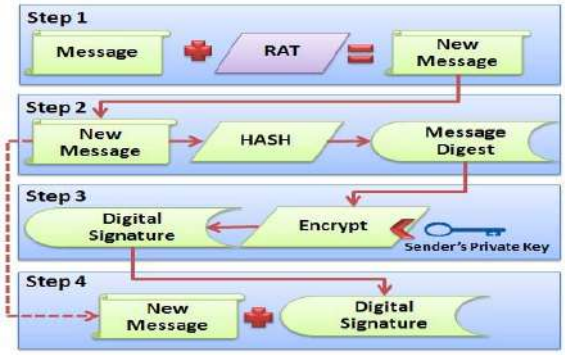


Figure 6. Digital signature with RAT

V. Experimental Results

In order to experiment on our new design, we have modified GPG software and implemented prototyped software with GUI (shown in Figure 7-10) using JAVA. Our new digital signature supported software is called ISAN-RAT-OpenPGP version 1.1.

While the prototyped software is OpenPGP compatible, it includes a RAT extension to the traditional digital signature software. We then experiment to test whether we can protect the problem in Section III by using our software. We also compare our software with PGP software. The results are summarized in Table 1.

As shown in Figures 7 and 8, when we test the software in cases of genuine and bogus receivers, the results are shown that our software can verify not only the sender and the content authenticities, but also the receiver authenticity.

Table 1 Digital Signature provided by PGP freeware VS. Digital Signature with RAT

	Digital Signature by PGP	Digital Signature with RAT
Sender authentication	✓	✓
Content authentication	✓	✓
Receiver authentication	x	✓

Figure 7. Authentic Receiver Verification

Figure 8. Fake Receiver Detection

VI. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

To summarize, this work has point out the problem of receiver authentication in e-mail system with a digital signature. Hence, an extension of the digital signature has been proposed to authenticate mail receivers (including To, Cc, Bcc receivers). A program has been implemented according to our new design using an open-source GnuPG and JAVA language. After experimenting on the software in comparison with PGPfreeware, the results demonstrate that our design and program outperform the old digital signature software in terms of receiver authentication. In the future, we plan to distribute this software to public in order to receive feedbacks from the number of real users.

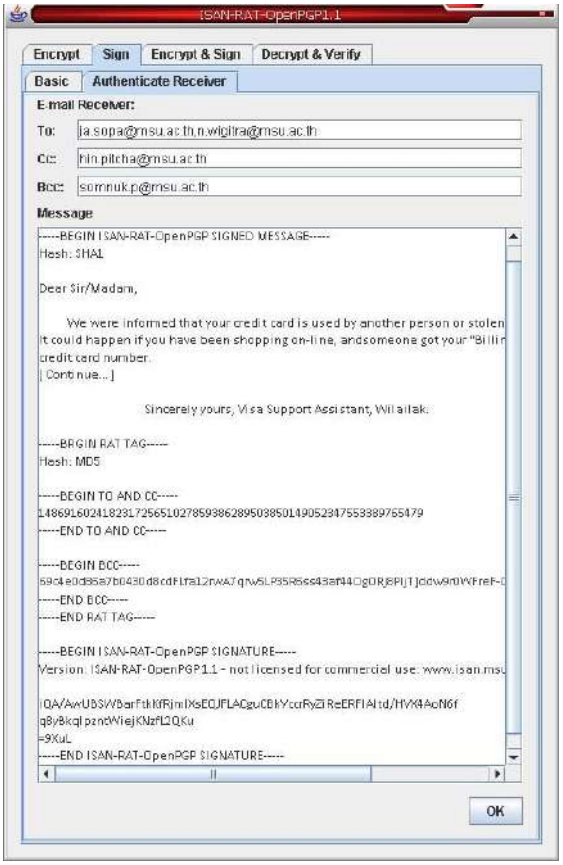


Figure 9. ISAN-RAT-OpenPGP 1.1

VII. REFERENCES

[1] R. Rivest, A. Shamir, and L. Adleman, "A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems", ACM Communication, vol. 2, No. 2, pp. 120-126, February 1978.

[2] J. Callas, L. Donnerhacke, H. Finney, and R. Thayer, "OpenPGP message format", IETF, RFC-2440 November 1998.

[3] J. Schaad, "Advanced Encryption Standard (AES)", http://www.ietf.org/rfc /rfc3565.txt.

[4] GnuPG, "The GNU Privacy Guard", http://gnupg.org/.

[5] W. Kaprasit and S. Puangpronpitag, Enhancing Mail Security using a Receiver Authentication Technique, In Proceedings of the National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC), pp. 398-405, Cholburi, Thailand, November 2008.

[6] PGP, "Pretty Good Privacy", http://pgp.com/.

[7] R.Rivest, "The MD5 Message Digest Algorithm", IETF, RFC 1321, April 1992.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

ส่วนต่อยอดแม่แบบและเนื้อหาของ Joomla

มนพัทธ์ ลิ้มรัตนศิลป์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
natorz1_2@hotmail.com

วรดนย์ รัตตนิศาน์กุล
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
nervproject@hotmail.com

สุขุมาล กิติสิน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fscismi@ku.ac.th

บทคัดย่อ

Web 2.0 เป็นเทคโนโลยีที่มีขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในโลกอินเทอร์เน็ตยุคปัจจุบัน โดยมีการพัฒนาหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกันเป็นสังคมออนไลน์ ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะทำการเขียน Blog แชร์รูป โพสต์ความเห็นลงในท้ายข่าว หาแหล่งข้อมูลด้วย RSS เพื่อ Feed มาอ่านที่หน้าจอ ซึ่งเว็บ 2.0 นี้เข้ามามีบทบาทมากในโลกอินเตอร์เนตในปัจจุบัน เพราะผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลของเว็บไซต์ได้ด้วยตนเองผ่านระบบการจัดการเนื้อหา (Content Management System) ซึ่งไม่ต้องพึ่งพา Webmaster เหมือนแต่ก่อน Joomla เป็น Web 2.0 ตัวหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตัวหนึ่งของโลก เนื่องจากความสวยงาม ยืดหยุ่น และมีโปรแกรมเสริม (Extensions) ออกมารองรับเป็นจำนวนมาก แต่ถึงกระนั้น การแก้ไข Template ของ Joomla ยังเป็นไปได้ยาก เนื่องจากลักษณะการทำงานของ Joomla จะเป็นการแก้ไขและปรับแต่งโดยผ่านทางหน้าเว็บไซต์ จึงไม่สามารถแก้ไขหน้าตาของเว็บไซต์ได้โดยตรง ในการแก้ไขต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านภาษา HTML และ CSS หรือความรู้ทางด้าน Template นอกจากนี้รูปแบบโครงสร้างของเนื้อหาที่นำเสนอหรือมีให้ดาวน์โหลดทั่วไปในปัจจุบันยังไม่ยืดหยุ่น สวยงาม และตรงตามความต้องการในการใช้งานเท่าที่ควร ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อลดขีดจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาเว็บไซต์อย่างสูงสุด

Abstract

Web 2.0 has been developed to make the internet users' lives more convenient. It has been developed in many ways such as improving the means for data transfers and sharing data which brings about social networks. Users can create their own Blogs , share their photographs, post comments, tag items, search for desired information using RSS and can feed articles for reading. With Web 2.0, users can arrange their websites using "Content Management System" which can be done easily by themselves.

Joomla is one of the most popular CMS tools. It is because of its beauty, elasticity and plenty extension supports. Yet, creating Joomla templates and editing them are still a difficult job. It has to be managed via the administrative website so the users cannot edit the template directly. To change the template, they have to understand the basic HTML, CSS and related PHP codes. Therefore, we manage to develop the template and content layout editor extension to improve the Joomla's flexibility and ability resulting in efficiency for website developments.

คำสำคัญ

แม่แบบ ,ระบบจัดการเนื้อหา ,เครื่องมือ

1. บทนำ

การสร้างเว็บไซต์ในปัจจุบันมีการนำระบบบริหารจัดการเว็บไซต์มาช่วยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งระบบเหล่านี้สะดวกแก่ผู้ใช้ในการสร้างเว็บไซต์เป็นอย่างมาก Joomla เป็นระบบบริหารจัดการเว็บไซต์(หรือที่เรียกว่า Content Management System หรือ CMS)ที่เป็นที่นิยมมากที่สุดระบบหนึ่งเนื่องจาก Joomla นั้นเป็นระบบที่ใช้งานง่าย มีความปลอดภัยสูง รองรับโปรแกรมเสริม(Extensions) จากภายนอก และมีการจัดหมวดหมู่ของเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ แต่สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการสร้างเว็บไซต์ โดยส่วนใหญ่แล้วจะคำนึงถึงความสวยงามของเว็บไซต์มากกว่าประสิทธิภาพของการจัดการระบบ ในส่วนของการสร้างและแก้ไขแม่แบบ(Template) ของ Joomla จะสามารถแก้ไขให้ออกมาได้อย่างสวยงามนั้นผู้ที่ทำการแก้ไขต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เรื่องของภาษา HTML และ CSS ด้วยพอสมควรซึ่งถ้าผู้ใช้งานมีความรู้ที่ไม่มากเพียงพอ ก็ไม่สามารถแก้ไขในส่วนนี้ได้

ดังนั้นเราจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการเรื่องการสร้างแม่แบบ(Template) ที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องของภาษา HTML และ CSS ให้สามารถแก้ไขเวบไซต์ของเราให้สวยได้และสามารถเลือกรูปแบบการจัดหน้าเวบไซต์ได้อย่างอิสระโดยมีการเชื่อมต่อข้อมูล(Content) และการจัดการต่างๆของ Joomla นอกจากนี้ระบบยังสามารถรองรับการจัดการการแสดงรูปแบบของเนื้อหาให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย

โครงงานชิ้นนี้พัฒนาขึ้นโดยนำเอาจุดที่น่าพัฒนาของระบบ Joomla มาใช้เพื่อการพัฒนาระบบบริหารจัดการเว็บไซต์ให้ดียิ่งขึ้นและมีความยืดหยุ่นแก่ผู้ใช้งานมากที่สุด โดยเพิ่มส่วน Template Editor เพื่อช่วยให้การสร้างแม่แบบของเว็บไซต์ทำได้ง่ายขึ้นและเพิ่มแนวทางในการเลือกการแสดงผลในส่วนของเนื้อหาให้มีความยืดหยุ่นที่สามารถแก้ไขได้ และต้องการรองรับผู้ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง อีกทั้งเปิดโอกาสให้ผู้สนใจโครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

Web 2.0 เป็นเทคโนโลยีที่มีขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในโลกอินเทอร์เน็ตยุคปัจจุบัน โดยมีการพัฒนาหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกันเป็นสังคมออนไลน์ ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะทำการเขียน Blog แชร์รูป ร่วมเรียน Wiki โพสต์ความเห็นลงในท้ายข่าว หาแหล่งข้อมูลด้วย RSS เพื่อ Feed มาอ่านที่หน้าจอ และกูเกิ้ล ซึ่งเว็บ 2.0 ส่วนหนึ่งผู้ใช้จะเป็นผู้ร่วมสร้างเนื้อหาและประสบการณ์ใหม่ในการใช้งานและทำให้ผู้ใช้รู้จักแนวคิดของ Blog เพื่อที่จะนำมาพัฒนาการแบ่งปันความรู้ในองค์กรได้เป็นอย่างดี เข้ามามีบทบาทมากในโลกอินเตอร์เนตในปัจจุบัน เพราะผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลของเว็บไซต์ได้ด้วยตนเองผ่านระบบการจัดการเนื้อหา (Content Management System) ซึ่งไม่ต้องพึ่งพา Webmaster เหมือนแต่ก่อน Joomla เป็น Web 2.0 ตัวหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตัวหนึ่งของโลก เนื่องจากความสวยงาม ยืดหยุ่น และมีโปรแกรมเสริม (Extensions) ออกมารองรับเป็นจำนวนมาก แต่ถึงกระนั้น การแก้ไข Template ของ Joomla ยังเป็นไปได้ยาก เนื่องจากลักษณะการทำงานของ Joomla จะเป็นการแก้ไขและปรับแต่งโดยผ่านทางหน้าเว็บไซต์ จึงไม่สามารถแก้ไขหน้าตาของเว็บไซต์ได้โดยตรง ในการแก้ไขต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านภาษา HTML และ CSS หรือความรู้ทางด้าน Template นอกจากนี้รูปแบบโครงสร้างของเนื้อหาที่นำเสนอหรือมีให้ดาวน์โหลดทั่วไปในปัจจุบันยังไม่ยืดหยุ่น สวยงาม และตรงตามความต้องการในการใช้งานเท่าที่ควร ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อลดขีดจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาเว็บไซต์อย่างสูงสุด

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Joomla เป็น Open Source ของระบบการจัดการเนื้อหา(Content Management System หรือ CMS) ที่นิยมและแพร่หลาย โครงงานนี้มุ่งเน้นการนำจุดเด่นของระบบมาใช้และพยายามแก้ไขในจุดที่ผู้ใช้ใช้งานลำบากโดยหาวิธีที่ผู้ใช้จะใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาข้อมูลในระดับต้นของทั้ง 2 ระบบแล้วลองสรุปได้ว่า

จุดเด่น ของ Joomla คือ เป็นระบบ CMS(Content Management System) ที่สมบูรณ์มากและได้รับความนิยมเป็นอันดับ 1 [1] มีความยืดหยุ่นสูงในเรื่องของการวางตำแหน่ง Content และ Module ต่างๆ มีความปลอดภัยดี เยี่ยมและ รองรับ Extensions จากภายนอกและทั้งยังมี Extensions รองรับมาก ลักษณะของ Content มีการจัดหมวดหมู่ทำให้แยกเรื่องได้ง่าย สามารถแก้ไขแบบ HTML โหมดได้

สิ่งที่น่าพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ของ Joomla คือ

- Layout ของ Content ไม่ยืดหยุ่นไปตามขนาด Size ของหน้าเว็บเพจทำให้ดูข้อมูลลำบาก
- Template แก้ไขยากต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เรื่อง Code ของ HTML และ Graphic ถึงจะแก้ไขได้อย่างสวยงาม

ข้อมูลเบื้องต้นที่เราได้ศึกษามานี้ ได้เป็นแนวทางทำให้เราทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งานและทราบถึง ระบบ

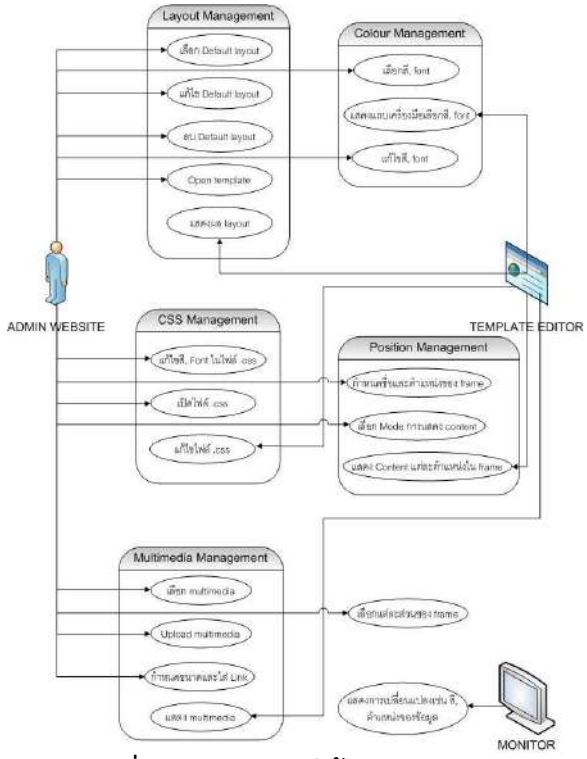
ว่ายังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ในส่วนใดบ้าง เราจึงคิดที่จะพัฒนาสร้างเครื่องมือ Template Editor เพิ่มเข้ามาช่วยผู้ใช้และเพิ่มทางเลือกการแสดงผลเนื้อหาที่หลากหลาย

4. รายละเอียดการพัฒนา

ผู้พัฒนาต้องการพัฒนาให้ระบบการจัดการเนื้อหา (Content Management System) มีความสมบูรณ์และยืดหยุ่นมากที่สุด อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ง่ายเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน โดยเพิ่มส่วนของการจัดการ Template

4.1 ภาพรวมของระบบ

การใช้งานโปรแกรม Template Editor (Use Case Diagram) จะเป็นมุมมองการใช้ของ Administrator ผู้ที่เป็นคนจัดการเกี่ยวกับเนื้อหาของ Website และ Template ต่างๆ ของ Joomla



รูปที่ 1 แผนภาพการใช้งานระบบ

Use-Case Name	Use-case description
Open Template	User ทำการเปิด Template ที่มีการสร้างไว้อยู่แล้ว โดยโปรแกรมจะทำการอ่านไฟล์ Template นั้นแล้ว Generate ออกมาเป็นรูปแบบ Layout
แสดงผล Layout	ตัวโปรแกรมทำการแสดงผล Layout ที่ User ทำการเลือก และแสดงผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนรูปแบบ Layout, การแก้ไข Layout, การลบ Layout และการเปิดไฟล์ Template
เลือก สี, Font	User เลือกสีหรือรูปแบบตัวอักษรที่ต้องการ โดยจะทำการเลือกได้เมื่อ User ได้เลือก Frame หนึ่งในหน้า Layout เช่น เลือก Frame ด้านบนสุดของ Layout แล้วทำการเปลี่ยนสีพื้นหลัง
แก้ไข สี, Font	User เปลี่ยนแปลงสีหรือรูปแบบตัวอักษร โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อ User เลือก Frame หนึ่งในหน้า Layout
แสดงแถบเครื่องมือเลือก สี, Font	โปรแกรมทำการ Generate แถบเครื่องมือให้ User ได้เลือกสีและรูปแบบตัวอักษร โดยจะ Generate เมื่อ User ทำการเลือก Frame หนึ่งในหน้า Layout

Open Style Sheet	มีการเปิดไฟล์ นามสกุล CSS จากภายนอกเข้ามายังโปรแกรม โดย User สามารถเลือกไฟล์ได้ว่าต้องการไฟล์ นามสกุล CSS ชื่ออะไร ซึ่งจะมีผลกับระบบ Color และระบบ Multimedia ที่เกี่ยวกับ Image ในการแสดงผล
แก้ไข Style Sheet	User แก้ไขไฟล์ นามสกุล CSS เช่น แก้ Code สีตรงส่วนของ Body เมื่อมีการแก้ไขแล้วจะส่งผลให้กับการแสดงผลหน้าของ Template ให้มีการเปลี่ยนแปลงตามที่ User แก้ไข
แก้ไขไฟล์ นามสกุล CSS	เมื่อ User มีการเลือกหรือแก้ไข สี, ตัวอักษรลงใน Frame ต่างๆของ Layout โปรแกรมจะทำการเขียนลงไฟล์ นามสกุล CSS ว่าตรงส่วนใดมีรูปแบบตัวอักษรเป็นอย่างไรและสีใด และถ้า User มีการเปิดไฟล์ นามสกุล CSS ขึ้นมาตัวโปรแกรมจะทำการ Generate Code ในไฟล์แล้วนำมาแสดงผลบนหน้าของ Layout
เลือก Mode การแสดง Content	User ทำการเลือกการแสดงผล Content ในแต่ละส่วนของ Frame เช่น ต้องการให้ Frame ส่วนด้านล่างหรือ Footer แสดงผลเป็นแบบ Component, Wrapper , Module ตามที่มีใน Content ของ Joomla
แสดง Content แต่ละตำแหน่งใน Frame	เมื่อ User มีการเลือก Frame และกำหนดชื่อหรือกำหนด Mode ในการแสดงผล Content โปรแกรมจะทำการติดต่อกับระบบของ CSS ในการบอกชื่อของ Frame และตัวระบบของ Joomla ในการขอข้อมูลของ Content ที่ User เลือกให้แสดงผลตรงส่วนนั้นของ Frame

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

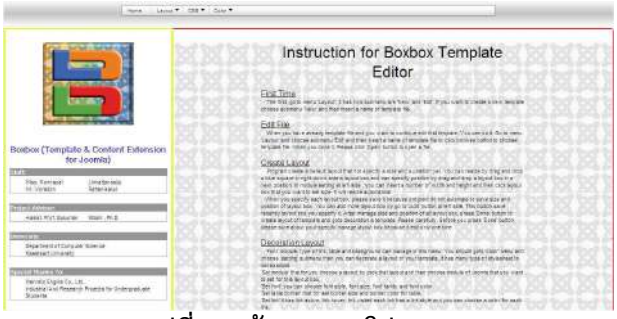
ในการพัฒนาโปรแกรมทางกลุ่มผู้พัฒนาได้ร่วมกันออกแบบระบบโดยพิจารณาถึงการทำงานของโปรแกรม ซึ่งได้ออกแบบ เมนูที่จำเป็นสำหรับการทำเว็บไซต์ซึ่งทางเราได้ทำออกมาเป็นเมนูดังนี้

1. Color Management ในส่วนนี้จะเป็นการแก้ไข Background ว่าจะให้ใช้เป็นรูปหรือว่าเป็นสีตามที่เรากำหนด ในส่วนของ Font นั้นจะสามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้เป็น Font อะไร ขนาดเท่าไหร่ สีอะไรรูปแบบเป็นอย่างไร และรวมไปถึงพวกตารางต่างๆ เราสามารถเลือกได้ว่า จะให้ขนาดของความหนาตารางเป็นเท่าไหร่และเป็นสีอะไร

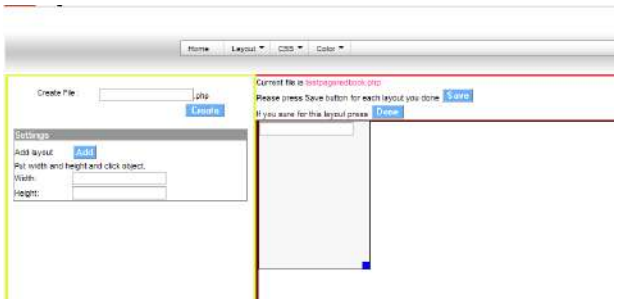
2. CSS Management เป็นการแก้ไข Code ในส่วนของไฟล์ นามสกุล CSS ซึ่งเป็นผลมาจากการแก้ไขเกี่ยวกับพวก Font,สี,รูปแบบตารางเป็นต้น

5. การทดสอบการใช้งาน

โปรแกรมที่เราขึ้นมาสามารถที่จะใช้ในการสร้าง แก้ไข และ ตกแต่ง Layout ที่ผู้ใช้ต้องการได้ โดยการตกแต่งต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการ ซึ่งทางโปรแกรมได้ทำไว้รองรับ ซึ่งผลของการจัดตกแต่งหน้าตาของ Layout อาจจะผิดเพี้ยนไปบ้างก็ขึ้นอยู่กับการใช้งานของ User แต่โดยรวมถือว่า ราบรื่นไม่มีปัญหาเท่าใดนัก ความสวยงามอาจจะขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ใช้งานด้วย



รูปที่ 2 หน้าแรกของโปรแกรม



รูปที่ 3 หน้าการออกแบบ Layout

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การพัฒนาระบบ Template Editor นี้ปัญหาแรกที่ผู้พัฒนาประสบคือ ปัญหาด้านการศึกษาภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมใช้ภาษา Javascript ซึ่งเป็นภาษา Script ที่แจ้งเตือนข้อผิดพลาด (Debug) ไม่ค่อยดีนักทำให้การพัฒนาทำได้ช้า ดังนั้นผู้พัฒนาจึงค่อนข้างใช้เวลานานในการศึกษาภาษา Script นี้

รูปที่ 4 ตัวอย่าง Template ที่สร้างโดยโปรแกรม

ปัญหาที่สองคือปัญหาในด้านการวางระบบการทำงานของโปรแกรม เนื่องมาจากจุดประสงค์ที่ผู้พัฒนาได้วางไว้คือ พัฒนาระบบ Boxbox Template Editor นี้ให้แก่ผู้ใช้ได้ใช้งานง่ายที่สุด จึงมีการร้อวางแผนระบบการทำงานของตัวโปรแกรมบ่อย เพื่อทำให้โปรแกรมออกมาใช้งานได้ง่ายที่สุด ให้มีฟังก์ชั่นการทำงานที่สมบูรณ์ที่ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดตกแต่งรูปแบบหน้าตาเว็บไซต์ได้ตามต้องการ แต่กระนั้นผู้พัฒนาได้ร่วมกันคิดหาทางแก้ไขและหาทางออกได้สำเร็จ

6. บทสรุป

Web 2.0 เป็นเทคโนโลยีที่มีขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในโลกอินเทอร์เน็ตยุคปัจจุบัน Joomla เป็นระบบการจัดการเนื้อหาที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้งานง่าย มีความปลอดภัยสูงและมีส่วนเสริม (Extensions) ให้ผู้ใช้งานเลือกดาวน์โหลดได้หลากหลาย แต่ในเรื่องของการออกแบบรูปแบบเว็บไซต์ ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ในด้านภาษา HTML และการเขียน CSS

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนา Template Editor ขึ้นเพื่อช่วยให้การออกแบบรูปแบบของเว็บไซต์ทำได้โดยง่าย ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบเว็บไซต์ได้ตามต้องการ ทั้งการเลือกวาง Layout กำหนดสีและรูปแบบของตัวอักษร รวมไปถึงสามารถแก้ไข CSS เองได้ตามต้องการ ระบบ Template Editor นี้ใช้ได้กับ Web Browser ของ IE(Internet Explorer) เพราะ Web Browser ที่ผู้พัฒนาทำการทดสอบระบบคือ IE และภาษาที่ใช้ส่วนใหญ่ของระบบคือ Javascript ดังนั้นผู้ใช้ควรแน่ใจว่าได้กำหนดให้ Web Browser ของผู้ใช้ยอมให้ Javascript ทำงานหรือไม่

Template Editor นี้เป็น Open Source ที่ให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ โดยอาจเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานด้านเก็บประวัติในการวางรูปแบบ Layout ให้สามารถย้อนกลับได้ เป็นต้น

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาระบบ Boxbox Template Editor เพื่อต่อยอดนั้น แนวทางในการพัฒนาต่อคือการพัฒนาด้าน เพิ่มฟังก์ชั่นการใช้งานหลายอย่างแก่ผู้ใช้ ฟังก์ชั่นที่จำเป็นต่อในอนาคตคือ ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการเพิ่ม Flash, Video และไฟล์เพลง ลงในเว็บไซต์ เพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้ที่ใช้ในอนาคต

ไม่เพียงแต่พัฒนาต่อจากระบบเก่าเดิมแล้ว แต่ถ้าต้องการนำระบบ Template Editor นี้ดูเป็นแนวทางแล้วพัฒนาเป็น Application ที่ดีได้เทียบเท่ากับ Macromedia หรือพัฒนาฟังก์ชั่นเสริมของ Macromedia ให้สามารถเชื่อมการทำงานกับระบบ Joomla ได้ ซึ่งสามารถนำไฟล์ที่สร้างจาก Macromedia นำไปใช้กับ Joomla ได้จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างยิ่ง

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์อัครวุฒิ ตำราเรียง และทีมงาน บริษัท มาร์เวลิค เอ็นจิ้น จำกัด ที่สละเวลาให้คำปรึกษาและข้อมูลประกอบการทำงาน ขอบคุณโครงการ IRPUS (Industrial and Research Projects for Undergraduate Students) ที่ให้ทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุนโครงงาน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Joomla! Accessibility Statement; [update Friday, 01 June 2007] Available at URL: http://joomla.org

[2] http://www.packtpub.com/open-source-cms-award-previous-winners

[3] นายวิทยา วรีฤทธ; [update 2007]; [2 Chapter] Available at URL: http://www.devilloei.com/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=1

[4] สงวนลิขสิทธิ์ © 2546-2550 โดย dwthai.com; [update 2007]; [2 Chapter] Available at URL: http://www.dwthai.com/Basic/builtemplate.htm

[5] Nectec's Web based Learning; [18 June 2007] Available at URL: http://www.nectec.or.th/courseware/internet/javascipt/index.html

[6] แหล่งความรู้เพื่อพัฒนาเวบไทย; [18 June 2007] Available at URL: http://realdev.truehits.net/javascript/charpter1.php

[7] เริ่มต้น-จบ Style Sheet; [18 June 2007] Available at URL : http://www.pyayam.com/css/101.php

[8] Yahoo! User Interface; [updated 2008] Available at URL: http://developer.yahoo.com/yui/

[9] W3Schools Online Web Tutials; [update 2008] Available at URL: http://www.w3schools.com/

[10] สมศักดิ์ โชคชัยชุติกุล. อินไซท์ PHP 5. กรุงเทพฯ: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด, 2547.

[11] Hagen Graf. Building Websites with Joomla!. UK: Packt Publishing Ltd., 2006.

[12] ประเวศน์ วงษ์คำชัย, พรพร หมุนสนิท, กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, บรรณาธิการ. ใช้งาน CSS แบบมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: เคที พี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2550.

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การจัดอันดับความนิยมของศัพท์ภาษาอังกฤษในเว็บ

ทศพล ธนะทิพานนท์
วิทยากรและนักเขียนอิสระ
thanatipanonda@gmail.com

วรเศรษฐ สุวรรณิก
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
worasait.suwannik@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอวิธีการจัดอันดับความนิยมของศัพท์ภาษาอังกฤษ แนวคิดในการจัดอันดับก็คือดูจากจำนวนเว็บเพจที่มีคำศัพท์ที่สนใจปรากฏอยู่ โดย Google สามารถประมาณจำนวนเว็บเพจได้ เราถือว่าคำที่มีผลการค้นหาของ Google มากกว่าเป็นคำที่ได้รับความนิยมมากกว่า ผลการจัดอันดับก็คือคำที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในเว็บคือ www และเราได้นำคำที่นิยมมากที่สุดประมาณสามพันคำไปจัดพิมพ์เป็นหนังสือ

Abstract

This paper proposes a method to rank English word popularity. The idea is to look at the number of web pages that contains the word. Google can estimate the number. We assume that a word with more Google search result is more popular. The result is "www" is the most popular word in the web. Finally, we took about three thousand words that are most popular and published as a book.

คำสำคัญ

ศัพท์, ภาษาอังกฤษ, Google, จัดอันดับความนิยม

1. บทนำ

ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สำคัญมากเป็นอันดับต้นๆของภาษาทั้งหลายในโลก ข้อมูลข่าวสารจำนวนมากเขียนเป็นภาษาอังกฤษ เช่น ในเดือนธันวาคม 2551 เว็บ wikipedia.org มีบทความภาษาอังกฤษอยู่ประมาณ 2.7 ล้านบทความ และในปัจจุบันมีชาวต่างชาติเดินทางเข้ามาที่ประเทศไทยมากขึ้น โอกาสที่เราต้องติดต่อสื่อสารกับคนเหล่านั้นก็มีมากขึ้นตามไปด้วย

เครื่องมือสำคัญอันหนึ่งในการเรียนภาษาอังกฤษก็คือ พจนานุกรมอังกฤษ-ไทยหรืออังกฤษ-อังกฤษ พจนานุกรมเป็นหนังสืออ้างอิงซึ่งเรียงคำศัพท์ตามลำดับตัวอักษรจาก a-z ถึงแม้จะมีประโยชน์มากในการเรียนภาษา แต่พจนานุกรมไม่ได้แนะนำว่าควรท่องศัพท์อะไรก่อนหรือหลัง ศัพท์ไหนมีความสำคัญมากหรือน้อย ใช้บ่อยหรือว่าใช้น้อย ทำให้ผู้เรียนภาษาไม่ทราบว่าควรจะเลือกท่องศัพท์ใดก่อนหรือหลัง

อย่างไรก็ดี มีพจนานุกรมบางเล่มแสดงความสำคัญของคำศัพท์ เช่น พจนานุกรม Se-ed's New Compact English-Thai Dictionary ได้ทำเครื่องหมายรูปดาวที่หน้าคำศัพท์ที่ควรรู้และควรจำ และพจนานุกรม Collins COBUILD Advanced Learner's English Dictionary บอกระดับความถี่ของการใช้งานศัพท์ แต่ถึงแม้จะมีการแสดงความสำคัญของศัพท์แล้วก็ตาม แต่การจัดอันดับศัพท์เหล่านั้นก็ยังไม่ละเอียดมาก เช่น อาจจะมีระดับความถี่ของการใช้งานเพียง 5 ระดับ เป็นต้น

บทความนี้เสนอวิธีการจัดอันดับความสำคัญของคำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยดูจากความนิยมในการใช้คำในอินเทอร์เน็ท ประโยชน์ของการจัดอันดับคำศัพท์ภาษาอังกฤษคือ ผู้เริ่มต้นศึกษาภาษาอังกฤษเลือกศัพท์มาท่องได้อย่างมีเป้าหมายมากขึ้น, คุณครูสามารถเลือกศัพท์ให้นักเรียนท่องได้อย่างเหมาะสมตามระดับของนักเรียน, คุณพ่อคุณแม่สามารถเลือกศัพท์ให้คุณลูกท่องได้อย่างเหมาะสม, ใช้ประกอบการทบทวนศัพท์ภาษาอังกฤษในระดับเบื้องต้น, และทำให้รู้จักศัพท์ที่นิยมมากที่สุดจำนวนประมาณหนึ่งร้อยคำของทุกหมวดหมู่รวมกัน

2. จัดอันดับความนิยม

เราจัดอันดับความนิยมในการใช้ศัพท์ภาษาอังกฤษโดยดูจากจำนวนผลการค้นหาของ Google

ตัวอย่างเช่น ถ้าเราอยากจะรู้ว่าคำว่า ant ได้รับความนิยมเพียงใด ก็ไปที่ Google, พิมพ์คีย์เวิร์ดว่า ant, และคลิกค้นหา ซึ่ง Google ก็จะแสดงผลการค้นหามาให้ และบอกด้วยว่าผลการค้นหามีประมาณกี่เว็บเพจ เช่น

ผลการค้นหา 1 - 10 รายการจากประมาณ 93,200,000 สำหรับคำว่า ant (0.18 วินาที)

เราถือว่าคำที่มีผลการค้นหามากกว่า จะเป็นคำที่นิยมมากกว่า และควรท่องศัพท์ที่คนนิยมใช้ ก่อนที่จะท่องศัพท์ที่ไม่ได้รับความนิยม

3. ระดับความสามารถ

เราเชื่อว่าคนที่เก่งภาษาอังกฤษมากกว่าอีกคนอยู่หนึ่งระดับขั้นจะต้องรู้ศัพท์มากกว่าอีกคนหนึ่งเกินหนึ่งเท่าตัว ไม่เช่นนั้นก็จะแสดงความสามารถที่สูงกว่าออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ ระดับการรู้ศัพท์จึงถูกแบ่งตามจำนวนคำศัพท์ที่รู้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนคำที่ต้องรู้ในแต่ละระดับ

ระดับ	จำนวนคำที่ต้องรู้
1	1
2	3
3	7
4	20
5	55
6	148
7	403
8	1,097
9	2,981
10	8,103
11	22,026
12	59,874

เรากำหนดให้จำนวนคำที่ต้องรู้ในแต่ละระดับแสดงในคอลัมน์ที่ 2 ของตารางที่ 1 ค่าเหล่านี้เกิดจากการนำค่า e หรือฐานของล็อกธรรมชาติ (natural logarithm) ซึ่งมีค่าประมาณ 2.72 มายกกำลัง ในระดับที่ 1 มีศัพท์ต้องรู้เท่ากับ e^0 หรือ 1 คำ, ในระดับที่ 2 มีศัพท์ต้องรู้ e^1 คำ ซึ่งเมื่อปัดเป็นจำนวนเต็มจะได้ 3 คำ, ในระดับที่ 3 มีศัพท์ต้องรู้ e^2 คำ ซึ่งเมื่อปัดเป็นจำนวนเต็มจะได้ 7 คำ, เช่นนี้เรื่อยไป

สรุปคือจำนวนศัพท์ต้องรู้ในแต่ละระดับ ก็คือ e^{l-1} โดยที่ l คือระดับความสามารถ (level)

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

กระบวนการจัดอันดับคำศัพท์ภาษาอังกฤษยอดนิยมเป็นดังนี้

1. รวบรวมคำศัพท์ เริ่มต้นจากการดึงข้อมูลคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากฐานข้อมูล Lexitron ซึ่งดาวน์โหลดได้ที่ http://lexitron.nectec.or.th

2. ตรวจสอบความนิยม นำคำศัพท์มาค้นด้วย Google API โดยสนใจเฉพาะจำนวนผล (result) ที่ Google ประมาณมาให้

3. แบ่งชนิดคำ นำคำศัพท์มาแบ่งชนิดตามที่ระบุไว้ในฐานข้อมูล Lexitron เช่น คำนาม, กริยา, คุณศัพท์, ฯลฯ โดยตัดชนิดตัวย่อ, อุปสรรค (prefix), ปัจจัย (suffix) ออกไป และเรียงลำดับศัพท์แต่ละชนิดตามความนิยม

4. ใส่คำแปล จากฐานข้อมูล Lexitron

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

4.2.1 ฐานข้อมูล Lexitron

ฐานข้อมูล Lexitron พัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ฐานข้อมูลนี้เป็น text file ที่มีรูปแบบคล้าย XML ฐานข้อมูลนี้ประกอบด้วยข้อมูลพจนานุกรมอังกฤษ-ไทย และ ไทย-อังกฤษ และมีข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของคำและความหมาย บทความนี้ใช้เฉพาะฐานข้อมูลพจนานุกรมอังกฤษ-ไทย

ชนิดของคำในฐานข้อมูลแสดงในตารางที่ 2 เรายุบคำในหมวด INTER ไปรวมกับ INT เพราะว่าคำในหมวด INTER มีเพียงคำเดียว และเราไม่นำคำในหมวดคำย่อ, อุปสรรค (prefix), และปัจจัย (suffix) มาจัดอันดับ

ตารางที่ 2 ชนิดของคำในฐานข้อมูล Lexitron

คำย่อ	คำเต็ม	ชื่อไทย
ABBR	abbreviation	คำย่อ
ADJ	adjective	คุณศัพท์
ADV	adverb	วิเศษณ์
ART	article	อาร์ทิเคิล
AUX	auxililary verb	กริยานุเคราะห์
CONJ	conjunction	สันธาน

DET	determiner	คำบ่งชี้
IDM	idiom	สำนวน
INT	interjection	คำอุทาน
INTER	interjection	คำอุทาน
N	noun	นาม
PHRV	phrasal verb	กริยาวลี
PREP	preposition	บุพบท
PRF	prefix	อุปสรรค
PRON	pronoun	สรรพนาม
SL	slang	สแลง
SUF	suffix	ปัจจัย
VI	intransitive verb	อกรรมกริยา
VT	transitive verb	สกรรมกริยา

4.2.2 ตรวจสอบความนิยมของศัพท์

เราใช้ Google เพื่อตรวจสอบความนิยมของศัพท์ โดยส่งคำร้อง (request) ไปที่ http://ajax.googleapis.com/ajax/services/search/web [1] พร้อมกับส่งคำศัพท์ที่เราต้องการค้นหาไปทาง query string พารามิเตอร์ของ query string ที่เราใช้มีดังนี้ [2, 3]

- v คือ version ในที่นี้เราส่งค่า 1.0 ให้
- lr คือภาษา ในที่นี้เราส่งค่า lang_en เพื่อให้ค้นหาเฉพาะเว็บเพจภาษาอังกฤษ
- q คือคำที่ต้องการค้นหา เราจะใส่เครื่องหมายคำพูดล้อมรอบคำ ในกรณีที่คำศัพท์ที่ต้องการค้นหาประกอบด้วยคำสองคำ ดังเช่นคำในหมวดกริยาวลี

เราเขียนโปรแกรมภาษาจาวาเพื่อให้การตรวจสอบความนิยมเป็นไปโดยอัตโนมัติ เราใช้คลาส URL เพื่อส่งคำร้องไปยังเว็บของ Google คำสั่งที่ใช้คือ

```
URL url = new URL("http://ajax.googleapis.com/"
        + "ajax/services/search/web"
        + "?v=1.0"
        + "&lr=lang_en"
        + "&q=%22" + word + "%22");
```

โดยที่ word เป็นตัวแปรที่เก็บคำศัพท์ที่ต้องการค้นหา

หลังจากเชื่อมต่อไปยังเว็บของ Google แล้ว เราก็ใช้ stream เพื่ออ่านข้อมูลจาก URL ผลการค้นหาเป็นแบบ JSON (JavaScript Object Notation) [4] มีลักษณะทำนองนี้ (ข้อมูลบางส่วนถูกแทนด้วยจุดสามจุด ... และเราจัดรูปแบบการเยื้องของข้อมูลใหม่เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น)

```
{
  "responseData":{
    "results":[...],
    "cursor":{
      "pages":[...],
      "estimatedResultCount":"6730000000",...
    }
  },
  "responseDetails": null,
  "responseStatus": 200
}
```

เราใช้คลาส JSONObject [5] เพื่อดึงค่าของ estimatedResultCount ด้วยคำสั่งต่อไปนี้

```
JSONObject json;
json = new JSONObject(stringBuilder.toString());
return json.getJSONObject("responseData")
            .getJSONObject("cursor")
            .getLong("estimatedResultCount");
```

โดยที่ stringBuilder เป็นตัวแปรที่เก็บค่าที่อ่านจาก stream

เพื่อความรวดเร็วในการทำงาน โปรแกรมที่เขียนขึ้นเป็นแบบหลายเธรด (multi-thread) โดยแบ่งเป็น 50 เธรด ใช้เวลา 25 นาที ในการค้นคำ 60,994 คำ

4.2.3 จัดรูปแบบข้อความ

ผลการจัดอันดับคำถูกเก็บไว้ในไฟล์ CSV (comma separated value) สำนักพิมพ์วรรณิกได้นำผลการจัดอันดับ

คำไปจัดพิมพ์เป็นหนังสือชื่อ “ศัพท์ภาษาอังกฤษยอดนิยม” ISBN 978-974-603-457-9 โดยได้จัดอันดับศัพท์ประมาณสามพันคำที่นิยมใช้ที่สุดในอินเทอร์เน็ท ศัพท์ในระดับ 1 ถึง 6 จะเรียงกันตามความนิยม จากนิยมมากไปหาน้อย โดยไม่มีการแยกชนิดของคำ แต่ในระดับ 7 ถึง 9 เราจัดกลุ่มศัพท์ตามชนิดของคำ (เช่น คำนาม, กริยา, ฯลฯ) และเรียงลำดับคำในแต่ละชนิดตามความนิยม

เราเตรียมต้นฉบับหนังสือด้วย Microsoft Word 2003 เนื่องจากหนังสือเล่มนี้มีศัพท์อยู่เป็นจำนวนมาก เราจึงเขียนแมโครด้วยภาษา VBA (Visual Basic for Application) เพื่อจัดรูปแบบอย่างรวดเร็ว โดยแมโครที่เขียนขึ้นสามารถทำให้ศัพท์ภาษาอังกฤษบางส่วนเป็นตัวหนาโดยอัตโนมัติ

5. ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

เราเห็นว่าผลที่น่าสนใจมากที่สุดสำหรับการรวบรวมศัพท์ยอดนิยมครั้งนี้ ก็คือ ทราบว่าคำที่ปรากฏมากที่สุดในอินเทอร์เน็ทคือคำว่า www แต่น่าเสียดายที่คำดังกล่าวเป็นคำย่อ ซึ่งเราไม่นำมาจัดอันดับความนิยม โชคดีที่คำที่นิยมเป็นอันดับถัดมาไม่ใช่คำย่อ

ศัพท์ที่ได้รับความนิยม 100 อันดับแรก คือ and, by, the, of, a, to, is, with, from, at, or, all, other, one, may, time, about, do, can, has, was, but, up, will, if, information, when, us, so, out, site, your, find, re, back, search, name, go, date, top, day, post, best, web, get, am, just, how, my, there, use, me, have, pm, id, click, list, profile, show, free, online, which, old, business, type, good, forum, here, in, who, video, next, more, this, for, like, last, love, help, home, not, contact, our, new, be, south, out of, are, view, more than, you, no, food, France, that, no, now, I, law, an

สังเกตว่าในศัพท์ยอดนิยม 100 คำแรก มีศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์อยู่มากมาย เชน information, site, search, post, web, click, profile, online, forum, video, contact

6. บทสรุป

เรานำคำศัพท์ภาษาอังกฤษจาก Lexitron มาจัดอันดับความนิยม เครื่องมือที่เราใช้จัดอันดับความนิยมก็คือเว็บของ Google และเรานำผลการจัดอันดับความนิยมมาจัดพิมพ์เป็นหนังสือ กระบวนการเกือบทั้งหมดเป็นไปโดยอัตโนมัติ ทำให้สามารถเรียบเรียงเป็นหนังสือได้ภายในเวลา 7 วัน

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

เพื่อให้การจัดอันดับศัพท์มีความถูกต้องแม่นยำขึ้น ผู้ที่สนใจพัฒนาต่ออาจจะนำความถี่ของจำนวนคำที่ปรากฏในแต่ละเว็บเพจเข้ามาจัดอันดับด้วย ไม่ใช่ดูแค่จำนวนเว็บเพจที่มีคำนั้นเพียงอย่างเดียว

นอกจากนั้นอาจจะพัฒนาการจัดอันดับโดยดูจากชนิดของคำ เพราะคำบางคำนิยมใช้ในชนิดหนึ่งมากกว่าอีกชนิดหนึ่ง เช่น คำว่า can มีหลายความหมาย ถ้าเป็นคำนามแปลว่ากระป๋อง แต่ถ้าเป็นกริยานุเคราะห์แปลว่าสามารถ ถ้าจัดอันดับตามชนิดของคำแล้ว คำว่า can ที่เป็นกริยานุเคราะห์น่าจะใช้บ่อยกว่าคำนาม

คำบางคำได้อันดับเพิ่มขึ้นเพราะมีตัวย่อมาช่วยเพิ่มจำนวนผลการค้นหา เช่น คำว่า us ได้คำย่อ US (United States) มาช่วย และคำว่า la ได้คำย่อ LA (Los Angeles) มาช่วย ดังนั้นการพัฒนาต่อไปอาจจะต้องหาวิธีตัดการช่วยเหลือจากตัวย่อ

สำหรับงานถัดไปอาจจะเป็นการจัดอันดับคำยอดนิยมภาษาไทยและภาษาอื่นๆ

7. กิตติกรรมประกาศ

เราขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ที่ได้จัดทำฐานข้อมูล Lexitron และขอบคุณ Google ที่ให้บริการ API สำหรับการค้นหา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Google AJAX Search API: Flash and other Non-Javascript Environments, http://code.google.com/intl/th/apis/ajaxsearch/documentation/#fonje

[2] Google AJAX Search API: Standard URL Arguments, http://code.google.com/intl/th/apis/ajaxsearch/documentation/reference.html#_intro_fonje

[3] Google AJAX Search API: Language Collection Values, http://www.google.com/coop/docs/cse/resultsxml.html#languageCollections

[4] JavaScript Object Notation, http://www.json.org/

[5] JSON Java API, http://www.json.org/javadoc/

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

© ECTI-CARD 2009, May'09, Bangkok, Thailand. ISBN: 978-974-8285-62-7

การตรวจประเมินเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีด้วยโปรแกรมแบบกึ่งอัตโนมัติ

Evaluating Web Accessibility Using Semi-automatic Program

วรากร เกศทับทิม
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
waragorn.gestubtim@nectec.or.th

น้ำหนึ่ง มิตรสมาน
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
namnueng.mitsamarn@nectec.or.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการประเมินเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมการตรวจสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีของเว็บไซต์ โดยโปรแกรมจะทำการตรวจทุกหน้าเว็บของทั้งเว็บไซต์ และให้ผลการตรวจเป็นผ่านหรือไม่ผ่านการเข้าถึง กรณีผ่านการเข้าถึงเป็นการผ่านในระดับ A, AA หรือ AAA และมีคะแนนการเข้าถึงแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน้าเว็บ และทั้งเว็บไซต์ โดยโปรแกรมมีการตรวจสอบทั้งแบบอัตโนมัติและแบบไม่อัตโนมัติ ซึ่งแบบไม่อัตโนมัติจะเป็นลักษณะให้ผู้ใช้ตัดสินใจ ผ่านหรือไม่ผ่านการเข้าถึงในเกณฑ์ข้อนั้นๆ ผลลัพธ์สุดท้ายทำให้ทราบได้ว่าเว็บไซต์ทั้งเว็บสามารถเข้าถึง และใช้ประโยชน์ได้ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากเนื้อหาทั้งหมด

Abstract

This paper presents evaluation web accessibility using semi-automatic checker program. All web pages are checked by program and report to pass or fail of a conforming to WCAG2.0. In case of the following levels of conformances, are level A, AA or AAA. Each level shows score of Accessibility Value (AV) to percentage of a page and all pages of a website. The program will be evaluated into 2 methods, which are automatic check and manual check. For the manual check, the web developer will be determined each of success criteria to pass or fail. The results indicate that, how the website can be accessible and usable which estimate to percentage of web content.

คำสำคัญ

เว็บแอ็กเซสซิบิลิตี, คนพิการ, เว็บไซต์, เข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้, เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก, Accessibility, Website, WCAG, WAM

1. บทนำ

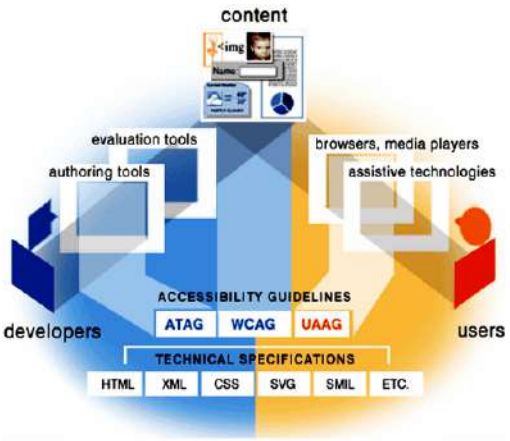
เว็บแอ็กเซสซิบิลิตี (Web Accessibility) หมายถึง เว็บไซต์ที่มีข้อมูล เนื้อหา ที่คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเว็บไซต์ได้ ซึ่งคนพิการสามารถรับรู้ เข้าใจ นำร่อง และมีปฏิสัมพันธ์ กับเว็บไซต์ รวมถึงการป้อนข้อมูลกลับไปยังเว็บได้ เว็บแอ็กเซสซิบิลิตี เป็นประโยชน์ต่อคนกลุ่มอื่นๆ รวมถึงผู้สูงอายุ และครอบคลุมถึงทุกความพิการ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเว็บ รวมถึงผู้บกพร่องทางการเห็น ทางการได้ยิน ทางร่างกาย ทางการพูด ทางสติปัญญา และการเรียนรู้ และทางระบบประสาท [1]

องค์กร World Wide Web Consortium (W3C) ซึ่งเป็นหน่วยงานกลางในระดับสากล ที่กำหนดมาตรฐานเทคโนโลยีต่างๆ ที่ใช้ในอินเทอร์เน็ต เช่น โครงสร้างของภาษา HTML, XHTML, XML เป็นต้น รวมถึงเรื่อง เว็บแอ็กเซสซิบิลิตี ได้กำหนดเป็นแนวทางเพื่อใช้เป็นมาตรฐานกลาง 3 ส่วน คือ Web Content Accessibility Guideline (WCAG), Authoring Tool Accessibility Guideline (ATAG) และ User Agent Accessibility Guideline (UAAG) [1]

ประเทศไทยมีพระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ.2550 [2] ในมาตรา 20 (6) เพื่อเป็นการยืนยันได้ว่าคนพิการมีสิทธิที่จะเข้าถึงและใช้ประโยชน์ ในข้อมูล ข่าวสาร ต่างๆ ที่เป็นสื่อสาธารณะ ได้ ซึ่งนั่นหมายความว่าข้อมูลข่าวสารที่อยู่บนเว็บไซต์ คนพิการจะต้องเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นหากมีการกำหนดวิธีการ หรือประเภทของเนื้อหาที่เป็นมาตรฐาน จะสามารถนำไปสู่การเข้าถึงได้ โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้ตั้งคณะกรรมการเพื่อจัดทำมาตรฐานข้อกำหนดการทำให้เนื้อหาเว็บสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งได้ใช้ WCAG2.0 เป็นแนวทางในการจัดทำมาตรฐานนี้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

อุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศของคนพิการทางการเห็น ทำให้คนพิการทางการเห็นไม่สามารถรับทราบข้อมูลข่าวสารได้ ทั้งที่ข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ตสามารถหาได้ง่ายในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างในปัจจุบัน แต่เทคโนโลยีก็มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วโดยไม่คำนึงถึงคนกลุ่มน้อย อย่างผู้ที่มีความพิการบางอย่างที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้น ก็เป็นสาเหตุของการเกิดช่องว่างในการเข้าถึงข้อมูล (Digital Divide) ได้ เช่น คนตาบอดไม่สามารถอ่านเนื้อหาบนอินเทอร์เน็ตได้ หากไม่ใช้เครื่องมือเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกช่วยอ่านให้ฟัง หรือที่เรียกว่าโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) เป็นต้น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะขึ้นกับเนื้อหาที่นำเสนอในหน้าเว็บว่าเป็นเนื้อหาที่สามารถให้โปรแกรมอ่านหน้าจออ่านได้หรือไม่ เพราะสิ่งที่โปรแกรมอ่านหน้าจออ่านได้คือ ตัวหนังสือที่เป็นตัวอักขระเท่านั้น หากเป็นภาพหรือกราฟิก จะไม่สามารถอ่านได้ เป็นต้น จึงเป็นเหตุผลที่ W3C ได้กำหนดมาตรฐานของเนื้อหาที่ใช้นำเสนอ (WCAG) เพื่อให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์ใช้เนื้อหาที่สามารถให้โปรแกรมอ่านหน้าจอหรือเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ สามารถเข้าถึงเนื้อหานั้นๆ ได้ ก็จะทำให้คนพิการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากข้อมูลบนเว็บไซต์ได้



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของมาตรฐานเนื้อหาระหว่างผู้พัฒนาและผู้ใช้เว็บไซต์

สำหรับเครื่องมือที่หน่วยงาน โครงการสถาบันวิศวกรรมฟื้นฟูสมรรถภาพและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้พัฒนาขึ้นมาให้บริการผ่านเว็บไซต์ http://astec.nectec.or.th ซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ เพื่อให้บริการสำหรับผู้พัฒนาเว็บไซต์ในประเทศไทย โดยมีคำอธิบายที่เป็นภาษาไทย และตัวอย่างการแก้ไขจากข้อผิดพลาด ให้เป็นไปตามเกณฑ์ WCAG2.0 โดยที่จะทำการตรวจสอบได้ครั้งละหนึ่งหน้าเท่านั้น จึงเป็นข้อจำกัดของระบบการตรวจสอบที่ให้บริการผ่านเว็บแม่ข่าย เนื่องจากการตรวจสอบจะใช้เวลาในการทำงานนาน จึงได้พัฒนาโปรแกรมที่ช่วยตรวจสอบจากทุกหน้าเว็บของผู้ใช้ได้ และโปรแกรมจะติดตั้งบนเครื่องผู้ใช้แทน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดแนวทางมาตรฐานของ WCAG2.0 แบ่งเป็น 3 ระดับของการเข้าถึง คือ ระดับ A (ต่ำสุด), ระดับ AA และระดับ AAA (สูงสุด) ในการทำงาน

3.1 เกณฑ์การตรวจสอบการเข้าถึง

เกณฑ์ที่ใช้เป็น WCAG2.0 มีทั้งสิ้น 61 ข้อ แบ่งเป็น การเข้าถึงระดับ A จำนวน 24 ข้อ, ระดับ AA จำนวน 14 ข้อ และ ระดับ AAA จำนวน 23 ข้อ

การตรวจสอบเงื่อนไขตามเกณฑ์ WCAG2.0 แบ่งเป็นการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบได้จาก ไวยากรณ์หรือกฎของโครงสร้างภาษาที่เป็นไปตามเงื่อนไข และแบบไม่อัตโนมัติ จำเป็นต้องใช้การพิจารณาจากคนเป็นหลัก เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถตัดสินใจให้ได้ เพราะเป็นส่วนที่ไม่แน่นอนหรือเป็นเนื้อหาที่สื่อความหมาย ไม่สามารถตรวจได้จากรหัสต้นฉบับ (Source code) แต่จะยังคงตรวจสอบรหัสต้นฉบับ ที่มีการเลือกใช้แท็ก ที่มีแนวโน้มให้เกิดหรือไม่เกิด ตามเกณฑ์ข้อกำหนด WCAG2.0 ในแต่ละข้อ

3.1.1 เงื่อนไขการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

ในส่วนของการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ จะทำการตรวจพิจารณาข้อมูลรหัสต้นฉบับ กรณีพบการใช้หรือไม่ใช้แท็กที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ WCAG2.0 (ข้อมูลอ้างอิงจากเว็บไซต์ http://www.w3.org/TR/WCAG20/) จะให้ผลลัพธ์คือ ไม่ผ่านในเกณฑ์ข้อนั้นๆ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแท็กที่ใช้ตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

No.	Element	Attribute	WCAG2.0
1	img	alt	1.1.1
2	object	title	1.1.1

No.	Element	Attribute	WCAG2.0
3	frame	title	1.1.1
4	b	-	1.3.1
5	i	-	1.3.1
6	form, label, input	for, type, id	1.3.1
7	bgsound	-	1.4.2, 1.4.7
8	-	onmouse, onkey	2.1.1, 2.1.2
9	meta	http-equiv ="refresh"	2.2.1, 2.2.3, 2.2.4
10	title	-	2.4.2
11	a	title	2.4.4
12	h1, h2, h3, ..., h6	-	2.4.10
13	html	lang	3.1.1
14	-	onchange	3.2.2
15	blink		4.1.1
16	marquee		4.1.1

หมายเหตุ Element คือ แท็กที่ใช้ตรวจสอบ

Attribute คือ คุณลักษณะภายใต้แท็กนั้น ๆ

WCAG 2.0 คือ เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ตามมาตรฐาน WCAG 2.0

3.1.2 เงื่อนไขการตรวจสอบแบบไม่อัตโนมัติ

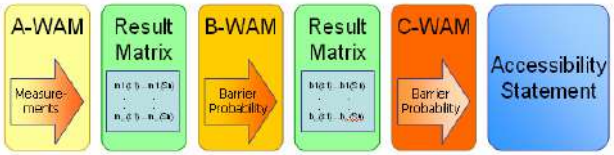
ในส่วนการตรวจสอบแบบไม่อัตโนมัติ จะพิจารณาจากแท็กที่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนด WCAG2.0 สามารถแสดงผลได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงแท็กที่ใช้ตรวจสอบแบบไม่อัตโนมัติ

No.	Element	Attribute	WCAG2.0
1	object	-	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7, 1.2.8, 1.2.9, 1.4.2, 1.4.7, 2.2.2, 2.3.1, 2.3.2,
2	br	-	1.3.1
3	table	-	1.3.1
4	img	-	1.4.9, 2.3.1, 2.3.2
5	-	onmouse	2.1.3
6	script	-	2.2.1, 2.2.2, 3.2.1
7	marque e	-	2.2.2
8	form	-	2.2.5, 2.4.3, 2.4.7, 3.2.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6
9	blink	-	2.3.1,2.3.2
10	a	-	2.4.3, 2.4.7, 2.4.9
11	h1, h2, h3, h4, h5, h6	-	2.4.6
12	dfn	-	3.1.3
13	abbr	-	3.1.4
14	-	onload	3.2.1
15	input	-	3.2.5
16	select	-	3.2.5
17	textarea	-	3.2.5
18	all element	-	1.3.2, 1.3.3, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4, 1.4.6, 1.4.8, 2.4.1, 2.4.5, 2.4.8, 3.1.2, 3.1.5, 3.1.6, 3.2.3, 3.2.4, 4.1.1, 4.1.2

3.2 ค่าความสามารถการเข้าถึงและใช้ประโยชน์

ในยุโรปมีหน่วยงาน European Internet Accessibility Observatory (EIAO) ได้มีการพัฒนา Web Accessibility Metric (WAM) ซึ่งเป็นวิธีการวัดค่าอุปสรรคของการเข้าถึงเว็บไซต์จากการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย Analytic-WAM (A-WAM), Barrier-WAM (B-WAM) และ Composing-WAM (C-WAM) [3, 4] โดยมีขั้นตอนตามลำดับ



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการวัดค่าอุปสรรคของการเข้าถึงเว็บไซต์ของ EIAO

จากรูปที่ 2 ผลที่ได้จาก C-WAM จะได้ค่าอุปสรรคในการเข้าถึงเว็บไซต์ ในแต่ละประเภทตามความพิการ $F_u(p)$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถแสดงได้ในสมการที่ 1

$$F_u(p) = 1 - \prod_{j=0}^{n} (1 - F(r_j, u)) \qquad \textbf{สมการที่ 1}$$

u คือ กลุ่มความพิการที่ใช้ในการประเมิน

p คือ ชุดของข้อมูลเว็บในแต่ละส่วนที่ใช้ในการประเมิน

$F(r_j, u)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของอุปสรรค F_{cui}

ในทวีปยุโรปได้มีการกลุ่มกันขึ้น เพื่อจัดทำวิธีการประเมินเว็บแอ็กเซสซิบิลิตี โดยใช้ชื่อว่า Unified Web Evaluation Methodology 1.2 (UWEM) [6] ซึ่งได้รวมวิธีการตรวจสอบแบบอัตโนมัติและแบบไม่อัตโนมัติไว้ด้วยกัน โดยสามารถแสดงการคำนวณได้ในสมการที่ 2

$$F(s) = \frac{B_{p_1} + B_{p_2} + \ldots + B_{p_n}}{N_{p_1} + N_{p_2} + \ldots + N_{p_n}} \qquad \textbf{สมการที่ 2}$$

โดยที่ $s = \{p_1, p_2, \ldots, p_n\}$ เมื่อ n คือจำนวนตัวอย่าง

F(s) คือ UWEM Web Accessibility Score

B_p คือ จำนวนจุดที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ตรวจสอบในแต่ละหน้า

N_p คือ จำนวนจุดที่ตรวจสอบทั้งหมดที่ตรวจพบในแต่ละหน้า

ผลที่ได้จากสมการที่ 2 จะให้ผลเป็นค่าของอุปสรรคในการเข้าถึงเว็บ โดย UWEM ได้กำหนดให้เป็นคะแนนเปรียบเทียบลงใน Scorecard ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดง UWEM Scorecard

Scorecard		Score value *F(s)*
Letter	Colour	
A		$F(s) = 0$
B		$0 < F(s) \leq 0.25$
C		$0.25 < F(s) \leq 0.5$
D		$0.5 < F(s) \leq 0.75$
E		$0.75 < F(s) \leq 1$

จากตารางจะเห็นได้ว่า ค่า F(s) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และค่า F(s) น้อยจะมีความหมายคือ มีอุปสรรคในการเข้าถึงเว็บไซต์น้อย ในทางกลับกันค่า F(s) มากจะมีอุปสรรคในการเข้าถึงมาก

และหากคิดเป็นค่าความสามารถในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ของเว็บไซต์ จะมีความหมายในทางตรงกันข้ามกับค่า F(s) และเพื่อให้เข้าใจได้ว่าเว็บไซต์ที่มีค่าความสามารถในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ ($AV(s)$) จะเขียนได้เป็นสมการที่ 3

$$AV(s) = 1 - F(s) \qquad \textbf{สมการที่ 3}$$

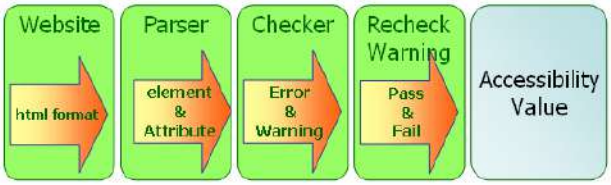
จากสมการที่ 3 จะให้ผลลัพธ์ในทางกลับกัน คือ หากค่า AV(s) น้อย นั่นคือ เว็บไซต์จะมีความสามารถรองรับในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้น้อย และหากมี AV(s) มาก เว็บไซต์จะมีความสามารถรองรับในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้มาก

4. รายละเอียดการพัฒนา

ออกแบบและพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา JAVA และใช้ package Java Access Bridge [6] มาช่วยเป็นตัวเชื่อมสำหรับการสร้าง GUI กับฟังก์ชัน Accessibility เพื่อให้สามารถรองรับได้กับเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้ เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ เป็นต้น

4.1 ภาพรวมของโปรแกรมตรวจสอบเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีแบบกึ่งอัตโนมัติ

โปรแกรมตรวจสอบเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีแบบกึ่งอัตโนมัติมีระบบทำงานดังรูปที่ 3



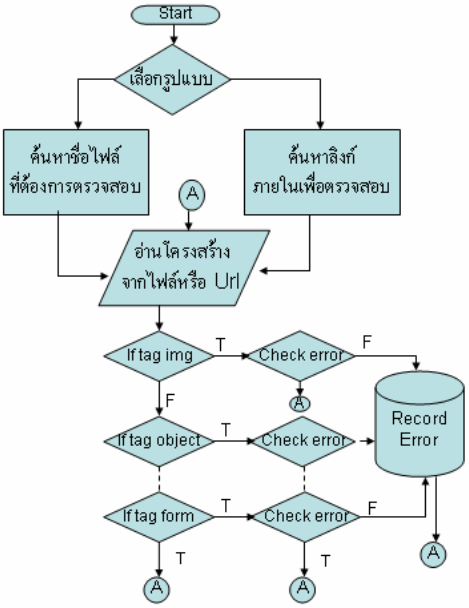
รูปที่ 3 แสดงแผนภาพการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 3 แสดงการทำงานของโปรแกรมจะรับข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์ เพื่อนำมาประมวลผลในโปรแกรม ซึ่งผ่านกระบวนการคัดแยกข้อความ (Parser) ที่ต้องการ เช่น element หรือ attribute เพื่อนำไปตรวจสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Checker) และเมื่อได้รับการตรวจสอบจะให้ผลเป็นผิดพลาด (error) หรือการเตือน (warning) กรณีได้ผลเป็นการเตือนจะผ่านกระบวนการ ให้ผู้ใช้ตัดสินใจว่าเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่ และจะทำการ ตรวจสอบ (Recheck) อีกครั้ง หลังจากที่โปรแกรมประมวลผลเสร็จ ผลที่ได้จะรายงานให้ผู้ใช้ทราบว่าผ่าน หรือไม่ผ่าน ตามเกณฑ์ข้อกำหนด WCAG2.0 โดยใช้สมการที่ 3 คำนวณคะแนนความสามารถในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ ของเว็บไซต์นั้นๆ

4.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

สำหรับการออกแบบโปรแกรมในรูปที่ 4 เห็นได้ว่า เมื่อได้ทำการเลือกรูปแบบและเงื่อนไขที่จะทำการตรวจสอบ โปรแกรม

จะทำการอ่านข้อมูลโครงสร้างของหน้าเว็บโดยใช้ Jericho Parser [8] ซึ่ง Parser นี้จะทำการอ่านข้อมูลโครงสร้างทั้งหมดของหน้าเว็บนั้นๆ เพื่อนำข้อมูลไปตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละเงื่อนไข เมื่อส่วนตรวจสอบความถูกต้องพบจุดผิดพลาด โปรแกรมจะทำการบันทึกจุดผิดพลาดไว้ในหน่วยความจำ เพื่อนำไปบันทึกลงในฐานข้อมูลในขั้นตอนสุดท้าย โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบไปจนถึงส่วนท้ายของหน้าเว็บ



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่าง Flow chart Diagram ของโปรแกรมตรวจสอบเว็บไซต์

4.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม

กรณีการตรวจสอบเว็บไซต์ที่มีจำนวนหน้าเว็บมากๆ ความเร็วในการตรวจสอบจะมากขึ้น และสำหรับโปรแกรมในรุ่นนี้ จะยังไม่นำไฟล์ Cascading Style Sheet (CSS) มาพิจารณาในโปรแกรม รวมทั้งการตรวจสอบค่าความเปรียบต่างของสี (Contrast Ratio)

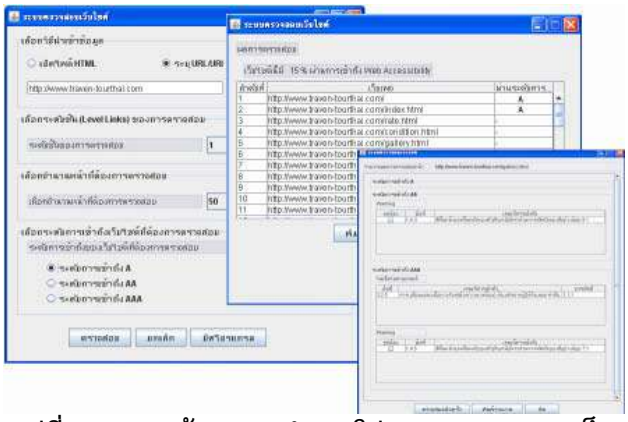
5. การทดสอบการใช้งานโปรแกรม

เลือกทำการทดสอบโดยใช้เว็บไซต์หน่วยงาน REAT/NECTEC http://astec.nectec.or.th/ ในการรับค่าจาก URL โดยมีจำนวนหน้าเว็บที่ใช้ทดสอบ 10 หน้า ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงรายชื่อหน้าเว็บที่ใช้ตรวจสอบ

No.	URI
1	http://astec.nectec.or.th/
2	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2
3	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=1&Itemid=6
4	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=3&Itemid=10
5	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=4&Itemid=11
6	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=17
7	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=18
8	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_glossary&Itemid=20
9	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_remository&Itemid=21
10	http://astec.nectec.or.th/index.php?option=com_weblinks&view=categories&Itemid=19

สามารถแสดงผลการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบ ได้ในรูปที่ 5 ซึ่งจะมีหน้าจอหลัก และส่วนการรายงานผล



รูปที่ 5 แสดงหน้าจอการทำงานโปรแกรมตรวจสอบเว็บแอ็กเซสซิบิลิตี

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบโปรแกรมสามารถแสดงผลการตรวจสอบได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจสอบเว็บแอ็กเซสซิบิลิตีของเว็บไซต์ http://astec.nectec.or.th/

Page No.	Auto		Manual(max)		Manual(min)	
	error	total	error	total	error	total
1	28	37	226	226	0	226
2	38	47	279	279	0	279
3	42	65	333	333	0	333
4	40	58	323	323	0	323
5	46	69	352	352	0	352
6	38	62	302	302	0	302
7	30	56	298	298	0	298
8	91	106	423	423	0	423
9	50	60	378	378	0	378
10	32	37	230	230	0	230

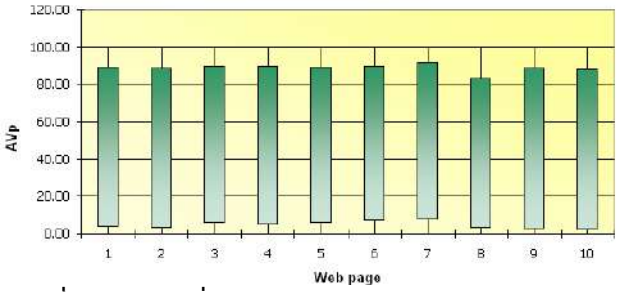
หมายเหตุ : จำนวนจุดผิดพลาด (error) หน่วยเป็น จุด
จำนวนที่ตรวจสอบทั้งหมด (total) หน่วยเป็น จุด

โดยค่า min และ max มาจากความน่าจะเป็นที่มีโอกาสเกิดจุดผิดพลาดขึ้นได้

ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณค่าความสามารถการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ (AVp)

Page No.	Fp(max)	Fp(min)	AVp(min) %	Avp(max) %
1	0.97	0.11	3.42	89.35
2	0.97	0.12	2.76	88.34
3	0.94	0.11	5.78	89.45
4	0.95	0.10	4.72	89.50
5	0.95	0.11	5.46	89.07
6	0.93	0.10	6.59	89.56
7	0.93	0.08	7.34	91.53
8	0.97	0.17	2.84	82.80
9	0.98	0.11	2.28	88.58
10	0.98	0.12	1.87	88.01

จากตารางที่ 6 ทำให้ได้ค่า AVp ซึ่งมีส่วนที่มีการตรวจสอบด้วยการใช้คนตัดสินใจ ซึ่งได้พิจารณาเป็น 2 ค่าคือ การให้คำตอบเป็นผิดทั้งหมด และการให้คำตอบเป็นถูกทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ได้ค่า AVp ที่เป็นค่ามากที่สุด และต่ำที่สุดของแต่ละหน้าเว็บ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงค่าต่ำสุดและสูงสุดของความสามารถการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ของแต่ละหน้าเว็บ

6. บทสรุป

การทำงานของโปรแกรมจะทำการตรวจสอบ ความสามารถการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ของเว็บไซต์ ที่เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนดของ WCAG2.0 และคำนวณค่าความสามารถในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ เพื่อให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเว็บไซต์ให้สามารถรองรับการใช้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้ ทำให้ผู้ใช้ที่เป็นคนพิการสามารถเข้าถึงและเข้าใจเนื้อหาบนเว็บไซต์ได้

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

สำหรับการพัฒนาในอนาคตจะพัฒนาในส่วนที่นำไฟล์รูปแบบ CSS ที่ใช้ในเว็บไซต์นั้นๆ มาตรวจสอบเพิ่ม รวมทั้งการพิจารณาค่าความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) เพื่อให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์ลดขั้นตอนในการตรวจสอบเพิ่มขึ้นได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิศวกรรมฟื้นฟูสมรรถภาพและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Web Accessibility Initiative, http://www.w3.org/WAI

[2] พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. 2550

[3] Olaf P., Annika N., and Helmut H. "*1st Version of ROBACC WAMs*" Retrieved October 1, 2008, from http://www.eiao.net/resources

[4] Annika N. "*Final Specification of EIAO WAMs*" Retrieved October 1, 2008, from http://www.eiao.net/resources

[5] G. Brajnik. "*Automatic testing, page sampling and measuring web accessibility*" , CSUN 2008 23rd Annual Int. Technology and Persons with Disabilities Conference, California State University at Northridge, March 2008, Los Angeles, CA.

[6] E. Velleman, C. Meerveld, C. Strobbe, Johannes Koch and Carlos A Velasco. D-WAB4 Unified Web Evaluation Methodology (UWEM 1.2 core). Technical report, WAB Cluster, 2007.

[7] Java Access Bridge, http://java.sun.com/javase/technologies/accessibility/accessbridge/

[8] Jericho HTML Parser, http://jericho.htmlparser.net/doc/index.html

Author Index

B

Bekir Sami Sazak 133

F

Federico Zambelli 37

G

Giulio Pavesi 37

M

Matteo Re 37

N

Nikom Suvonvorn 409

P

Pongsak Srithongnopawong 325

S

Sevilay Cetin 133
Sevket Yilmaz 133
Sofina Yakhu 409
Somnuk Puangpronpitag 433

V

Vatcharaporn Esichaikul . 325

W

Wilailak Kaprasit 433

ก

กนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์ 73, 143
กฤษฎา อังวราวงศ์ 313
กฤษณะ เทพารักษ์ 127
กฤษณะ สีพนมวัน 109
กัญจนา พัฒนวรพันธุ์ 283
กัญชิตา สุทธิกวี 307
กัญญาณัฐ เหล่าธนถาวร . . . 237
กิตติพงศ์ เอกไชย 143, 289
กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์ 379
กุลชาติ มีทรัพย์หลาก 207
เกรียงศักดิ์ เวทีวุฒาจารย์ . . . 31
เกียรติพงษ์ ยอดเยี่ยมแกร . 103
ไกรศร สาริขา 173
ไกรสร สืบบุญ 213

ข

ขจรศักดิ์ พงศ์ธนา 427

ค

คัมภีร์ สุขสมบูรณ์ 143

จ

จตุพร วงศ์ไชย 295
จตุภูมิ จวนชัยภูมิ 403
จักรี ศรีนนท์ฉัตร 1, 259, 355, 391
จามรกุล เหล่าเกียรติกุล 91, 103
จิติมนต์ อั่งสกุล 67
จิรพล สังข์โพธิ์ 253
เจนจิรา ทิพย์อำไพกุล 247
เจนจิรา หวังหลี 155
เจษฎา ขัดทองงาม 143

ฉ

ฉัตรชัย จันทร์พริ้ม 55
ฉัตรชัย จันทร์อินทร์ 185

ช

ชญานิน ไทยนะ 155
ชัชชัย คุณบัว 149, 271
ชัยพร ใจแก้ว 367, 397
ชาวีร์ อิสริยภัทร์ 207
ชีวารักษ์ รอดเนียม 55
ชุติมนันท์ สิทธิเกียรติสกุล . . 85
ชูชีพ ไหลประเดิมพันธ์ 79

ฐ

ฐิติวรรณ ศรีนาค 7

ณ

ณฐ กรีธาสันต์ 201
ณัฐพงศ์ พันธุนะ 49, 137
ณัฐพงส์ รัตนา 49
ณัฐวี อุตกฤษฏ์ 91

ด

ดารณี หอมดี 213
ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์ 271
เด่นชัย วรเศวรต 241

ต

เติมพงษ์ ศรีเทศ 13
ไตรภพ ยศราช 295, 331

ท

ทรงกรด ธิราชัย 143, 277
ทรงฤทธิ์ ศรีลาศักดิ์ 379
ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล 307
ทศพล ธนะทิพานนท์ 443
ทัศน์พล ทิพย์ศักดิ์ 283
ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์ . . 97

ธ

ธงชัย สุวรรณสิชณน์ 19
ธนชัย คงพูล 207
ธรรมพันธุ์ ภาสบุตร 25
ธราพงษ์ สูญราช 225
ธรา อั่งสกุล 67
ธวัชชัย วงศ์กริช 61
ธีรพงศ์ อรชร 301
ธีศิษฏ์ เอื้อมงคล 421

น

นพปฏล พุมอาภรณ์ 167
นฤดล ดามพ์สุกรี 97
นลิน สีดาห้าว 385
นวพล ชุติชาติ 247
นันท์นภัส โตอดิเทพย์ . 247, 421
น้ำหนึ่ง มิตรสมาน 449

บ

บัญชัย งามวงศ์วัฒนา 161

ป

ปกาศิต สมศิริ 73
ปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม 25
ประกอบ โกเมศวรากุล . 143, 277
ประกาศิต กายะสิทธิ์ 225
ประถมพงศ์ บังเกิดสุข 195
ประพนธ์ จิตรกรียาน 73
ประยุทธ อัครเอกฆาลิน . . . 173
ประวิทย์ แสงสัจจา 143
ปรัชญาพร เลี้ยงสุทธิสกนธ์ . . 43
ปริเยศ ทรัพย์สินพันธ์ 43
ปรีชา กอเจริญ 13
ปานใจ ธารทัศนวงศ์ . . 121, 343
ปิยนาถ จตุรงค์ 191
ปิยรัตน์ งามสนิท 67
ปิยะพงษ์ สุวรรณพาเพลิน . . 121

พ

พงษ์ศักดิ์ บุญสมพงษ์ 191
พนิตา พงษ์ไพบูลย์ . . . 185, 349

พยุง มีสัจ 91
พรระพีพัฒน์ ภาสบุตร 79
พรสรัญ ชัยยา 337
พลากร นิลเขต 225
พิชญสินี กิจวัฒนาถาวร 67
พีระพล ยุวภูษิตานนท์ 385
เพชร นันทิวัฒนา 13
เพ็ญพลอย ศรีบำรุงวงศ์ . . . 121
ไพโรจน์ แสงปรีดีกรณ์ 259

ภ

ภาคภูมิ สมานพงษ์ 137
ภาคย์ สธนเสาวภาคย์ 149
ภานุพันธ์ ขวัญสุด 289

ม

มนพัทธ์ ลิ้มรัตนศิลป์ 437

ร

ระพีพันธ์ แก้วอ่อน 173
รังสรรค์ วงศ์สรรค์ 97

ฤ

ฤเชาว์ ภู่ประดับศิลป์ 73

ล

ละออ โควาวิสารัช 241
ลัดดา ปรีชาวีรกุล 155

ว

วชิราวุธ ธรรมวิเศษ . . . 31, 213
วรดลย์ รัตตนิศาน์กุล 437
วรท บุนนาค 367
วรพล ลีลาเกียรติสกุล . 61, 219
วรวิทย์ เทพนวล 219
วรศักดิ์ ปัญญาสาระคุณ 79
วรเศรษฐ สุวรรณิก 443
วรากร เกศทับทิม 449
วราพร จิระพันธุ์ทอง 319
วริษฐ์ วิปุลานุสาสน์ 253
วสันต์ ลิ่วลมไพศาล 231
วัลยา เหลืองนฤทัย 143
วิชาญ เพชรมณี 427
วิบูลย์ ว่องวิวัฒน์ไวทยะ . . . 343
วีรชัย อัศวเมธาพันธ์ 127
วีระ ระวีกุล 31
วีระศักดิ์ ชื่นตา 415
วุฒิกร เชาว์ประมวลกุล . . . 289
วุฒินันท์ บุญโพธิ์ 103

ศ

ศรัญญา กัลย์จาฤก . . . 179, 191
ศรีมาจ ณ วิเชียร 337
ศุภกร หนูเกื้อ 49

ส

สมจิน เปียโคกสูง 67
สมเจตน์ เตชะนันทนา 361
สมชาติ โชคชัยธรรม 301
สมชาย เปาะทองคำ . . . 355, 391
สมนึก พ่วงพรพิทักษ์ 403
สมหญิง ไทยนิมิต 361
สรายุทธ ฮันตระกูล 115
สัญญา ควรคิด 373
สัตถาภูมิ ไทยพานิช 1
สันติพงศ์ ครุกานันต์ 143
สันทัศน์ ไชยเวช 385
สิทธิชัย เพชรพะยอง 283
สิมิลัน อาศัยพานิชย์ 7
สิริกานต์ พุกกะวรรณะ 349
สิริพร แซ่ลี้ 121
สุขุมาล กิติสิน 85, 167, 265, 313, 437
สุชาติ เย็นวิเศษ 427
สุดาพร ยอดแก้ว 155
สุธรรม จินดาอุดม 397
สุนทร วิทูสุรพจน์ 201
สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ . 121, 343
สุพัฒน์กุล ภัคโชค 115
สุพิชญา จันทร์ผ่อง 237
สุวรรณา เมธีภัทรากูล 195
สุวารี อนุรักษ์ธนากร 85
โสภณ มงคลลักษมี 349

อ

อนนท์ เหล่างาม 137
อนันต์ ผลเพิ่ม 19, 367, 379, 397
อนุกูล น้อยไม้ 241
อนุวัตร์ สมบุญ 161
อนุสรา มโนรมณ์ 179
อภิเดช พงษ์สระพัง 179
อภิรักษ์ จันทร์สร้าง 19, 367, 397
อภิสิทธิ์ ตันตระวรศิลป์ . . . 289
อรพรรณ แก้วพงศ์ 331
อรวี หินทอง 265
อรอุมา มียิ่ง 121
อัญชลี จั่นไร่ขิง 421
อากาศ กิตติวรเชฏฐ์ 167
อานัน จอมทะรักษ์ 143
อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ์ 231
อุดม โกมินทร์ 289
อุดม ลิ่วลมไพศาล 143
อุ่นพงศ์ สุภัคชูกุล 143
เอกดนัย ดนัยสวัสดิ์ 313
โอภาส วงษ์ทวีทรัพย์ 121